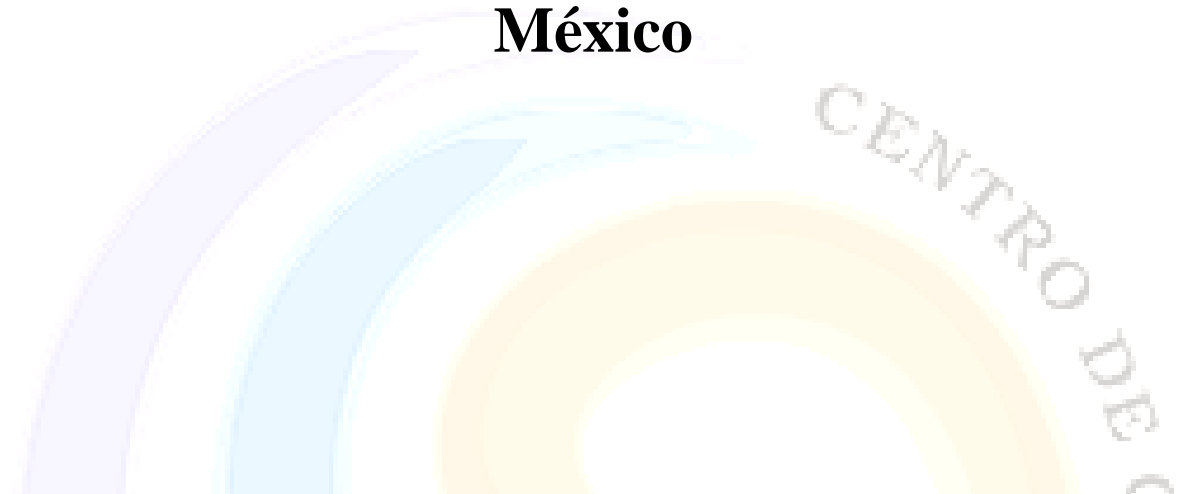


**Plan de Desarrollo 2018-2022**  
**Centro de Geociencias**  
**Universidad Nacional Autónoma de**  
**México**



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Dr. Enrique Graue Wiechers**

*Rector*

**Dr. Leonardo Lomelí Vanegas**

*Secretario General*

**Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez**

*Secretario Administrativo*

**Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa**

*Secretario de Desarrollo Institucional*

**Mtro. Javier de la Fuente Hernández**

*Secretario de Atención a la Comunidad Universitaria*

**Dra. Mónica González Contró**

*Abogada General*

**Dr. William Henry Lee Alardín**

*Coordinador de la Investigación Científica*

**CENTRO DE GEOCIENCIAS**

**Dra. Lucia Capra Pedol**

*Directora*

**Dr. Juan Pablo Bernal Uruchurtu**

*Secretario Académico*

**Ing. José Guadarrama Delgadillo**

*Secretario Administrativo*

## Índice

1. **Introducción**
2. **Diagnóstico externo: Análisis del entorno Internacional, Nacional y Local**
  - 2.1. **Entorno Internacional**
  - 2.2. **Entorno Nacional**
  - 2.3. **Entorno Local**
3. **Diagnóstico interno**
  - 3.1. **Planta académica**
  - 3.2. **Producción primaria**
  - 3.3. **Recursos**
  - 3.4. **Laboratorios**
  - 3.5. **Docencia y Formación de recursos humanos**
  - 3.6. **Difusión y Divulgación**
  - 3.7. **Administración**
  - 3.8. **Vida Académica**
4. **Retos: Determinación de objetivos y prioridades para el corto, mediano y largo plazos**
5. **Plan de Desarrollo**
  - 5.1. **Programa 1. Superación y reconocimiento de la planta académica.**
    - Proyecto 1.1 Revisión de los criterios de evaluación
    - Proyecto 1.2 Promoción del personal académico
    - Proyecto 1.3 Crecimiento y renovación de la planta académica
  - 5.2. **Programa 2. Investigación**
    - Proyecto 2.1 Actualización y fortalecimiento de las líneas de investigación
    - Proyecto 2.2 Fortalecimiento de la investigación multidisciplinaria
    - Proyecto 2.3 Mejora de la calidad de la investigación
    - Proyecto 2.4 Fortalecimiento de los servicios de laboratorios y propuesta de formalización de laboratorios nacionales
    - Proyecto 2.5 Actividad editorial
  - 5.3. **Programa 3. Mejora de la educación universitaria y apoyo a la formación de alumnos**
    - Proyecto 3.1 Revisión planes de estudio
    - Proyecto 3.2 Programas de intercambio
    - Proyecto 3.3 Organización de actividades académicas
    - Proyecto 3.4 Oferta de diplomados y cursos de actualización con valor curricular
  - 5.4. **Programa 4. Participación de la UNAM en el desarrollo nacional**
    - Proyecto 4.1 Vinculación
    - Proyecto 4.2 Fomento de la ciencia a distintos niveles de educación
    - Proyecto 4.3 Incidir en las políticas sociales relacionadas a fenómenos naturales y aprovechamiento de recursos naturales
  - 5.5. **Programa 5. Proyección nacional e internacional**
    - Proyecto 5.1 Convenios de cooperación de intercambio académico
    - Proyecto 5.2 Organización de eventos académicos
    - Proyecto 5.3 Actualización de la página web del centro
    - Proyecto 5.4. Posicionamiento del Centro de Geociencias como un referente en divulgación de las geociencias en Iberoamérica, o américa latina, o habla española

- 5.6. **Programa 6. Tecnología de la Información y comunicación**
- Proyecto 6.1 Consolidar el servidor del CGEO
  - Proyecto 6.2 Mejorar el sistema de conexión de red y de telecomunicación
  - Proyecto 6.3 Modernización de servicios digitales de apoyo a la comunidad del CGEO
- 5.7. **Programa 7. Normatividad, gestión y administración universitaria**
- Proyecto 7.1 Revisión y actualización del reglamento interno del Centro
  - Proyecto 7.2 Revisión y actualización de los procesos administrativos
  - Proyecto 7.3. Gestión e informatización de las actividades académicas
- 5.8. **Programa 8. Presupuesto e infraestructura**
- Proyecto 8.1 Ahorro presupuestal
  - Proyecto 8.2 Crecimiento en infraestructura
- 5.9. **Programa 9. Desarrollo institucional**
- Proyecto de transformación de Centro de Geociencias a Instituto de Geociencias

**ANEXO 1. Descripción de las líneas de investigación.**

## 1. Introducción

El Plan de Desarrollo 2018-2022 del Centro de Geociencias responde a los retos planteados a nivel internacional y nacional con el fin de garantizar la trascendencia e impacto de las Geociencias en el desarrollo sostenible para el país. Este plan se alinea a la propuesta del programa 2015-2019 de la Rectoría y está vinculado a los lineamientos universitarios. La realización del presente documento se basó sobre las contribuciones aportadas por los académicos del Centro. En particular se discutieron e identificaron los proyectos principales para el desarrollo del Centro en los temas de:

- 1) Investigación
- 2) Docencia
- 3) Difusión y divulgación
- 4) Gobierno y administración

El contenido de estos proyectos se definió después de varias reuniones con los representantes de área, así como por grupos de trabajo multidisciplinarios. A través del presente diagnóstico se definieron los objetivos y prioridades a corto y mediano plazo, así como los proyectos y acciones específicas a realizar, indicando las estrategias y programas que permitan alcanzar los objetivos y metas planeadas. Para cada uno se presentan las metas y los indicadores que permitirán evaluar el alcance logrado, así como las actividades de seguimiento para la verificación oportuna del cumplimiento de las acciones previstas.

El Centro de Geociencias (CGEO) es un centro interdisciplinario en donde se llevan a cabo investigaciones en el campo de la Ciencias de la Tierra, desde estudios geológicos sobre el origen y evolución del territorio mexicano en todas sus variables, incluyendo estudios geoquímicos y geocronológicos, estudios de la sismicidad y del campo magnético terrestre, clima espacial, recursos naturales (yacimientos minerales, petróleo, agua), la evaluación de los peligros naturales con particular énfasis en el volcanismo, sismicidad, hundimiento en zonas urbanas y contaminación. El Centro consiste en tres áreas del conocimiento, Geología, Geoquímica y Geofísica, sin embargo, las actividades académicas que se desarrollan demuestran una importante interacción entre los investigadores de las distintas áreas, fortaleza que distingue al CGEO en ser un centro interdisciplinario.

El presente documento tiene como propósito el hacer un diagnóstico del CGEO así poder concretar una propuesta de plan de trabajo para la dirección durante el periodo 2018-2022, el cual busca fortalecer las condiciones de trabajo en las áreas ya consolidadas y con desarrollo exitoso, e impulsar aquella con potencial de crecimiento. El diagnóstico que se presenta se realizó con base en las tendencias en el área de las geociencias a nivel internacional, nacional así como su impacto a nivel local. Finalmente, se presenta un diagnóstico interno referente a la planta académica, su producción primaria, sus proyectos de investigación, así como su actividad docente y de difusión; igualmente se analiza el área administrativa del Centro con el afán de identificar las acciones a realizar para facilitar y optimizar el uso de los recursos y el aprovechamiento de la infraestructura.

El plan de desarrollo aquí propuesto busca consolidar al Centro de Geociencias como una entidad líder en áreas estratégicas de las Geociencias, con reconocimiento nacional e internacional tanto en el avance en la investigación, así como en su impacto en atender problemas nacionales, con una fuerte componente en la formación de recursos humanos en los diferentes niveles de educación.

## **Historia del Centro**

Como parte de las políticas de descentralización que se plantearon en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) durante los años 80, el Instituto de Geología fundó dos estaciones regionales (Hermosillo y Guanajuato) que fueron los primeros pasos para refrendar el carácter nacional de nuestra Universidad. Aunado a estas políticas surge una visión innovadora por conjuntar esfuerzos en proyectos de investigación, infraestructura y docencia por parte de los Institutos de Geología y Geofísica, que culminaron con la creación de la Unidad de Investigación en Ciencias de la Tierra (UNICIT) en 1997, en el Campus Juriquilla, Querétaro. El Centro de Geociencias fue fundado en abril de 2002, a partir de la transformación de la UNICIT con la finalidad de crear un polo de desarrollo en el centro de México en donde se promueva la investigación geocientíficas de excelencia, la formación de recursos humanos de alto nivel y promueva la difusión de la ciencia en todos los ámbitos.

## **Misión**

La misión del Centro de Geociencias es ser un polo multidisciplinario dedicado a la generación del conocimiento y a la formación de recursos humanos en el campo de las Geociencias, con particular atención a la evolución geológica de México y a su relación con los procesos geodinámicos, así como en la atención a problemas nacionales de índole social y económica como son los peligros naturales y los recursos naturales y energéticos.

## **Visión**

El campo de las Geociencias está en continua evolución, con un incremento en la competitividad en cuanto al avance en los conocimientos científicos, así como en la demanda por parte de la sociedad para atender los problemas y proponer soluciones para atender fenómenos naturales, problemas ambientales y de recursos naturales y energéticos.

Para poder atacar estos puntos, es necesaria una labor sobre diferentes frentes, con un enfoque multi, interdisciplinarios e inclusive transdisciplinario. Si entendemos la Tierra como un sistema, mejor podremos entender los procesos a diferente escala espacio-temporal, y hacer predicciones válidas con importantes implicaciones hacia la sociedad.

En esta perspectiva, el futuro del Centro de Geociencias será de manera preponderante interdisciplinario, con desarrollo de investigación de frontera en las geociencias, manteniendo su liderazgo en investigación y docencia a través de la calidad de sus aportaciones y el reconocimiento de los investigadores o especialistas formados en la entidad.

