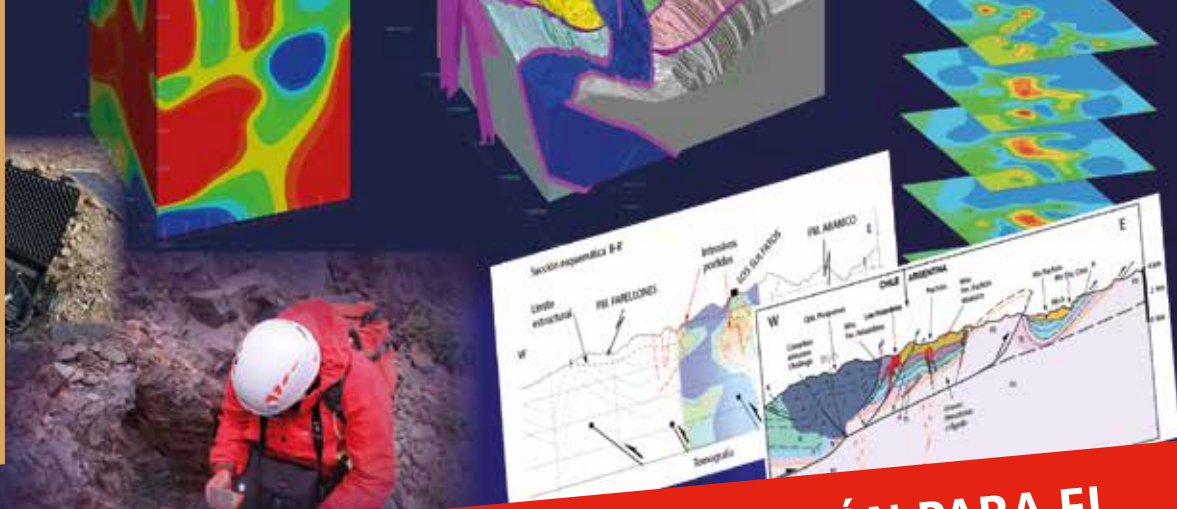


# GRUPO

# 01

## EXPLORACIÓN Y MODELAMIENTO DE YACIMIENTOS



# LABORATORIO DE HERRAMIENTAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL MODELAMIENTO MULTIESCALA GEOLÓGICO Y GEOFÍSICO

## OBJETIVO

Generar y transferir conocimiento desde la geología y la geofísica a la industria, mediante proyectos de investigación aplicada que permitan desarrollar mejor el entendimiento de los yacimientos minerales y geotérmicos, y así optimizar los procesos de exploración y explotación de geo-recursos andinos.

## EQUIPO

### Investigadores principales:

- Dra. Diana Comte
- Dr. Daniel Carrizo

### Investigadores asociados:

- Dr. Marcos Díaz
- Dr. Jorge Silva
- Dr. Francisco Gutiérrez
- Dra. Marcia Muñoz
- Dr. Germán Aguilar
- Dr. Francisco Ortega
- Dr. Fabián Rojas

## ÁREA DE COMPETENCIA

### Levantamiento crítico de información de superficie y subsuelo:

Mapeo geológico-estructural multiescala; mapeo selectivo de fallas en rajos y túneles; redes sismológicas para generar localización de sismicidad cortical y tomografía sísmicas pasivas de alta resolución; muestreo de sustrato para análisis geoquímicos e

isotópicos; muestreo de agua y gases (análisis hidro-geoquímicos e isotópicos), y muestreo crítico para dataciones geo-cronológicas.

- **Análisis crítico de información multiescala:** Análisis tectónico-estructurales multiescala de yacimientos y prospectos; estudios tomográficos de alta resolución del subsuelo y su integración multiescala; análisis petrológicos (geoquímicos, hidro-geo-químicos e isotópicos); análisis geocronológicos y termocronológicos, y análisis de integración multiparámetros.
- **Modelamiento numérico y vectorial:** Modelamiento vectorial 3D de fallas y dominios estructurales; modelos vectoriales 3D de información geofísica (Vp/Vs, gravedad, MT, entre otros); modelamiento numérico de datos geoquímicos y petrológicos; modelos geomorfológicos de erosión, y modelos vectoriales lito-geoquímicos.
- **Desarrollo instrumental geofísico:** Desarrollo y construcción de estaciones sismológicas de registro continuo, autónomas y equipadas con sismómetros de periodo corto, y estaciones multiparamétricas para la observación volcánica-geotermal.
- **Gestión y transferencia de conocimiento a la industria:** Desarrollo de proyectos colaborativos, memorias y tesis de postgrado para profesionales en la industria, proyectos de investigación experimental joint venture, concursos a fondos estatales colaborativos, proyectos de investigación con ventajas tributarias, seminarios de actualización en geo-ciencias y uso adecuado de los resultados de los proyectos.

