

***NUEVAS LÍNEAS DE
INVESTIGACIÓN***



CENTRO DE GEOCIENCIAS

Campus Juriquilla

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

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, sus causas y consecuencias, que ocurren en la litósfera, particularmente 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. También se desarrollan modelados numéricos 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, etc.) y paleo-reconstrucción de placas tectónicas, lo que se ha denominado como Geodinámica Computacional.

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. Los estudios experimentales ya sean analógicos, matemáticos o numéricos, permiten determinar la geometría, cinemática y dinámica de los procesos geológicos, y de las estructuras generadas por ellos. Se realizan investigaciones sobre la influencia de la reología de los materiales durante las deformaciones de la corteza. 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 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, apoyándose en técnicas afines a la sismología, sismotectónica, paleomagnetismo, paleontología y geoquímica de isótopos. El análisis se fundamenta en investigaciones sistemáticas acerca de la composición, mineralogía, 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

Esta línea está enfocada al estudio del origen y evolución de la actividad volcánica en volcanes tanto 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 y el mundo. Las metodologías de trabajo incluyen estudios de vulcanología física (estratigrafía de los depósitos, análisis sedimentológicos y de facies), análisis morfo-estructural y modelado analógico de la deformación observada, 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.

5. Procesos magmáticos y metamórficos, y su relación con la tectónica de placas

Esta línea se enfoca al estudio del origen de las rocas ígneas y metamórficas 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 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. El agua seguirá siendo un tema de investigación prioritario y estratégico a futuro, al igual que el estudio de los procesos de contaminación ambiental en la interacción suelo-roca, aire y agua. La investigación es cualitativa y cuantitativa, y emplea herramientas geológicas, geofísicas y geoquímicas tradicionales, por lo que la interacción con otras ramas de las Geociencias es constante. Una meta importante en esta línea es identificar valores de fondo, y lograr un conocimiento profundo del medio físico, con lo cuál 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 microbialitas 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 sirven para 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) Estudios detallados sobre la historia eruptiva de los volcanes y los alcances de sus depósitos, así como simulaciones numéricas de posibles escenarios eruptivos.
- 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, así como la modelación numérica y analógica 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 así como la

simulación analógica y numérica.

8. Variaciones de campo geomagnético: procesos internos y externos, y Relaciones Sol-Tierra

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 variaciones en función del tiempo permite su aplicación en los estudios de: arqueomagnetismo, fechamientos de rocas recientes, magnetoestratigrafía y reconstrucciones tectónicas.

La componente externa del campo geomagnético es altamente variable pues depende de la actividad del Sol. Estas variaciones (micropulsaciones en ULF) se detectan con magnetómetros en Juriquilla y otros sitios y se analizan teóricamente con diversas técnicas. Para la parte que tiene que ver con la actividad del Sol y su impacto sobre la Tierra (que se conoce como estado del tiempo en el espacio) se realizan estudios de eventos solares intensos y la estructura de la ionosfera como función de ellos, utilizando dispositivos GPS en Juriquilla y otros sitios, y correlacionando con observaciones del radiotelescopio de centelleo interplanetario, en Coeneo, Mich.

9. Recursos energéticos y minerales

Esta línea incluye tanto el estudio de los fenómenos hidrotermales fósiles y actuales, mineralizados o no, como el estudio de la diagénesis de carbonatos y de su impacto sobre el sistema petrolero, en particular las condiciones físicas de los reservorios. En ambos casos los enfoques necesitan un acercamiento multidisciplinario implicando un amplia gama de estudios, desde el mapeo regional, el tratamiento de imagen satelitales y de GIS, vulcanología, geología estructural, geoquímica de roca y fluidos (actuales y fósiles), hasta las modelaciones geológicas, geoquímicas y termodinámicas.

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

El principal desafío de esta línea de investigación transdisciplinar 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 (*power laws*) 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.