## **2. Diagnóstico externo: Análisis del entorno internacional, nacional y local**

Las geociencias en México y en el mundo han avanzado de manera muy rápida y sustantiva en cuanto a su contribución al estudio de los procesos terrestres y su interacción con la atmósfera. Asimismo, hay una demanda creciente por parte de la sociedad para resolver problemas que atañan a la población y al desarrollo económico, como son los peligros naturales (inundaciones, sismos y erupciones volcánicas), contaminación ambiental, cambio climático, recursos naturales y energéticos con particular énfasis en las energías renovables. Los recientes acontecimientos (sismos del 19 de



septiembre del 2017 en México y la erupción del Volcán de Fuego del 2018 en Guatemala) son solamente un ejemplo que demuestra la necesidad de seguir impulsando los estudios en Ciencias de la Tierra en México, con investigaciones de fronteras y la formación de especialistas con impacto a nivel nacional e internacional, y que permita prever y atender las múltiples formas de interacción de los geosistemas con la sociedad

## **2.1 Entorno internacional**

A nivel internacional los temas de mayor relevancia y de interés político, económico y social en el campo de las geociencias se centran en cuatro temas principales: 1) Recursos naturales, incluyendo minerales, hidrocarburos, energía geotérmica y agua; 2) Cambio climático y degradación del medio ambiente; 3) Peligros naturales 4) Geodinámica terrestre (fuente IGCP-UNESCO). Sobre estos temas las organizaciones mundiales están concentrando esfuerzos y recursos para resolver problemáticas de las cuales depende el desarrollo social y sustentable del planeta. El conocimiento de los recursos naturales, incluidos los recursos minerales, los hidrocarburos, la energía geotérmica y el agua, y su gestión, es la primera línea de la lucha por un desarrollo más sostenible y equitativo. La explotación ambientalmente responsable y sostenible de estos recursos es un desafío para la investigación en geociencia. Los cambios en el clima y de la vida en la Tierra se conservan en el registro geológico (sedimentos terrestres y oceánicos, y registros de fósiles de plantas y animales) y su estudio es de vital importancia para entender los desafíos actuales y las formas de mitigar y gestionar el daño ambiental. Los peligros naturales incluyen terremotos, actividad volcánica, deslizamientos de tierra, tsunamis, inundaciones, y peligros para la salud originados por la exposición a algunos materiales geológicos, y pueden variar desde eventos locales como un deslizamiento de rocas o erosión costera hasta eventos que amenazan a la humanidad como un supervolcán o impacto de meteorito. Se hace necesario emprender investigaciones para comprender mejor estos peligros y contribuir al establecimiento de políticas basadas en información científica para la gestión del riesgo geológico, y la mitigación de desastres con impacto en diversas ramas de la sociedad. Así mismo, el estudio, comprensión y gestión de los sistemas hídricos subterráneos, la hidrogeología, así como la contaminación y la vulnerabilidad de los sistemas de agua es crucial para la realización de las actividades humanas y la vida en la Tierra. Finalmente, nuestro entorno habitable está vinculado y controlado por procesos que ocurren en las profundidades de la Tierra y de los cuales depende la exploración, distribución y gestión de los recursos naturales y de los recursos de aguas subterráneas, así como el estudio y la mitigación de los peligros naturales, como los terremotos y las erupciones volcánicas, entre otros. La comprensión de la actividad natural de estos sistemas, así como la posible vulnerabilidad forzada por efectos antropogénicos es también una de las principales ramas de investigación a nivel global

## **2.2 Entorno Nacional**

Las prioridades en los temas de investigación geocientíficas identificadas en el entorno internacional están igualmente presentes en el entorno nacional. Entre los 17 objetivos del desarrollo sostenible definidos por las ONU como retos para el 2030, destacan nuevamente temas de Energía Renovable y no Contaminante, Acción por el Clima, Agua y Saneamiento, Vida de Ecosistemas Terrestres, y Educación de Calidad. Estos mismos retos han sido considerados por México para ser incluidos en la nueva Ley de Ciencia y Tecnología, con la intención de implementar medidas y acciones hacia un desarrollo sustentable de México. Estos temas prioritarios han impulsado cambios en el enfoque de la investigación en México, así como en la gestión de recursos. En los últimos años





(UNAM y UMICH) y de Querétaro en donde de los 47 miembros, 39 son académicos del CGEO. Estos datos demuestran como el Centro de Geociencias representa una entidad líder en investigaciones geocientíficas en el centro del país y se ubica entre las primeras a nivel nacional.

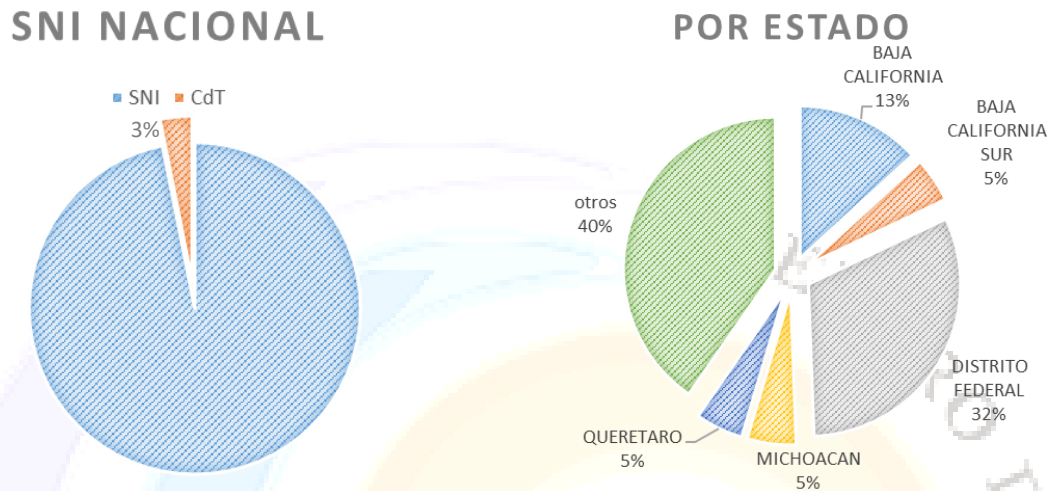


Fig. 2. Miembros del Sistema Nacional de Investigadores de Ciencias de la Tierra (área 1) respecto a la población nacional y distribución por estado.

### 2.3 Entorno Local

El Centro de Geociencias representa una entidad académica que por su naturaleza se ha impuesto en su entorno como una entidad reconocida para la calidad de su investigación, formación de recursos humanos e impacto en la sociedad en el campo de las geociencias.

A nivel regional el Centro representa la única entidad que desarrolla investigación en las Geociencias, y que ha jugado un papel importante en apoyar problemas sociales ligados a fenómenos naturales. En particular es evidente la contribución del Centro en estudios ligados a recursos hídricos y de contaminación en Querétaro y estados aledaños, incluyendo estudio integral del acuífero de Querétaro y su área de recarga, evaluación de la emisión y dispersión de mercurio en las zonas mineras de la Sierra Gorda, contaminación por radioactividad de agua en los pozos en San José Iturbide e incidencia de cáncer pulmonar en zonas aledañas a la ciudad de San Miguel de Allende, en el Estado de Guanajuato. Para el estudio de la sismicidad en el Estado de Querétaro se está implementando una red sismológica a nivel estatal en colaboración con Protección Civil del Estado, y para el área conurbana se han desarrollado estudios de fracturamiento, hundimiento y su relación con problemas estructurales en viviendas. Las investigaciones ante mencionadas han sido de beneficio para las autoridades estatales de Protección Civil y Comisión del Agua y Alcantarillados, entre otros.

El impacto en la formación de recursos humanos se ve reflejado a nivel regional y nacional. La Licenciatura en Ciencias de la Tierra de la ENES Campus UNAM-Juquilla, en la cual el Centro participa, representa una oportunidad única para estudiantes de la región centro y norte del país, para cursar una carrera en Ciencias de la Tierra. Además, el Centro recibe a muchos estudiantes de licenciatura desde diferentes Facultades y Escuelas Nacionales, para realizar sus prácticas profesionales, que en la mayoría de los casos culminan en la realización de una tesis para la obtención

del grado. Durante los últimos ocho años se recibieron a más de 100 estudiantes de todo del país. De las entidades de procedencia destacan la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Autónoma de Guerrero y el Tecnológico de Ciudad Madero por número de estudiantes, así como la Universidad de Chiapas y del Tecnológico Venustiano Carranza en Puebla por su lejanía desde el Centro. El Centro es sede foránea del Posgrado en Ciencias de la Tierra, y en cuanto a número de estudiantes, es la tercera entidad después del Instituto de Geofísica y el Instituto de Geología. También en este caso, los estudiantes mexicanos provienen de todo el país, y se registra un importante número de estudiantes extranjeros, provenientes principalmente de Colombia, Italia y España.

En cuanto a la difusión, es relevante la presencia del Centro de Geociencias en ámbito regional con la organización de actividades educativas para mejorar la enseñanza de la ciencia en los diferentes niveles de educación, con la organización de talleres, entre ellos destacan la organización del Taller de Ciencias para Jóvenes (este año en su 8ª edición) dirigido a estudiantes de preparatoria a nivel nacional y a nivel regional, la organización de la Semana de la Tierra (8ª edición), la participación en la Expocytq para público en general, y el Pasaporte al conocimiento científico para niños de primaria, entre otros. Por otro lado, es importante resaltar la producción de material didáctico para la enseñanza de la ciencia a diferentes niveles de educación, con la publicación de 8 libros de la serie “Cadena para la Ciencia” sobre diferentes temas que ayudan en la explicación de procesos físicos ligados a la ciencia de la tierra, 3 de los cuales han sido traducidos al inglés, alemán, italiano, francés y chino para su difusión a nivel internacional. Estas actividades han resultado beneficiadas por el apoyo económico a través de convenios con el CONCYTEQ y los gobiernos de los Estado de Querétaro y de Guanajuato. Finalmente, el Centro de Geociencias participa activamente en los medios locales de radio, televisión y publicaciones periódicas ofreciendo entrevistas y publicando notas sobre la investigación que se realiza en el Centro y su impacto en la región.

### 3. Diagnóstico interno

En el siguiente apartado se presenta un diagnóstico interno sobre la planta académicas, investigación, docencia y formación de recursos humanos, así como actividades de difusión y vinculación desde la formación del CGEO en el 2002 hasta la fecha, y de los procesos que se realizan a nivel administrativo.

#### 3.1 Planta académica

Los académicos del Centro de Geociencias están organizados en tres áreas: Geología, Geoquímica y Geología sin embargo, esta división tiene más un fin administrativos que de desarrollo de las líneas de investigación, ya que la mayoría de ellas son multidisciplinarias.

Desde su creación en el 2002, el CGEO ha incrementado su planta académica en un 1/3. Actualmente se compone de 37 investigadores (además de una plaza en proceso de asignación y dos vacantes), y 19 técnicos académicos (además de una plaza actualmente congeladas por demandas legales) por un total de 60 plazas respecto a las 39 vigentes en el 2002.

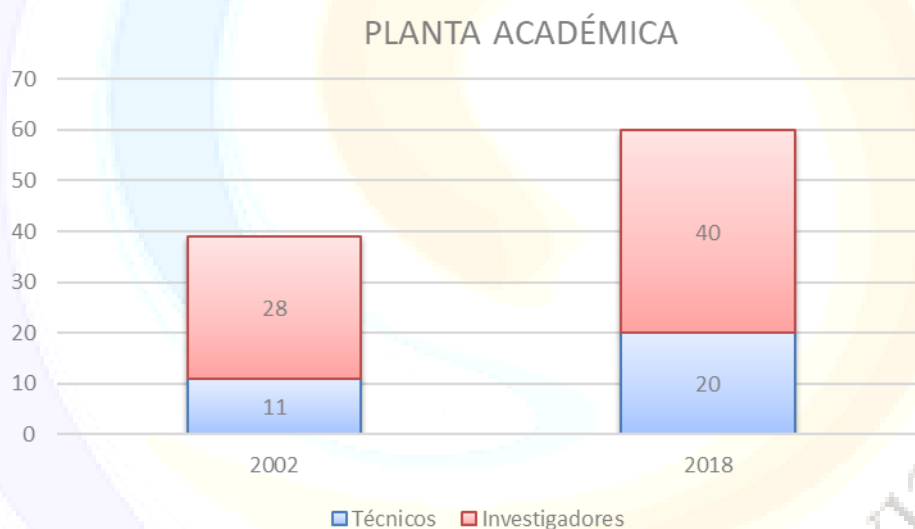


Figura 3. Cambio de la planta académica desde la creación del CGEO

Además, el Centro cuenta con 4 cátedras CONACYT, lo que da un total de 64 académicos desarrollando investigación. El promedio de edad de la planta académica es de 52.5 años con un mínimo de 27 y un máximo de 80 años, y de 21 años en cuanto a antigüedad académica. De los investigadores, el 64% es representado por las categorías de mayor nivel, con 13 académicos Titulares C y 11 Titulares B, y los demás se distribuyen en un 12% como titular A (10) y 11 % como Asociado C (4). Estos números apuntan claramente a la madurez y consolidación de la planta académica, sin embargo, también evidencian una escasez de jóvenes investigadores que podrían impulsar aún más el desarrollo de la investigación en el CGEO. El 86% tiene nombramiento definitivo (33 académicos), dos son por obra determinada y 3 con nombramiento interino. El 43 % de los investigadores pertenece al Nivel C del PRIDE, el 32% al Nivel D, el 22% al Nivel B y solo 1 investigador tiene el Nivel A.