# PROYECTOS

## 1. MODELOS ESTRUCTURALES 3D DISTRITALES Y DE MINA

La compleja naturaleza estructural de los diferentes geo-recursos (minerales y geotérmicos), impone un reto fundamental tanto para su exploración como su explotación. La integración de la información científica multiescala nos ha permitido desarrollar modelos estructurales comprensivos sobre la base de datos duros e interpretaciones críticas, y producir modelos vectoriales 3D de estructuras y dominios estructurales robustos. La transversalidad de estos modelos incluye los aspectos geo-mecánicos en su desarrollo (diseño de taludes), las necesidades de tronadura, y la génesis y evolución del modelo metalogénico (exploración). En el desarrollo de nuestros modelos integramos tanto la generación de nuevas herramientas numéricas (geo-estadísticas), como la construcción de protocolos de modelización y procedimientos de construcción, control de calidad y uso de las bases de datos estructurales.

## 2. TOMOGRAFÍA SÍSMICA - INFORMACIÓN DE SUBSUELO

La exploración de nuevos recursos minerales y geotérmicos en los Andes centrales, junto con la expansión de recursos en depósitos en actual explotación, presentan un nuevo reto en la búsqueda de información estratégica para su desarrollo exitoso, considerando además la enorme dificultad de la prospección del subsuelo a profundidades del orden de 1-2 kilómetros. Lo anterior impone una restricción económica relevante para el uso de herramientas convencionales. En este contexto, la tomografía sísmica, entendida como la imagenología 3D de las velocidades de ondas de cuerpo del subsuelo, es un método geofísico que constituye una técnica indirecta de identificación de anomalías reológicas en la corteza superior, las que pueden ser asociadas tanto a los contrastes litológicos de los depósitos como a la localización de ruidos y zonas de fracturas.

Este proyecto ha tenido exitosos resultados en la prospección profunda de depósitos minerales y geotérmicos, variando experimentalmente su escala (región-distrito-mina) en los Andes centrales. La alta tasa de sismicidad natural, el cero impacto ambiental y el bajo costo han posicionado a esta metodología como una de las herramientas mejor desarrolladas en nuestro grupo. Actualmente trabajamos el método de tomografía conjunta utilizando tanto la sismicidad natural como el ruido ambiente, lo que nos permitirá aumentar la resolución tomográfica en los primeros 500-700 metros de profundidad. Además estamos desarrollando la inversión de los modelos tomográficos combinando velocidades de onda y gravimetría, para construir modelos multiparamétricos más robustos y con una incertidumbre menor.

## 3. MODELOS MAGMÁTICOS E HIDROTERMALES

Este proyecto apunta a mejorar el modelo conceptual asociado a sistemas magmáticos e hidrotermales mediante un análisis cuantitativo, lo que permitirá una reducción de la incerteza de las variables y procesos de nidos y aportar a las decisiones de exploración de megayacimientos y reservorios geotérmicos. Este proyecto desarrolla modelos geoquímicos de fluidos presentes en el sistema volcánico y/o hidrotermal, considerando la información de distribución de la temperatura, composición (química e isotópica, pH, EC) y flujo. A su vez son realizadas simulaciones numéricas estacionarias de la distribución de la temperatura. Las simulaciones fluido-dinámicas de los diferentes flujos asociados al sistema magmático e hidrotermal se basan en métodos de elementos finitos, optimización e inversión, desarrollados por los investigadores.

## 4. MODELOS TECTONOMAGMÁTICOS 3D INTEGRADOS

Debido al exigente requerimiento temporal en las labores mineras, la integración crítica de la información disponible se torna casi imposible. A su vez, integrar correctamente dicha información para construir nuevos y mejores modelos tectono-magmáticos demanda desarrollar criterios experienciales para la homologación de información, el uso correcto de la escala y el cuestionamiento criterioso de los paradigmas científicos. El proyecto apunta a la investigación aplicada para la construcción de modelos tectono-magmáticos integrados (geología y geofísica) que satisfagan los datos directos e indirectos, los análisis de escenarios numéricos y el conocimiento actual de los procesos asociados a la génesis de geo-recursos durante el ciclo andino.

## 5. PELIGRO SÍSMICO

Los estudios de peligro sísmico han permitido determinar el tamaño de los grandes terremotos interplaca e intraplaca (de profundidades intermedia y superficial) que han afectado históricamente diferentes zonas de Chile, Perú y Panamá. En dichas áreas se han estimado las distancias mínimas a cada tipo de fuente sísmica presente, y se han determinado los valores de la relación de Gutenberg-Richter para cada tipo de fuente. Se ha modelado bajo un enfoque probabilístico la secuencia de tiempos entre ocurrencias de sismos, asumiendo que corresponden a procesos de Poisson y a distribuciones biparamétricas de Weibull.

## 6. DESARROLLO TECNOLÓGICO

Tenemos una importante experiencia en la construcción y desarrollo de prototipos de estaciones sismológicas de periodo corto y estaciones multiparamétricas para el monitoreo geotérmico. Además desarrollamos actualmente una herramienta para la gestión de datos y el modelamiento estructural (software), estandarizando formatos, generando protocolos de decisión y directrices de modelamiento, que serán utilizadas para la maqueta de un software de gestión de datos.