El 89% pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, con el 40% (15) en el nivel 2 y el 24% (9) en el nivel 3.

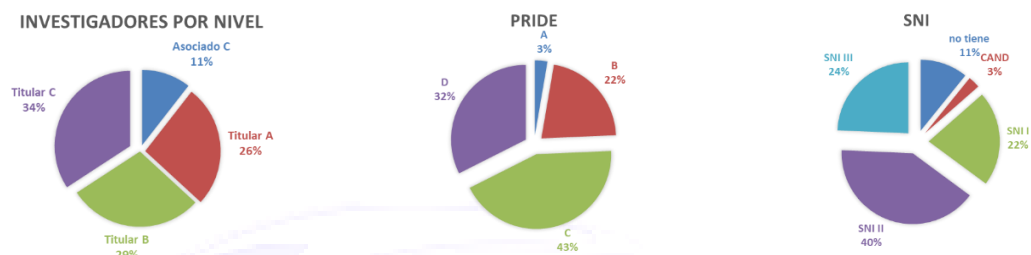


Figura 4. Niveles y categorías de los Investigadores al 2018

En cuanto a los técnicos académicos, su nivel en categoría y estímulos refleja la variabilidad de las actividades que cada uno de ellos desarrolla, desde actividades en la biblioteca del Campus UNAM Juriquilla (2), servicio de cómputo (2), apoyo al mantenimiento de la infraestructura (1), actividad editorial (2) y trabajo analítico en los laboratorios (12). En particular, los técnicos académicos que desarrollan actividades de apoyo a la investigación en los laboratorios son aquellos que tiene un mayor nivel de especialización (cinco con doctorado) y que por eso han podido acceder a los niveles más altos (cuatro titulares C) y ser miembros del SNI (tres en el nivel 1). Un aspecto importante que pone en evidencia este análisis es el reducido número de técnicos por investigador equivalente a 0.5, que se reduce de manera importante si se considera que, de los 19 técnicos, solamente 12 son de apoyo a los 20 laboratorios y tres talleres con los cuales cuenta el CGEO.

### 3.2 Producción primaria

Al hacer un análisis del CGEO como entidad, los índices lo posicionan por arriba del Subsistema de la Investigación Científica y al mismo nivel que los Institutos afines a nuestra disciplina (Instituto de Geología y de Geofísica) ya que para el periodo 2017-2018 se reporta un valor de 2.4 artículos publicados en revistas del SCI por investigador. Al mismo tiempo, al analizar las coautorías de los artículos se puede fácilmente apreciar la colaboración de los investigadores entre las distintas áreas del centro, lo que pone nuevamente en evidencia la característica del Centro de Geociencias en ser un polo multidisciplinario, manteniendo un equilibrio general en las actividades en las 10 líneas de investigación que se desarrollan en el centro, a saber (ver Anexo 1 para descripción detallada):

- Procesos geodinámicos de la litósfera
- Estructura y deformación de la corteza terrestre
- Estratigrafía y evolución de las provincias geológicas de México
- Evolución de centros volcánicos
- Procesos magmáticos y metamórficos, y su relación con la tectónica de placas
- Geosistemas ambientales
- Análisis y evaluación de peligros naturales
- Variaciones de campo geomagnético: procesos internos y externos, y Relaciones Sol-Tierra
- Recursos energéticos y minerales
- Análisis y modelación de Sistemas Complejos y procesos no lineales

El análisis de publicaciones por año muestra una clara tendencia positiva que refleja la consolidación de los académicos en sus líneas de investigación. Desde el 2002, aunque el número de investigadores

ha incrementado solamente de un 30% de la planta actual, la producción primaria muestra un incremento del 370% respecto a los datos del 2002, tendencia que se ve confirmada en los últimos dos periodos. Es importante mencionar que esta productividad no ha sido el resultado de una elevada tasa de publicación de contados investigadores, sino una contribución de todos los investigadores que forman parte del Centro, la cual a lo largo del tiempo tiende a ser más equitativa.



Figura 5. Comparación entre número de investigadores y publicaciones indizadas en el periodo 2002-2018

Los temas principales objetos de las publicaciones se centran en (en orden alfabético):

- **Evolución tectónica y magmática Cretácico-Cenozoica de México. Modelos de evolución geológica de diferentes provincias de México como la Faja Volcánica Mexicana, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre del Sur, Golfo de California y Norte de México, Golfo de México.**
- **Innovaciones en los métodos de inversión para caracterizar fuentes sísmicas.**
- **Caracterización sismotectónica de la República Mexicana con fines de riesgo sísmico (base del reglamento de construcción de CFE entre otras).**
- **Monitoreos sísmicos tectónicos y volcánicos.**
- **Caracterización de esfuerzos tectónicos por métodos sismológicos.**
- **Identificación de paleosismos en fallas del Cinturón Volcánico Mexicano.**
- **Estudios de microporosidad por microtomografía de rayos X. Caracterización 3D de alta precisión de la estructura interna de materiales sólidos.**
- **Evaluación de peligros volcánicos.**
- **Fractales y rocas digitales en sistemas complejos multivariantes aplicados a problemas de permeabilidad de reservorios de hidrocarburos**
- **Fenómenos de subsidencia, fracturamiento y geomecánica, preferentemente en áreas urbanas**



- **Geodinámica computacional a través de modelado numérico mediante el empleo de equipos de supercómputo.**
- **Geocronología y termocronología: Fechamiento de cristales sencillos y microanálisis por los métodos de U/Pb, U/Th, y recientemente los métodos de Ar/Ar y de trazas de fisión.**
- Investigaciones multidisciplinarias de exploración geotérmica. Integración de métodos innovadores y tradicionales de tipo geológico, geoquímico y geofísico.
- Monitoreo volcánico y sistemas de alerta para lahares
- Modelado analógico de deformación cortical mediante métodos innovadores de tipo multiescalar.
- **Paleogeografía y variación secular del campo magnético**
- **Petrogénesis de arcos volcánicos continentales, particularmente en la Faja Volcánica Mexicana.**
- **Relación entre el registro paleontológico y geológico**
- Paleosismología. Reconstrucción de eventos sísmicos en el pasado.

Los temas de investigación antes mencionados se pueden agrupar en dos categorías principales, aquellos que representan líneas de investigación consolidadas a lo largo de varios años (*en negrita*), y para las cuales el Centro es reconocido a nivel nacional e internacional y que necesitan apoyo institucional para mantenerse en el nivel alcanzado con la contratación de personal académico joven y que contribuya con aportaciones originales, y un segundo grupo, de temas emergentes en México y que igualmente requieren ser fortalecido con la contratación de personal académico siempre con la visión multidisciplinaria que caracteriza la investigación en el centro de Geociencias.

### 3.3 Recursos

En cuanto a recursos captados para la investigación, los proyectos de ciencias básicas como de tradición han sido apoyados ampliamente por los fondos PAPIIT-DGAPA y por las diferentes convocatorias de Fondos CONACYT, mientras que los montos más importantes se han conseguido a través de consorcios nacionales (CEMiE) e internacionales (EU, GEMEX) y fondos SENER.

Tabla 1. Número de proyectos por convocatorias

	<i>PAPIIT</i>	<i>PAPIME</i>	<i>CONACYT</i>	<i>SENER- CONACYT</i>	<i>CeMIE+ GEMEX</i>
2004	15		18		
2005	22		21		
2006	14		20		
2007	24		6		
2008	23	1	9		
2009	20	2	11		
2010	20	2	12	1	
2011	25	1	16	2	
2012	23	1	15	3	
2013	17	2	11	3	
2014	20	1	5	3	3
2015	21	4	9	1	3

2016	21	6	10	2	6
2017	18	7	10	2	6
2018	16	5	8	1	6

Otra importante fuente de recursos consiste en los convenios realizados con empresas públicas y privadas, así como con entidades estatales y federales y con el sector de educación. La realización de dichos convenios es de fundamental importancia para poder incrementar los ingresos extraordinarios del Centro y así desarrollar en mejores condiciones las actividades académicas, de difusión y de divulgación a nivel institucional. Del análisis de convenios realizados durante los últimos 10 años es evidente un decremento importante en el número de convenios firmados, sobre todo en respuesta a cambios importante en la empresa pública (i.e. PEMEX). Por lo anterior es prioritario desarrollar nuevas estrategias y búsqueda de oportunidades en el sector público y privado para mejorar este rubro. Para eso es fundamental poder contar en el organigrama del Centro con una persona dedicada a la labor de vinculación.

*Tabla 2. Ingresos extraordinarios por convenios*

año	número	monto total	salarios mínimos
2004	2	\$778,333.00	576
2005	5	\$49,300,000.00	35,133
2006	3	\$2,971,000.00	2,034
2007	12	\$12,346,406.00	8,138
2008	7	\$7,577,001.00	4,804
2009	5	\$6,964,382.00	4,236
2010	5	\$8,875,580.00	5,151
2011	5	\$6,289,920.00	3,506
2012	6	\$5,680,590.00	3,039
2013	5	\$4,845,782.00	2,495
2014	4	\$5,358,964.00	2,655
2015	1	\$1,422,000.00	676
2016	4	\$9,707,680.00	4,430
2017	3	\$5,015,600.00	2,088
2018	3	\$3,124,000.00	1,178

### 3.4 Laboratorios

Desde su inicio, la creación de laboratorios de investigación ha sido una prioridad para el Centro de Geociencias. En el 2002 el CGEO contaba con 11 laboratorios, y en la actualidad se cuenta con 20 laboratorios y 3 talleres. Entre ellos destacan el Laboratorio de Estudios Isotópicos (LEI), el de Microtomografía de Rayos X (LUMIR) y el de Geocronología de Ar/Ar (LiGAR), que por sus características son únicos en México, y que ofrecen servicio externo, permitiendo la captación de recursos extraordinarios que hacen que dichos laboratorios sean autosustentables. Es de destacar nuevamente que solamente 12 técnicos académicos realizan actividades de apoyo a la investigación en los 20 laboratorios, número insuficiente y que requiere ser incrementado para ampliar la capacidad analítica para ofrecer servicios externos.

### **3.5 Docencia y Formación de recursos humanos**

El Centro es Sede del Posgrado en Ciencias de la Tierra, y ha participado activamente como entidad co-responsable en la Licenciatura en Ciencias de la Tierra con sede en la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de la Facultad de Ciencias que tuvo inicio en el 2010 en el Campus UNAM Juriquilla. Desde principio del 2017 el Centro se ha involucrado en la conformación de la ENES Juriquilla en donde a partir de agosto 2018 arrancó la misma Licenciatura, siendo el CGEO y la Facultad de Ciencias entidades participantes. La formación de recursos humanos en el CGEO ha tenido un incremento relevante, sobre todo en los últimos 8 años, gracias también a la labor del responsable(s) del posgrado en mantener criterios rígidos y seguimiento constante de los estudiantes, siempre en apego a la normatividad vigente. En el periodo del 2010 al 2018 se han graduado un total de 196 estudiantes, de los cuales 31 son de Doctorado, 91 de Maestría y 74 de Licenciatura. Esto representa un promedio anual de 3.9 de Doctorado, 11.38 de Maestría y 9.25 de Licenciatura, para los últimos 8 años. Es relevante notar la demanda creciente por parte de aspirantes extranjeros, desde Latinoamérica así como Europa, lo que demuestra su reconocimiento a nivel internacional

### **3.6 Difusión y Divulgación.**

En cuanto a difusión el Centro edita la Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, revista indizada (FI 0.935) y una de las de mayor impacto entre las revistas latinoamericanas en el ámbito de la Geociencias. En 2017, en asociación con los otros geo-institutos de la UNAM, se ha lanzado la Revista *Terra Digitalis*, para la publicación de mapas temáticos arbitrados, con estándares internacionales para que en unos años pueda ser incluida en los índices de prestigio.

En cuanto a actividades de divulgación, como tradición el Centro organiza eventos dirigidos al público en general y talleres para alumnos y maestros para los diferentes niveles de educación. Entre ellas destaca la organización de la Semana de la Tierra, la participación con un módulo de Feria en la Expocytex, los talleres para Jóvenes y profesores. Finalmente, en el centro se publica la serie de libro de Cadena para las ciencias, diseñados para mejorar a través de experimentos el conocimiento básico de las ciencias. Inspirados a esta serie de libro, se imparten talleres a alumnos y profesores de educación primaria para fomentar el aprendizaje del conocimiento científico.

### **3.7 Administración**

La administración se ha ido organizando de manera consecuente a los cambios requeridos por la administración central en cuanto a trámites administrativos. Se ha sufrido de un incremento constante en solicitud de información con frecuencia trimestral por parte de las diferentes entidades institucionales, y al mismo tiempo un cambio en la normatividad para la aplicación de recursos que los académicos ejercen de manera directa. La secretaría administrativa cuenta con el Secretario Administrativo, tres plazas de personal de confianza y 13 de base, para llevar a cabo actividades en cuanto a trámites administrativos del personal, adquisiciones nacionales e internacionales de bienes y suministro, administración de recursos institucionales y externos, la gestión del presupuesto del Centro y de los proyectos de investigación. Aunque los procesos ante mencionados se cumplen, todavía hace falta mejorar la gestión de recursos, optimizar la realización de trámites administrativos y reducir a los académicos la carga burocrática.

### **3.8 Vida Académica**

El Centro de Geociencias es una entidad en donde frecuentemente se organizan eventos de convivencia con la comunidad académica y los estudiantes. Se organizan ciclos de seminarios que

dan pie a la discusión sobre temas relevantes en las Geociencias. Los estudiantes de posgrado gozan de espacios exclusivos para la realización de sus actividades académicas por lo que frecuentan diariamente el centro e interactúan continuamente con el personal académico. Además, en el Centro opera el Colegio del Personal Académico que se reúne periódicamente para la discusión de temas relacionados a diferentes aspectos de la vida académica del campus, del centro y de la universidad, con el fin de proponer mejoras ante las autoridades correspondiente del Centro.

#### **4. Retos: Determinación de objetivos y prioridades para el corto, mediano y largo plazos**

Con base en el diagnóstico antes presentado, se desprende que el Centro de Geociencias es una entidad consolidada, referente en temas de investigación geocientífica a nivel nacional e internacional, y atractivo para estudiantes de licenciatura y posgrado de diferentes estados de México y del extranjero. El desempeño académico del Centro es comparable a otros institutos similares dentro de la UNAM, con liderazgo en líneas de investigación que no se realizan en otras instituciones, y con presencia y relevancia científica a nivel internacional. Sin embargo, se evidencian también varios puntos que necesitan ser considerados en el plan de desarrollo para incrementar la calidad de la investigación que aquí se realiza y potenciar su desarrollo en temas prioritarios. Entre ellos destacan un proceso de renovación y fortalecimiento de la planta académica a corto y mediano plazo en las diferentes áreas de investigación y laboratorios; incrementar las actividades de difusión y divulgación de la labor que se realiza en el centro a nivel nacional e internacional; impulsar la formación de recursos humanos hacia la excelencia. A corto plazo es necesario implementar nuevas estrategias de captación de recursos extraordinarios, y facilitar a los académicos el ejercicio de los recursos asignados para que la labor académica se lleve a cabo en mejores condiciones. Las acciones que se definen en los diferentes programas de este plan de desarrollo están encaminadas en concretar a mediano plazo (4 años) la transformación del Centro de Geociencias a Instituto de Geociencias, con un impacto inmediato en cuanto a la consolidación y relevancia a nivel nacional del Campus UNAM-Juriquilla, al fortalecimiento de las Geociencias en el Centro y Norte del País, y la generación de oportunidades para estudiantes de México y del Extranjero.

## 5. Plan de Desarrollo

El presente plan de desarrollo está estructurado con base en los 17 programas incluidos en el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad 2015-2019. Para cada programa estratégico se indican objetivos y metas globales. Cada programa se divide en diferentes proyectos, y para cada uno de ellos se indican las líneas de acción a seguir, las metas, los indicadores y los mecanismos de evaluación (en caso de que aplique).

Programas estratégicos	Objetivos	Proyectos
1. Superación y reconocimiento de la planta académica	Consolidar la planta académica a través de programas que promuevan el desarrollo académico y su promoción con el establecimiento de mecanismos de evaluación que permitan reconocer formalmente actividades académicas diversas y con base en una evaluación cuantitativa y cualitativa.	1.1. Revisión de los criterios de evaluación 1.2. Promoción del personal académico 1.3. Crecimiento y renovación de la planta académica
2. Investigación	Posicionar al Centro de Geociencias como líder a nivel nacional e internacional en temas de frontera a través de investigación multi- e interdisciplinaria con particular atención a estudios sobre la evolución geológica de México y su relación con procesos geodinámicos y paleoambientales, así como en la atención a problemas nacionales de índole social y económica como son los peligros naturales y los recursos naturales y energéticos.	2.1 Actualización y fortalecimiento de las líneas de investigación 2.2 Fortalecimiento de la investigación multidisciplinaria 2.3 Mejora de la calidad de la investigación 2.4 Fortalecimiento de los servicios de laboratorios y propuesta de formalización de laboratorios nacionales. 2.5 Actividad editorial
3. Mejora de la educación universitaria y apoyo a la formación de alumnos	Fortalecer la formación de recursos humanos de calidad a nivel licenciatura y posgrado en función de las oportunidades laborales y retos de la sociedad. Propiciar un ambiente favorable al desarrollo de las actividades de los estudiantes y de interacción con las actividades académicas que se realizan en el centro. Impulsar actividades de superación académicas de los estudiantes con la realización de estancias de	3.1 Revisión planes de estudio 3.2 Programas de intercambio 3.3 Organización de actividades académicas 3.4 Oferta de diplomados y cursos de actualización con valor curricular



	investigación en entidades nacionales e internacionales.	
4. Participación de la UNAM en el desarrollo nacional	Fortalecer actividades de vinculación con el sector público y privado para impulsar la investigación aplicada hacia la atención de problemas nacionales. Impulsar la difusión del conocimiento científico para la comunidad y mejorar el aprendizaje de las ciencias en los niveles de educación básica.	4.1 Vinculación 4.2 Fomento de la ciencia a distintos niveles de educación. 4.3 Incidir en las políticas sociales relacionadas a fenómenos naturales y aprovechamiento de recursos naturales
5. Proyección nacional e internacional	Acrecentar el liderazgo del Centro del Geociencias incentivando la cooperación nacional e internacional, posicionándolo como uno de los principales centros de investigación geocientíficos de América Latina	5.1 Convenios de cooperación de intercambio académico 5.2 Organización de eventos académicos 5.3 Actualización de la página web del centro 5.4 Posicionamiento del Centro de Geociencias como un referente en divulgación de las geociencias en Iberoamérica, o américa latina, o habla española.
6. Tecnología de la Información y comunicación	Mejorar el acceso, uso y aplicación de las tecnologías de información y comunicación para un desarrollo óptimo de las actividades académicas que se realizan en el Centro.	6.1 Consolidar el servidor del CGEO 6.2 Mejorar el sistema de conexión de red y de telecomunicación 6.3 Modernización de servicios digitales de apoyo a la comunidad del CGEO.
7. Normatividad, gestión y administración universitaria	Revisar y actualizar la normatividad interna de acuerdo con los cambios en la organización del Centro por su crecimiento académico, de infraestructura, y a la conformación de subcomisiones. Reestructurar la función administrativa en el Centro con un enfoque de apoyo a la Dirección y al personal académico del Centro. Revisar los procesos administrativos y proponer mejoras para simplificar los requerimientos administrativos en la gestión de recursos de investigación.	7.1 Revisión y actualización del Reglamento Interno del Centro 7.2 Revisión y actualización de los procesos administrativos 7.3 Gestión e informatización de las actividades académicas.

8. Presupuesto e infraestructura	Optimización de los recursos presupuestales, e de los servicios de mantenimiento a la infraestructura. Ampliación y renovación de los espacios para la realización de actividades con un enfoque que minimice el impacto ambiental	8.1 Ahorro presupuestal 8.2 Crecimiento en infraestructura
9. Desarrollo institucional	Transformación del Centro de Geociencias a Instituto de Geociencias	

### **5.1 Programa 1. Superación y reconocimiento de la planta académica.**

#### **Objetivos**

Consolidar la planta académica a través de programas que promuevan el desarrollo académico y su promoción con el establecimiento de mecanismos de evaluación que permitan reconocer formalmente actividades académicas diversas y con base en una evaluación cuantitativa y cualitativa.

#### **Metas globales**

Implementar criterios de evaluación integral para la evaluación justa del personal académico.

Facilitar los procesos de superación del personal académico.

Renovar la planta académica a través de programas institucionales, y aprovechamiento de programas postdoctorales y de cátedra.

#### **Proyecto 1.1. Revisión de los criterios de evaluación**

Acciones. Revisión de los criterios de evaluación actuales, y propuesta de nuevos lineamientos encaminados a la evaluación integral de investigadores y técnicos académicos, privilegiando la calidad sobre la cantidad y reconociendo la diversidad de los productos de la investigación.

#### *Metas*

- *Establecimiento de indicadores cuantitativos y cualitativos para la evaluación de los informes anuales en cuanto a producción académica, formación de recursos humanos y docencia, actividades de difusión y divulgación.*
- *Establecimiento de indicadores cualitativos y cuantitativos para la promoción del personal académico en los diferentes niveles.*
- *Establecimiento de criterios internos para la obtención de la definitividad*

#### *Indicadores*

- *Presentación y aprobación de criterios de evaluación.*

#### **Proyecto 1.2. Promoción del personal académico**

Acciones. Motivar la promoción en niveles superiores del personal académico consolidado. Apoyar en la realización de actividades de superación académica a los técnicos académicos para que puedan alcanzar niveles superiores.

*Metas:*

- *Consolidar la planta académica en los niveles más altos.*
- *Incrementar el número de solicitudes en el marco del Programa de Apoyos para la Superación del Personal Académico de la UNAM (PASPA).*

*Indicadores:*

- *Número de académicos por categoría y nivel.*
- *Número de solicitudes para la realización de actividades curriculares*

Proyecto 1.3. Crecimiento y renovación de la planta académica

*Acciones.* Renovar la planta académica a través del programa de Renovación de la Planta Académica (REVOL-TC y SIJA) y negociar con las autoridades la posibilidad de obtener nuevas plazas para el fortalecimiento de los grupos multidisciplinarios que realizan investigación en temas de frontera de ciencia básica y de atención a problemas nacionales. Ofertar estancias postdoctorales en el Centro, así como buscar la asignación de cátedras en las convocatorias de CONACYT.

*Metas*

- *Contratación de jóvenes investigadores en las principales áreas de investigación*
- *Contratación de técnicos académicos para el fortalecimiento de la oferta analítica de los laboratorios institucionales*
- *Contratación de postdoc a través de distintas modalidades*
- *Participación en las convocatorias de cátedras CONACYT*

*Indicadores*

- *Número de investigadores y técnicos académicos adscritos al CGEO*
- *Número de postdoc y cátedras CONACYT*

**5.2 Programa 2. Investigación**

**Objetivos**

Posicionar al Centro de Geociencias como líder a nivel nacional e internacional en temas de frontera a través de investigación multi- e interdisciplinaria con particular atención a estudios sobre la evolución geológica de México y su relación con procesos geodinámicos y paleoambientales, así como en la atención a problemas nacionales de índole social y económica como son los peligros naturales y los recursos naturales y energéticos.

**Metas globales**

Fortalecer y consolidación de líneas de investigación tradicionales e impulso de líneas emergentes. Apoyar la conformación de grupos de investigación para impulsar la realización de proyecto multidisciplinarios en temas de frontera en el campo de las Geociencias. Impactar a nivel internacional con la publicación de contribuciones originales en revistas del alto impacto. Impulsar las revistas que se editan en el Centro y definir estrategias para incrementar su impacto. Fortalecimiento de la infraestructura científica del Centro.

Proyecto 2.1 Actualización y fortalecimiento de las líneas de investigación

Acciones. Actualización de las líneas de investigación con base en la producción científica reciente y al desarrollo de proyectos que han permitido consolidar áreas de investigación ya existentes, así como impulsar la investigación en líneas emergentes de las Geociencias. Se identifican las líneas que requieren ser fortalecidas con la contratación de nuevo personal académico, así como aquellas que necesitan una renovación del personal académico para mantener su consolidación.

Con base en el diagnóstico realizado sobre las líneas de investigación vigentes, y las contribuciones científicas más relevantes realizadas en los últimos años, se propone la siguiente actualización de líneas ya existentes, así como la creación de tres nuevas líneas que por sus contribuciones se han consolidado a nivel institucional:

#### **Actualización de líneas preexistentes:**

- Procesos geodinámicos de la litósfera
- Estructura y deformación de la corteza terrestre
- Estratigrafía, tectónica y evolución de las provincias geológicas de México
- Evolución de centros volcánicos
- Geosistemas Ambientales
- Petrogénesis de arcos volcánicos continentales (*antes Procesos magmáticos y metamórficos y su relación con la tectónica de placas*)
- Análisis y evaluación de peligros naturales
- Paleogeografía y variación secular del campo geomagnético (*antes Variaciones de campo geomagnético: procesos internos y externos, y Relaciones Sol-Tierra*)
- Recursos energéticos y minerales
- Análisis y modelación de sistemas complejos y procesos no lineales

#### **Líneas nuevas:**

- Geocronología, geoquímica isotópica y termocronología
- Modelado numérico y analógico en las Geociencias
- Física de rocas: digital, experimental y analítica
- Big Geo-Data

Actualmente los académicos están agrupados en tres áreas del conocimiento, a saber: Geología, Geoquímica y Geología. Con la intención de fomentar la participación multidisciplinaria en el desarrollo de la investigación en las líneas antes mencionada, se propone la creación de tres grupos de investigación para el cambio formal de los nombres de las actuales áreas del conocimiento en: **Tierra Sólida, Geociencias Ambientales, Recursos Naturales y Energéticos**. Cada académico tendrá la libertad de decidir a qué área pertenecer, requisito necesario para cuestiones administrativas de organización del Centro, sin que eso sea una limitante para trabajar en cada una de las áreas antes mencionadas.

Considerando los temas de mayor demanda a nivel nacional, la relevancia de la investigación que se desarrolla en el centro, el crecimiento de la planta académica, el número de académicos participantes en las diferentes líneas de investigación antes mencionadas y la antigüedad de estos, será necesario renovar y fortalecer la planta académica.

Por lo anterior se proponen perfiles para la posible creación de nuevas plazas de investigadores en las siguientes líneas de investigación, sin establecer un orden de prioridad mismo

que será discutido por los órganos colegiados y con base en las necesidades que se vayan identificando:

- 1) Análisis y evaluación de peligros naturales. Los peligros naturales y la mitigación de sus efectos son entre los temas más recurrentes en las demandas a atender por la comunidad geocientíficas. Actualmente en el Centro existe un grupo bastante consolidado trabajando en la evaluación de los peligros volcánicos, del peligro sísmico y por hundimiento y fracturamiento. Sin embargo, es necesario cubrir el tema de investigación sobre los procesos de remoción en masa, eventos muy frecuentes y que han causado varias muertes en México, sobre todo durante eventos hidrometeorológicos extremos o disparados por sismos. Para eso, se requiere de un investigador con especialidad en el análisis de estabilidad del relieve, con conocimientos profundos en la definición de las propiedades geomecánicas de los macizos rocosos, y experto en el modelado numérico para la definición de las condiciones de estabilidad, y la evaluación de las posibles zonas de afectación. Con esta plaza, se fortalecería la línea de investigación en Peligros Naturales, posicionando al Centro de Geociencias como líder a nivel nacional sobre esta temática.
- 2) Geociencias ambientales. Los estudios relacionados al cambio climático están incluidos entre los temas de mayor prioridad por las diferentes organizaciones internacionales. En el Centro de Geociencias esta línea de investigación se ha fortalecido a lo largo de los últimos años, con un enfoque multidisciplinario desde el estudio de registros en estalagmitas y secuencias lacustres hasta detección de cambios en la actividad volcánica. En este sentido se plantea la contratación de un especialista que fortalezca un grupo multidisciplinario con un enfoque hacia el análisis de modelos climáticos globales con base en estudios de archivos de variación climática, oceánicos y continentales, en los que, a partir de indicadores geoquímicos y/o de magnetismo ambiental, sea posible identificar y caracterizar con mayor precisión las consecuencias ambientales del cambio climático.
- 3) Recursos minerales y energéticos. Los recursos minerales y energéticos son temas prioritarios a nivel nacional, con mucha demanda en cuanto a estudios para la identificación de nuevos yacimientos, de nuevas estrategias para la extracción, así como de fuentes energéticas alternativas. En el Centro de Geociencias se cuenta con investigadores y laboratorios altamente especializado, con un fuerte potencial de crecimiento. El grupo se vería fortalecido por la contratación de un joven especialista en análisis y modelado de fluidos hidrotermales o experto en métodos geofísicos para la definición de las características de los reservorios. Ambos perfiles podrían contribuir al grupo de trabajo multidisciplinario que actualmente trabaja en esta línea de investigación.
- 4) Paleontología de vertebrados. Desde la creación del Centro de Geociencias las investigaciones en Paleontología de Vertebrados han contribuido con aportaciones originales sobre la reconstrucción de la migración de mamíferos en el continente americano y su relación con los cambios paleogeográficos. La colección de fósiles con la cual se cuenta es única en el país, y gran parte de ella se encuentra todavía en proceso de estudio y clasificación debido a que solamente se cuenta con un investigador con especialidad en paleontología. Considerando las aportaciones recientes, el impacto que han tenido a nivel internacional, y la posibilidad de la creación de un Museo de Paleontología en San Miguel de Allende, se propone la contratación de un joven investigador para fortalecer y consolidar esta línea, promover nuevos estudios encaminados a confirmar los descubrimientos recientes, con la aplicación de nuevas



herramientas digitales para la clasificación de los fósiles, y fortalecer las colaboraciones internacionales posicionando al Centro de Geociencias como líder en este tema de investigación.

- 5) Paleogeografía y variación secular del campo geomagnético. El estudio del magnetismo en roca, sedimentos y artefactos tiene múltiples aplicaciones, desde la reconstrucción de paleoambientes hasta la determinación de la edad de asentamientos humanos prehistóricos, en donde otros métodos analíticos no han podido aportar información precisa. El Centro de Geociencias cuenta con el laboratorio de Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas con la capacidad analítica para poder extender los estudios que se realizan actualmente, a áreas de investigación multidisciplinaria con un enfoque hacia la arqueometría e inclusive al monitoreo de contaminación en bioregistros. La contratación de un joven investigador con la experiencia en el manejo de instrumentos especializados para la determinación de propiedades magnéticas podría reforzar esta área de investigación con aportaciones originales.
- 6) Estratigrafía, tectónica y evolución de las provincias geológicas de México. Esta línea de investigación es una de las de mayor fortaleza y tradición del Centro, muy consolidada y con especial énfasis en la reconstrucción de cuencas sedimentarias en ambiente continental. Para fortalecer esta línea de investigación se propone la contratación de un investigador con especialidad en estratigrafía de ambientes marinos, con énfasis en el estudio de carbonatos. Además de complementar el grupo multidisciplinario que actualmente colabora, el estudio de carbonatos es de particular interés para la evaluación del potencial de los yacimientos de hidrocarburos. Con la contratación de un académico con este perfil, y considerando la posible formalización del Laboratorio Nacional de Física de Rocas, el centro de Geociencias podría contribuir de manera relevante a proyectos enfocados al estudio de los hidrocarburos.
- 7) Modelado numérico y analógico en las Geociencias. Con la creación de esta línea se pretende fortalecer e impulsar los estudios en el campo de la geodinámica computacional con un enfoque original hacia la definición de diferentes procesos geodinámico incluyendo el estudio de estructura térmica en zonas de subducción y los mecanismos de ruptura de placas, tema todavía en debate a raíz del temblor ocurrido el 7 de septiembre del 2017 en la costa de Chiapas. Con la contratación de personal académico en esta línea se pretende ampliar las capacidades del Centro para el desarrollo de proyectos de investigación sobre los procesos geodinámicos desde escalas regionales a escalas globales, y así poner el Centro como líder en México en el área de la geodinámica computacional.
- 8) Big Geo-Data. Con la creación de esta nueva línea de investigación se busca incursionar en un campo novedoso de procesamiento de grandes bases de datos en las Geociencias. El concepto de Big Data involucra cómputo distribuido en múltiples servidores para el manejo de un gran volumen de información que no se puede llevar a cabo con arquitecturas convencionales. En el Laboratorio Nacional de Visualización Científica Avanzada en el Campus Juriquilla, se cuenta con la infraestructura necesaria para poder impulsar esta línea de investigación con un enfoque hacia el estudio de procesos geológicos complejo. Con la contratación de personal académico en esta línea, se podrá contribuir con aportaciones originales en áreas como la sismología, recursos energéticos entre otros, posicionando al Centro como pionero en México en la aplicación de tecnología de Big Data en el campo de las Geociencias.

### Técnicos académicos

- 1) Técnico de Campo. Varias líneas de investigación que se realizan en el Centro requieren mediciones de campo con equipo altamente especializado. Así mismo, algunos de estos equipos se quedan de manera temporal o permanente en campo por lo que requieren de un mantenimiento constante. Por lo anterior se requiere la generación de una plaza nueva de Técnico Académico para la contratación de un especialista con grado de maestría o doctorado, que tenga el conocimiento sobre el uso de equipo de campo (i.e. gravímetro, magnetómetro, sismómetro entre otros) y que dé apoyo a investigadores de diferentes líneas de investigación.
- 2) La nueva línea de investigación “Física de rocas: digital, experimental y analítica” propuesta en el presente plan se crea por el establecimiento de dos nuevos laboratorios (Microtomografía y Física de Rocas) con el potencial para que se agrupen con el fin de presentar una propuesta del Laboratorio Nacional de Física de Rocas, con un impacto relevante para el desarrollo de la investigación en este campo, y la oferta de servicios a empresas en el campo energético. Por lo anterior será importante contar con un técnico académico especializado, con grado de maestría o doctorado para que pueda coordinar y realizar las actividades necesarias.
- 3) Al establecer como línea de investigación formal la de Geocronología, Geoquímica Isotópica y Termocronología, se requiere la generación de una plaza nueva de Técnico Académico con grado de maestría o doctorado para realización de tareas de alta especialización.

### Metas

- *Formalización de 14 líneas de investigación*
- *Formalización de nuevos nombres para las áreas del conocimiento establecidas en el organigrama del Centro*
- *Creación de nuevas plazas para fortalecer líneas de investigación que necesitan ser consolidadas.*

### Indicadores

- *Número de plazas nuevas*

### Proyecto 2.2 Fortalecimiento de la investigación multidisciplinaria

Acciones. Impulsar la realización de proyectos multidisciplinario, entre académicos del Centro y académicos de otras dependencias nacionales y extranjeras. Identificar temas prioritarios a nivel nacional en donde el personal académico del Centro tiene experiencia y capacidad para realizar una investigación. Fomentar la confrontación entre académicos sobre temas de investigación para implementar un desarrollo más crítico de la investigación.

### Metas

- *Impulsar el desarrollo de proyecto multidisciplinarios financiado por fondos institucionales y externos.*
- *Fomentar la participación en proyecto a participación internacional sobre temas a escala global*
- *Organización de mesas de discusión para la identificación de posibles temas a ser propuestos en las principales convocatorias.*
- *Organización de seminarios de investigación*

#### *Indicadores*

- *Número de proyectos interdisciplinarios*
- *Número de seminarios o mesas de discusión organizados*

#### Proyecto 2.3 Mejora de la calidad de la investigación

Acciones. Fomentar la difusión de los resultados de la investigación en revistas de alto impacto.

#### *Metas*

- *Fomentar la realización de la investigación en temas de frontera con metodologías de trabajo innovadoras y apoyada por herramientas de vanguardia (experimentos y modelado numérico y analógico)*
- *Incrementar el número de publicaciones en revistas de alto Factor de Impacto*

#### *Indicadores*

- *Número de publicaciones*
- *Número de citas*
- *Número de publicaciones por investigador*
- *FH de los investigadores*
- *F.I. promedio de investigador*
- *F.I. promedio para el CGEO*

#### Proyecto 2.4 Fortalecimiento de los servicios de laboratorios y propuesta de formalización de laboratorios nacionales

Acciones. Identificar las acciones necesarias para el fortalecimiento de los laboratorios institucionales, incrementar el número de personal de apoyo en la investigación adscritos a los laboratorios, e identificar oportunidades para la propuesta de Laboratorio Nacionales. Fomentar el establecimiento de metodologías que permitan impulsar nuevas líneas de investigación, fortalecer las existentes, y conducir al posible establecimiento de convenios de colaboración y contratos de prestación de servicios analíticos e investigación. Fomentar la difusión a nivel nacional e internacional de las capacidades analíticas de los laboratorios del Centro.

#### *Metas*

- *Incrementar el número de técnicos académicos adscritos a los laboratorios universitarios del Centro*
- *Presentar propuestas a convocatoria para el Fortalecimiento de Infraestructura para renovar y mejorar el equipo analítico existente*
- *Propuesta de un laboratorio nacional*
- *Incrementar el número de servicios en aquellos laboratorios con la capacidad para poderlo hacer.*

#### *Indicadores*

- *Numero de Técnicos Académicos adscritos a los laboratorios*
- *Numero de servicios externos realizados por los laboratorios*
- *Aprobación de solicitud de Laboratorio Nacional*

### Proyecto 2.5 Actividad editorial

Acciones. Impulsar las revistas que se editan en el Centro para su consolidación a nivel de índices internacionales. Fortalecer el departamento editorial en cuanto a recursos humanos y técnicos.

#### *Metas*

- *Lograr que la revista Terra Digitalis pueda ser incluida en un índice*
- *Apoyar para que la Revista Mexicana en Ciencias Geológicas mantenga e incremente los estándares internacionales alcanzados*
- *Contratar personal de apoyo para actividades editoriales*
- *Mejorar y modernizar la infraestructura y las herramientas de cómputo para la gestión editorial de las revistas.*

#### *Indicadores*

- *Factor de impacto de la RMCG*
- *Inclusión de Terra Digitalis en índices*
- *Establecimiento de un sistema de respaldo de los servicios de las revistas editadas en el Centro.*

### **5.3 Programa 3. Mejora de la educación universitaria y apoyo a la formación de alumnos.**

#### **Objetivos.**

Fortalecer la formación de recursos humanos de calidad a nivel licenciatura y posgrado en función de las oportunidades laborales y retos de la sociedad. Propiciar un ambiente favorable al desarrollo de las actividades de los estudiantes y de interacción con las actividades académicas que se realizan en el centro. Impulsar actividades de superación académicas de los estudiantes con la realización de estancias de investigación en entidades nacionales e internacionales.

#### **Metas globales**

Participación en la adecuación de los planes de estudio para mejorar la oferta educativa y la calidad de los egresados.

Propiciar actividades de intercambio nacional e internacional a través de la realización de convenios interinstitucionales.

Integrar los estudiantes en la vida académica del Centro de Geociencias.

Mejorar la proyección del Posgrado en Ciencias de la Tierra en Centro y Sudamerica

### Proyecto 3.1 Revisión planes de estudio

Acciones. Participar en los diferentes cuerpos colegiados para la revisión del plan de estudio de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra adscrita a la ENES-Juriquilla, y al Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra. Estos procesos se llevarán a cabo en conjunto a las demás entidades académicas que participan en estos programas. Además, se pretende promover el análisis de los egresados, así como de las ofertas de trabajo para graduados para identificar y fortalecer las líneas de investigación de mayor oportunidad.

#### *Metas*

- *Diagnóstico del plan de estudio de la licenciatura en Ciencias de la Tierra y propuesta de modificación.*
- *Diagnóstico del plan de estudio de la maestría del Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra y propuesta de modificación.*
- *Seguimiento de egresados*

### Proyecto 3.2 Programas de intercambio

Acciones. Impulsar las actividades de intercambio de los estudiantes a distintos niveles para acrecentar su preparación académica, para que conozcan otras realidades nacionales y en el extranjero, y para que exploren otras oportunidades para seguir con sus estudios.

#### *Metas*

- *Difundir programas de intercambio institucional o apoyado por otras estancias nacionales e internacionales.*
- *Crear un fondo institucional para apoyo complementario a estancias de investigación de estudiantes.*
- *Firma de convenios con instituciones nacionales e internacionales para el intercambio estudiantil*
- *Programa de Servicio Social*
- *Estancias de Verano*

#### *Indicadores*

- *Número de convenios firmados*
- *Número de estudiantes realizando estancias de verano y servicio social*
- *Dinero dedicado a apoyar actividades de intercambio de los estudiantes*

### Proyecto 3.3 Organización de actividades académicas

Acciones. Fomentar la interacción entre los estudiantes y el cuerpo académico para mantener un ambiente de estímulo y de confrontación.

#### *Metas.*

- *Organización de seminarios de investigación en donde participen estudiantes y académicos*
- *Apoyar la realización del Congreso de los Estudiantes en Ciencias de la Tierra a nivel nacional.*
- *Fomentar la participación de estudiantes en proyectos académicos multidisciplinarios.*
- *Organizar eventos científicos-técnicos nacionales e internacionales de alto nivel en el campus UNAM-Juriquilla*
- *Fomentar participación de estudiantes de posgrado en actividades académicas*

### Proyecto 3.4 Oferta de diplomados y cursos de actualización con valor curricular

Acciones. Impulsar la oferta de diplomados para personal especializados en los temas de energías renovables, hidrocarburos, y en otros temas relacionados con las líneas de investigación del Centro de Geociencias.

#### *Metas*

- *Organización de diplomados con validez curricular.*
- *Propuesta de Cursos a distancia.*

#### *Indicadores*

- *Número de diplomado y cursos organizados*
- *Número de participantes a los cursos o diplomados*

### **5.4 Programa 4. Participación de la UNAM en el desarrollo nacional**

#### **Objetivos**

Fortalecer actividades de vinculación con el sector público y privado para impulsar la investigación aplicada hacia la atención de problemas nacionales. Impulsar la difusión del conocimiento científico para la comunidad y mejorar el aprendizaje de las ciencias en los niveles de educación básica.

#### **Metas globales**

Realización de convenios con la empresa pública y privada para el desarrollo de proyecto en atención a problemas nacionales.

Organización de eventos para la difusión de las ciencias hacia el público en general.

Incursión en los niveles de educación básica para el fomento de actividades que favorezcan el aprendizaje de la ciencia.

#### Proyecto 4.1 Vinculación

Acciones. Identificar problemas de índole nacional en donde el Centro tiene la capacidad de incidir a través de proyectos de investigación aplicada, en particular en el ámbito de las energías renovables y no, recursos naturales y minerales, peligros naturales, contaminación ambiental, principalmente. La realización de convenios es de fundamental importancia para incrementar los ingresos extraordinarios del centro. Para poder fortalecer el área de vinculación será necesaria la contratación de una persona de confianza para que pueda realizar actividades de enlace, seguimiento y administración de los convenios.

#### *Metas*

- *Contratación de personal de confianza para ocupar la plaza del Responsable de Vinculación.*
- *Realización de convenios con el sector público en el campo de la energía*
- *Realización de convenios con las instituciones del gobierno federal y estatal para la atención a problemas de índole nacional.*
- *Realización de convenios con la empresa privada*

#### *Indicadores*

- *Monto relativo a ingresos extraordinarios*
- *Número de convenios realizados*

#### Proyecto 4.2 Fomento de la ciencia a distintos niveles de educación

Acciones. Proponer la realización de eventos públicos para la difusión del conocimiento científico. Organización de exposiciones permanentes, ferias del conocimiento, retos para estudiantes, así como eventos culturales a contenido científico, y material para su difusión. Fomentar la participación de los académicos y del CGEO en actividades de difusión, incluyendo entrevistas, publicaciones y



demostraciones públicas. Fomentar y reconocer la participación de estudiantes del PCT y LCT en actividades de difusión y educación

*Metas.*

- *Publicación en medios de divulgación (periódicos, revistas especializadas etc.)*
- *Organización de la Semana de la Tierra, con frecuencia anual*
- *Organización del Taller de Ciencias para Jóvenes*
- *Módulos en ferias científicas*
- *Organización de visitas guiadas al Centro de Geociencias*
- *Ampliación de la sala y mejoría de la exposición del Planeta Tierra del Centro*
- *Propuesta y realización del Museo de Paleontología en San Miguel de Allende.*
- *Implementación de programas de educación a nivel primaria en el marco del proyecto de “Cadena para la Ciencias”*
- *Reconocimiento de las actividades formales de difusión en los mecanismos de evaluación de los académicos.*
- *Posicionar al Centro de Geociencias como un centro de referencia en difusión y divulgación de las ciencias de la Tierra en medios tradicionales y digitales.*

*Indicadores*

- *Número de participantes en los eventos organizados*
- *Número de escuelas que pidieron la implementación de talleres.*
- *Publicaciones en medios de divulgación*
- *Posicionamiento en medios de comunicación*

Proyecto 4.3 Incidir en las políticas sociales relacionadas a fenómenos naturales y aprovechamiento de recursos naturales.

Acciones. Incidir en las propuestas de leyes con particular énfasis en los recursos hídricos y en la planeación territorial en zonas susceptibles a ser afectada por algún fenómeno natural (hundimiento, inundaciones, deslizamientos, erupciones volcánicas).

*Metas*

- *Canalizar las propuestas a través de órganos gubernamentales*
- *Establecimiento de canales de comunicación directos con tomadores de decisiones*

**5.5 Programa 5. Proyección nacional e internacional**

**Objetivos**

Acrescentar el liderazgo del Centro del Geociencias incentivando la cooperación nacional e internacional, posicionándolo como uno de los principales centros de investigación geocientíficos de América Latina

**Metas globales**

Realización de convenios de intercambio académicos con instituciones extranjeras para actividades de intercambio y colaboración bilateral. Organización de eventos académicos nacionales e

internacionales con sede en el Campus UNAM-Juriquilla para dar a conocer el quehacer que se realiza en el Centro así como su infraestructura.

#### Proyecto 5.1 Convenios de cooperación de intercambio académico

Acciones. Realizar convenios de cooperación con universidades nacionales y extranjeras para impulsar actividades de investigación conjunta, intercambios de académicos y estudiantes. Participación en convocatorias con financiamientos internacionales para la realización de proyectos de investigación de gran envergadura

##### *Metas*

- *Firma de convenios de cooperación*
- *Realización de actividades de intercambio*
- *Presentación de proyecto en convocatorias financiadas por fondos de cooperación internacional.*

##### *Indicadores*

- *Número de convenios de colaboración firmados*
- *Número de actividades de intercambio realizadas*

#### Proyecto 5.2 Organización de eventos académicos

Acciones. Organización de eventos (congresos o workshop) a nivel internacional para mejorar la imagen del Centro hacia el exterior dando a conocer sus capacidades académicas y analíticas.

##### *Metas*

- *Organización de un congreso internacional*
- *Organización de Jornadas de investigación, con la invitación de especialistas internacionales sobre temas en los cuales el Centro es líder a nivel nacional.*

##### *Indicadores*

- *Número de eventos organizados*
- *Número de participantes*

#### Proyecto 5.3 Actualización de la página web del centro

Acciones. Modernizar la página web del Centro para un mejor acceso a la información sobre las áreas de investigación, los proyectos que se realizan, publicaciones y organización de eventos.

##### *Metas*

- *Diseño de una página web que permita el fácil acceso a la información más relevante, que ponga en evidencia las noticias más recientes, y que permita una consulta rápida de las principales actividades que se realizan en el Centro en cuanto a investigación, laboratorios, docencia y organización de eventos de difusión y divulgación.*

#### Proyecto 5.4. Posicionamiento del Centro de Geociencias como un referente en divulgación de las geociencias en Iberoamérica, o América Latina, o habla española

Acciones: Cubrir los actuales vacíos en comunicación y divulgación de Ciencias de la Tierra en medios de comunicación masivos,

#### *Metas*

- *Artículos de difusión de Ciencias de la Tierra colocados en medios de comunicación públicos*
- *Participación de estudiantes y académicos en preparación de artículos de difusión*
- *Entrevistas y pláticas en medios de comunicación locales y nacionales*

#### *Indicadores*

- *Número de artículos en revistas de difusión*
- *Número de participaciones en medios de comunicación*

### **5.6. Programa 6. Tecnología de la Información y comunicación**

**Objetivos.** Mejorar el acceso, uso y aplicación de las tecnologías de información y comunicación para un desarrollo óptimo de las actividades académicas que se realizan en el Centro.

#### **Metas globales**

Actualizar y fortalecer el servidor del Centro de Geociencias que da apoyo a las diferentes áreas académicas y administrativas. Mejorar la conexión de red por cable e inalámbrica. Mejorar el sistema de telecomunicación ya sea telefónico que de videoconferencia, herramientas fundamentales para la realización de actividades académicas y de docencia en línea. Modernizar el sistema de cableado y fortalecer las acciones dirigidas a la protección del sistema. Implementar y hacer accesibles al personal del CGEO sistemas digitales modernos de comunicaciones, respaldo y seguridad en cómputo

#### Proyecto 6.1 Consolidar el servidor del CGEO.

Acciones. Hacer un diagnóstico de la capacidad actual del servidor y diseñar medidas para su mejoría en cuanto a capacidad de almacenamiento y realización de tareas, así como establecer acciones que garanticen su operabilidad

#### *Metas*

- *Incremento de la memoria física del Servidor*
- *Actualización del sistema de respaldo*
- *Implementar un sistema de gestión interna de datos.*
- *Sistema de respaldo de infraestructura de protección (aire acondicionado, ups)*

#### Proyecto 6.2 Mejorar el sistema de conexión de red y de telecomunicación

Acciones. Implementar medidas para mejorar la transmisión de datos por red (por cable e inalámbrica). Hacer un diagnóstico de los equipos de telecomunicación y videoconferencias y evaluar propuestas para su modernización.

#### *Metas*

- *Actualización del conmutador telefónico*
- *Incremento en el número de direcciones IP*
- *Actualización del sistema de cableado y red inalámbrica*

### Proyecto 6.3 Modernización de servicios digitales de apoyo a la comunidad del CGEO

Acciones. Migración de los servicios de correo electrónico a la arquitectura G-Suite. Establecimiento de protocolos de seguridad y respaldo de información que garanticen la accesibilidad a datos y equipos de cómputo administrativos sensibles para asegurar la continuidad de las actividades académico-administrativas del Centro. Sistema de videoconferencia compatible con los protocolos de comunicación actuales. Uso de firma electrónica. Apoyo en la adquisición de licencias de software académicas.

#### *Metas*

- *Sistemas de videoconferencia que permitan conexiones estables y confiables, para la realización de actividades académicas.*
- *Servicios de correo electrónico administrados por DGTIC bajo arquitectura G-suite*
- *Sistema de respaldo automático en la “nube” de información consideradas sensible y esencial para garantizar la continuidad en las funciones académico-administrativas del CGEO*
- *Adquisición de licencias académicas de software especializado.*
- *Inducción del personal académico a los servicios digitales accesibles a través de la UNAM (scopus, mendeley, MSOffice, g-suite, acceso remoto a revistas digitales, etc.,)*
- *Inducción al personal académico en principios básicos de seguridad en cómputo y protección de datos personales.*

### **5.7. Programa 7. Normatividad, gestión y administración universitaria**

#### **Objetivos.**

Revisar y actualizar la normatividad interna de acuerdo a los cambios en la organización del Centro por su crecimiento académico, de infraestructura, y a la conformación de subcomisiones. Reestructurar la función administrativa en el Centro con un enfoque de apoyo a la Dirección y al personal académico del Centro. Revisar los procesos administrativos y proponer mejoras para simplificar los requerimientos administrativos en la gestión de recursos de investigación.

#### **Metas globales.**

Revisión del reglamento interno, de acuerdo con la legislación universitaria, con propuesta de adecuaciones y formalización del funcionamiento de comisiones nuevas (i.e. Comité Editorial, Comité de Educación Continua). Implementación de un sistema administrativo mejorado que reduzca los tiempos en la atención de peticiones de gestión de recursos por parte de la comunidad académica.

### Proyecto 7.1 Revisión y actualización del reglamento interno del Centro

Acciones. Revisión del reglamento interno actual, y actualización de acuerdo con los cambios orgánicos en la organización del centro de Geociencias.

#### *Metas*

- *Revisión de los diferentes capítulos del reglamento interno con base en la legislación universitaria*
- *Actualización de los nombres de las áreas del conocimiento*
- *Inclusión de las siguientes comisiones: Comité editorial; Comisión de Educación Continua*
- *Adecuación en la conformación de la Unidad Editorial y de la Unidad de Cómputo*
- *Actualización del listado de laboratorios*

- *Presentación y aprobación del Reglamento Interno antes las instituciones correspondientes.*

#### Proyecto 7.2 Revisión y actualización de los procesos administrativos

Acciones. Revisión de los procesos administrativos y propuestas de cambios para mejorar la transparencia y eficiencia en la realización y cumplimiento de trámites,

#### *Metas*

- *Reorganización de las tareas asignadas al personal adscrito a la Secretaría Administrativa.*
- *Creación de un sistema de consulta para el personal académico de los saldos de cuentas de proyectos, ingresos extraordinarios, laboratorios.*
- *Minimizar la demanda de carga administrativa al personal académico del CGEO.*
- *Identificar obstáculos en el nuevo sistema de compras (SIC) y eventualmente gestionar ante las autoridades de la administración central posibles soluciones*

#### Proyecto 7.3. Gestión e informatización de las actividades académicas.

Acciones. Crear una base de datos para la gestión interna de los productos de la investigación, docencia, difusión y divulgación que los académicos realizan cada año. Sistematizar la base de datos de contratos y concursos del personal académicos. Para eso será necesaria la contratación de personal especializado en la creación y gestión de base de datos, con el fin de poder tener herramientas actualizadas y eficientes para los procesos de planeación.

#### *Metas*

- *Contratación de personal de confianza con especialidad en sistemas de bases de datos y cómputo para cubrir el puesto de Responsable de Planeación.*
- *Realización de una plataforma para la captura y consulta de información.*

### **5.8 Programa 8. Presupuesto e infraestructura**

#### **Objetivos.**

Optimización de los recursos presupuestales, y programación de los servicios de mantenimiento a la infraestructura. Ampliación y renovación de los espacios para la realización de actividades con un enfoque que minimice el impacto ambiental.

#### **Metas globales**

Buscar mecanismos de austeridad que permitan hacer más eficiente la gestión del presupuesto interno para un mejor aprovechamiento de los recursos.

Asegurar el correcto funcionamiento de los recursos electro-mecánicos del CGEO.

Incrementar la disponibilidad de espacios para la realización de las actividades académicas

#### Proyecto 8.1 Ahorro presupuestal.

Acciones. Implementar medidas de ahorro en la adquisición de insumos, limitando la impresión de documentos y fomentando la creación de archivos digitales, y uso de firmas digitales. Revisar los gastos relativos al mantenimiento del parque vehicular, y dar de baja los vehículos cuyo mantenimiento ya no es rentable.

#### *Metas*

- *Reducir el uso de insumos en la administración.*
- *Digitalización de trámites y uso de firma electrónica*

- *Disminuir el gasto anual para el mantenimiento del parque vehicular.*
- *Asegurar el mantenimiento preventivo a los equipos electromecánicos.*
- *Evaluar la posibilidad de utilizar sistemas de generación de energía solar para la reducción de la demanda de energía por parte del CGEO hacia la sub-estación del Campus.*

#### *Indicadores*

- *Gasto para compra de material*
- *Gasto para mantenimiento del parque vehicular*
- *Número de trámites electrónicos*

#### Proyecto 8.2 Crecimiento en infraestructura

Acciones. Reforzar los mantenimientos preventivos a equipo electromecánico para limitar la ocurrencia de fallas. Actividades de mantenimiento en general de la infraestructura del CGEO.

Hacer un análisis del uso actual de los espacios para la realización de las actividades académicas e identificar la necesidad de creación de áreas nuevas. En particular se hace necesaria la creación de una bodega con la capacidad de almacenar y resguardar equipo de campo. Ampliar el espacio de la litoteca, ya que con el crecimiento de la planta académica un mayor número de académicos requieren almacenar sus muestras. Evaluar la posibilidad de crecer en altura para la creación de cubículos nuevos. Actualmente todas las oficinas están ocupadas, los técnicos académicos comparten espacios, así como cátedras y postdoctorantes. Finalmente se propone la creación de un espacio al aire libre para la convivencia de la comunidad académica y estudiantil.

#### *Metas*

- *Adquirir un UPS nuevo para el sistema de emergencia del CGEO*
- *Adquirir una planta de emergencia para soportar la carga del nuevo laboratorio LIGAR*
- *Revisar y corregir fallas estructurales e impermeabilización completa del edificio.*
- *Sanitarios con sistema de ahorro de agua*
- *Construcción de una bodega para el resguardo de equipo de campo especializado.*
- *Ampliación de la litoteca.*
- *Ampliación del edificio principal para la construcción de 6 nuevos cubículos.*
- *Creación de un espacio al aire libre para la interacción del personal académico y estudiantes.*

### **5.9 Programa 9. Desarrollo institucional**

#### **Objetivos.**

Transformar el Centro de Geociencias en Instituto de Geociencias, con fundamento en su madurez académica que se refleja en una importante producción científica y de formación de recursos humanos, y que ha tenido impacto relevante en el medio académico y el social. Además el CGEO cuenta con un perfil distintivo con respecto a las otras entidades geocientíficas del Subsistema de la Investigación Científica, por el desarrollo de líneas de investigación con enfoque hacia investigaciones básicas en el campo de las Geociencias (Evolución Geológica de México, Geocronología, Geodinámica), así como en investigaciones dirigidas a la atención de problemas nacionales (Recursos Energéticos y Peligros Naturales). Este perfil académico distintivo no supone una duplicación o multiplicación de funciones con otros institutos o centros del mismo, sino que



complementa y enriquece las capacidades globales del subsistema, fortaleciendo la descentralización y la presencia de la UNAM hacia otras zonas del País.

**Metas globales**

Proyecto de transformación con base en un diagnóstico de las actividades sustantivas que se realizan en el Centro de Geociencias y su impacto a nivel internacional y nacional, en cuanto a investigación, formación de recursos humanos, desarrollo de proyectos estratégicos de impacto económico y social, y difusión de la ciencia. Propuesta de un plan de trabajo para definir las funciones de consolidación y crecimiento del Instituto de Geociencias a corto, mediano y largo plazo.



## ANEXO 1

### Descripción de las Líneas de Investigación

#### 1. Procesos geodinámicos de la litósfera.

La Geodinámica es una rama de la Geología que trata de los agentes o fuerzas que intervienen en los procesos dinámicos de la Tierra. Esta línea de investigación atiende los procesos físicos que ocurren en la litósfera, sus causas y consecuencias, enfocada, pero no restringida, a problemas de nuestro país. Los investigadores de esta línea utilizan como herramienta de estudio fenómenos naturales que ocurren en la Tierra, como vulcanismo, fenómenos eléctricos, sismos, para el estudio de procesos tales como la subducción y el fallamiento, en combinación a modelos numéricos.

#### 2. Estructura y deformación de la corteza terrestre.

En esta línea de investigación se realizan estudios multidisciplinarios que permiten determinar la estructura de la corteza terrestre, las deformaciones a las que ha sido sujeta a lo largo del tiempo geológico y su estado de actividad actual, debido tanto a agentes internos como externos. Los estudios dentro de esta línea abarcan diversas disciplinas, desde geología de campo, métodos petrográficos, geoquímicos, isotópicos, sismología y métodos potenciales, y determinaciones de propiedades mecánicas en laboratorio. Estos estudios hacen posible la reconstrucción de la historia geológica desde el más remoto pasado hasta el presente. El monitoreo de sismicidad local atiende las zonas sísmicas alejadas a la trinchera mesoamericana, además de que permite establecer niveles de sismicidad y recurrencia, proponer modelos unidimensionales de velocidades y hacer estimaciones de factores de atenuación de energía, leyes de magnitud, así como definir la geometría de fuentes sismogénicas.

#### 3. Estratigrafía, tectónica y evolución de las provincias geológicas de México.

En esta línea se analiza e interpreta la historia y evolución de las provincias geológicas de México con base en los principios y métodos estratigráficos, así como en técnicas en el campo de la sismología, sismotectónica, paleomagnetismo, paleontología y geoquímica de isótopos. El análisis se fundamenta en investigaciones sistemáticas acerca de la composición química y mineralógica, fauna fósil, estructura (geometría), paleogeografía, historias secuenciales de acumulación y de deformación, génesis y edades isotópicas – en una o más fases minerales – de todo tipo de rocas y depósitos de materiales terrestres sin consolidar.

#### 4. Evolución de centros volcánicos de México.

Esta línea está enfocada al estudio del origen y evolución de la actividad volcánica en México, tanto en volcanes activos como inactivos, así como en la comprensión de los procesos volcánicos. Su objetivo principal es la reconstrucción de la historia eruptiva de los volcanes mexicanos (estilo eruptivo y periodo de recurrencia), tipo y alcance de los eventos eruptivos, edad absoluta y procesos magmáticos. Se estudian todo tipo de volcanes, desde conos cineríticos y volcanes tipo maar, hasta domos, estratovolcanes, volcanes compuestos y calderas, en distintas regiones de México. Las metodologías de trabajo incluyen estudios de vulcanología física

(estratigrafía de los depósitos, análisis sedimentológicos y de facies), análisis morfo-estructural, geoquímica, geocronología, y procesamiento de imágenes de satélite para áreas activas (análisis espacio-temporal de la actividad). En particular, los estudios realizados en volcanes activos están enfocados a la evaluación del peligro asociado. Entre los productos principales se encuentran mapas geológicos.

#### 5. Petrogénesis de arcos magmáticos continentales.

Esta línea se enfoca en el estudio petrogenético de rocas ígneas, sus características geoquímicas e isotópicas y el ambiente en el cual se encuentran, utilizando una gran variedad de enfoques: estratigráficos, estructural, vulcanológicos, petrológicos, geoquímicos, geocronológicos, etc. En particular, estas investigaciones buscan encontrar la influencia de la tectónica de placas en la petrogénesis, utilizando herramientas geoquímicas, con implicaciones directas hacia la comprensión del ciclo petrológico de la tierra a lo largo de su historia. Este campo de investigación es multidisciplinario, y utiliza de igual forma las herramientas de la geología clásica como los instrumentos analíticos más sofisticados del Centro. Las técnicas microanalíticas empleadas permiten determinar los parámetros físico-químicos que intervienen durante estos procesos en la litósfera, tales como temperatura, presión, fugacidad de oxígeno, diferenciación, etc. Información, que una vez integrada, proporciona los elementos para poder reconstruir los equilibrios minerales y la evolución magmática, metamórfica y tectónica de las rocas de la corteza terrestre.

#### 6. Geosistemas ambientales.

Esta línea de investigación multidisciplinaria comprende una amplia variedad de enfoques de los sistemas terrestres que tienen un impacto en el medio ambiente. Mediante la aplicación de diversas disciplinas como la geología, geofísica y geoquímica, se estudian las interacciones Hombre-Tierra, en particular los procesos terrestres que afectan el bienestar humano, y los efectos de la actividad humana sobre ciclos geológicos, geofísicos y geoquímicos naturales. Se investigan los procesos de contaminación ambiental en la interacción suelo-roca, aire y agua. El estudio integral de las aguas subterráneas ha recibido particular atención dada la importancia que representa como recurso prioritario a futuro.

En los últimos años en el CGEO se han desarrollado varios proyectos sobre los factores de riesgo que afectan la salud relacionados con elementos naturales encontrados en rocas y suelos y transportados de manera aérea o acuática, dando impulso a un área emergente conocida como geomédica.

Una meta importante en esta línea es identificar valores de fondo, y lograr un conocimiento profundo del medio físico, con lo cual será posible proponer estrategias de remediación, mitigación y/o disminución de riesgo, así como visualizar las estrategias más adecuadas para lograr un desarrollo sustentable del hombre y el medio ambiente.

También se realizan investigaciones paleoclimáticas que incluyen la identificación de los factores de forzamiento del clima, sus interacciones y teleconexiones dentro del sistema océano-atmósfera-continente. Los registros geológicos recientes permiten analizar la variabilidad climática en el pasado y sus efectos sobre distintas variables ambientales y sociales.

Asimismo, se investigan los hábitats (medio ambiente) y diagénesis de las microbialitas, que son rocas carbonatadas producto de la actividad de colonias de microorganismos acuáticos, que

fueron comunes hace dos billones de años y algunas de ellas son vestigios de las formas de vida más precoz en la Tierra.

#### 7. Análisis y evaluación de peligros naturales.

Esta línea incluye el estudio y evaluación de los peligros que amenazan de manera constante el entorno de nuestro país como efecto de fenómenos naturales o antropogénicos. Entre los casos de enfoque de las investigaciones que se desarrollan actualmente se encuentran los peligros asociados a erupciones volcánicas, sismos, deslizamientos, subsidencia y fracturamiento. Todos los análisis involucran estudios multidisciplinarios de varias ramas de las Geociencias para conocer y evaluar la naturaleza compleja del fenómeno y poder prever posibles afectaciones a los núcleos urbanos. Los resultados permiten delimitar zonas de diversos grados de amenaza que pueden plasmarse en mapas de peligro y/o vulnerabilidad del medio físico, los cuales pueden ser de gran utilidad para las autoridades responsables de toma de decisiones en lo que se refiere al diseño de medidas de mitigación o contingencia como protección civil, planes de desarrollo urbano, desarrollo sustentable, protección al medio ambiente, planificación y ordenamiento territorial, etc. Entre las investigaciones que se llevan a cabo se encuentran:

- a) Monitoreo en tiempo real de procesos volcánicos y sísmicos.
- b) Estudios de las características de la fuente de los terremotos y de los sitios de recepción de las ondas sísmicas, recurrencia, daños, y procesos de sismicidad asociados con fines de evaluar los movimientos del suelo esperados, y probabilidad de ocurrencia para distintas regiones.
- c) Estudios de fracturamiento, deformación y subsidencia por medio de la evaluación detallada de las condiciones geológicas e hidrogeológicas del subsuelo y de su comportamiento mecánico.
- d) Estudios de paleodeslizamientos y paleosismos para conocer los alcances de sus efectos y prever la ocurrencia de posibles fenómenos similares en el futuro, los cuales incorporan análisis de la deformación y de las condiciones geológicas y geomorfológicas.

#### 8. Paleogeografía y variación secular del campo geomagnético.

Esta línea se enfoca en el estudio del registro del campo magnético en rocas para analizar las variaciones de la intensidad y dirección del campo magnético terrestre en una escala muy amplia del tiempo y contribuir al conocimiento del dínamo terrestre, en particular la variación secular y las inversiones del campo geomagnético. Por otro lado, el conocimiento de éstas en función del tiempo permite su aplicación en los estudios de: arqueomagnetismo, fechamientos de rocas recientes, magnetoestratigrafía y reconstrucciones tectónicas y paleogeográficas, así como el magnetismo ambiental, que surge como un área emergente.

La componente externa del campo geomagnético es altamente variable pues depende de la actividad del Sol. Estas variaciones (micropulsaciones de frecuencia ultra baja) se detectan con magnetómetros en Juriquilla y otros sitios, se analizan teóricamente con diversas técnicas. En esta misma línea se incluyen estudios sobre la actividad del Sol y su impacto en la Tierra (que se conoce como estado del tiempo espacial) se realizan estudios de eventos solares intensos y la estructura de la ionosfera como función de ellos, utilizando dispositivos GPS en Juriquilla y otros lugares, y correlacionando con observaciones del Radiotelescopio de Centelleo Interplanetario, en Coeneo, Michoacán.

## 9. Recursos energéticos y minerales.

Esta línea incluye tanto el estudio de los sistemas hidrotermales fósiles (con potencial mineral) y actuales (con potencial geotérmico) como el estudio de la diagénesis de carbonatos y de su impacto sobre el sistema petrolero, con particular referencia a las condiciones físicas de los reservorios. Ambos casos requieren de un enfoque multidisciplinario que involucra una amplia gama de estudios, desde el mapeo regional, el tratamiento de imagen satelitales y de SIG, vulcanología, geología estructural, geoquímica de roca y fluidos (actuales y fósiles), hasta las modelaciones geológicas, geoquímicas y termodinámicas. En esta línea se incluyen también estudios generales sobre la situación energética nacional e internacional y sus perspectivas a futuro, incluyendo sus implicaciones económicas.

## 10. Análisis y modelación de Sistemas Complejos y procesos no lineales.

El principal desafío de esta línea de investigación interdisciplinaria es llegar a un equilibrio entre los proyectos teóricos y los aplicados (con alto impacto para la industria nacional) ubicados en el marco conceptual del Sistema Terrestre y con una atención especial hacia la modelación física, matemática y la simulación computacional de los fenómenos y procesos no lineales. El estudio de la Tierra y su entorno se realiza con base en los fundamentos cuantitativos tradicionales (matemáticas, estadística, métodos numéricos) y técnicas relacionadas (simulación computacional, Sistemas de Información Geográfica) así como en los métodos analíticos modernos incluyendo la Geometría Fractal, Teoría de la Complejidad y Criticalidad, etc. Los fenómenos geológicos tienen un alto grado de complejidad. La invariancia al escalado es uno de los aspectos genéricos que es común a la gran variedad de los problemas geológicos y geofísicos complejos y que se describe mediante leyes universales. Entre estas últimas se destacan por su importancia las leyes de potencia (*powerlaws*) que ayudan a describir e interpretar a los fenómenos naturales que, en general, son resultado de varios procesos que interactúan entre sí, y que son difíciles, sin no imposible con los medios actuales, de diferenciar. Con esta línea de investigación se pone especial énfasis en la competitividad nacional e internacional (tanto científica como aplicada a la industria); la transferencia del conocimiento e innovación tecnológica; y la creación de las redes de información que llegan al sector responsable de la toma de decisiones en diversos ámbitos.

### 11) Modelado numérico y analógicos en las Geociencias.

Esta línea se enfoca en el desarrollo de modelos numéricos y analógicos que permiten reconstruir procesos a diferente escala y con base en datos indirectos. Un ejemplo claro es el modelado numérico en 2D, 3D y 3D+Tiempo de procesos geodinámicos (estructura térmica de las zonas de subducción, estudio de la ruptura de placas en subducción, viscosidad de la cuña del manto, plumas del manto, origen profundo del vulcanismo de arco y calderas, sismogénesis, etc.) y paleo-reconstrucción de placas tectónicas, lo que se ha denominado Geodinámica Computacional. Otra importante aportación consiste en el modelado numérico de escenario eruptivo para la definición de los alcances de los productos asociados a erupciones, cuales flujos piroclásticos, caída de ceniza y lahares, información fundamental para la realización de mapas de peligros volcánicos. Finalmente, los modelos analógicos permiten reconstruir las etapas de deformación frágil de la corteza, el emplazamiento de diques y domos salinos, así como los procesos que controlan la inestabilidad de edificios volcánicos.

## 12) Geocronología, geoquímica isotópica y termocronología

En esta línea de investigación se busca explotar el potencial de los sistemas isotópicos como geocronómetros y termocronómetros, y como trazadores de procesos geológicos, a fin de contribuir a la resolución de un amplio espectro de problemas geológicos, tanto científicos como prácticos, tales como la edad de formación de cadenas montañosas y de procesos erosivos, el cambio climático y sus consecuencias, y la contaminación ambiental, así como el origen, edad y evolución de procesos magmáticos, metamórficos y sedimentarios, de sistemas geotérmicos, y de yacimientos minerales y petroleros, entre otros.

Una vertiente de esta línea de investigación es el desarrollo de metodologías novedosas para el análisis isotópico de materiales geológicos, rocas, minerales y fluidos. Se plantea como meta la obtención de fechamientos radiométricos que cubran en lo posible el rango de edad de los procesos geológicos y que, además, contemplen la termocronometría de alta, media y baja temperatura. Otra de las metas es desarrollar métodos para la determinación de una amplia gama de isótopos radiogénicos y estables que sean útiles como trazadores de procesos geológicos.

## 13) Física de rocas: digital, experimental y analítica

La línea de investigación en Física de Rocas se enfoca en lograr un mejor entendimiento de las propiedades físicas de las rocas (ej. porosidad, permeabilidad, micro-estructura, módulos elásticos), su relación con los procesos geológicos, y su correlación con las mediciones geofísicas. Para ello se emplean diferentes técnicas digitales (ej. imágenes de rocas 2D y 3D), experimentales (ej. pruebas triaxiales) y analíticas (ej. integración y escalamiento).

## 14) Big Geo-Data

La constante evolución y transformación digital ha supuesto un cambio sustancial en todas las actividades de nuestro entorno geocientífico. Asimismo, en las últimas décadas se ha generado una cantidad muy importante de información geocientífica. Esta línea se enfoca en la aplicación de técnicas de generación y asociación de grandes bases de datos (comúnmente llamadas "Big Data"), mismas que proponen un cambio de paradigma para aumentar la productividad y la efectividad del análisis de datos científicos en el campo de la Geociencias, al tiempo que permiten la posible identificación de procesos en un contexto espacial y global. Este paradigma implica que la arquitectura computacional y analítica están interrelacionadas, y que deben coordinarse cuidadosamente en cualquier sistema que tenga como objetivo permitir la exploración y el descubrimiento científico interactivo y eficiente, para explotar la recopilación masiva de datos, desde su colección hasta el análisis e interpretación.