
Ingeniero Geomecánico

Experiencia **Ingeniería Geomecánica y Modelamiento Numérico Aplicado a Minería**

Educación Magister en minería (candidato), 2017
Universidad de Chile, Santiago, Chile

Diploma en Ingeniería Geológica, 2013
Universidad de Chile, Santiago, Chile

Ingeniería Civil de Minas, 2008
Universidad de Chile, Santiago, Chile

Experiencia Profesional

2009 – Presente Itasca S.A., Santiago, Chile
Ingeniero Geomecánico Senior

2008 Codelco, Vicepresidencia Corporativa de Proyectos (VCP), Santiago, Chile
Tesista

2007 Codelco, División El Teniente, Santiago, Chile
Práctica profesional

Experiencia en Proyectos

Aplicación extensiva de métodos numéricos continuos y discontinuos en 2 y 3 dimensiones a problemas de minería a cielo abierto para la gran minería chilena. La experiencia incluye análisis de estabilidad de taludes para ambientes geotécnicos típicamente observados en la gran minería de Chile para las Minas Chuquicamata, Escondida, Escondida Norte, Collahuasi, Quebrada Blanca, Los Bronces, El Soldado (entre otros), aplicando principalmente los programas de medios discontinuos UDEC, 3DEC (y en menor medida, FLAC) de Itasca, para el desarrollo de análisis retrospectivos (back analysis) y predictivos. Las técnicas de modelamiento empleadas incluyen la implementación de diversos modelos constitutivos, tales como modelos elasto-plásticos convencionales (Hoek & Brown; Mohr - Coulomb), modelos con desplazamiento con dependencia del tiempo (creep) y modelos con degradación de propiedades resistentes por deformación (strain softening), implementados para replicar mecanismos de falla o comportamientos interpretados en base a evidencia observacional y de monitoreo geotécnico. Para el caso específico del Rajo Chuquicamata, los trabajos desarrollados involucran calibraciones de comportamientos observados en las paredes oeste (zona 3, 2006; zona 2, 2013 y 2016), noreste (zona 5 en área lixiviados, 2010) y este (bloque 1, desde 2007 en adelante), junto con las respectivas evaluaciones predictivas para distintos planes mineros enfocados en el cierre del rajo, incluyendo la evaluación de alternativas de drenaje y/o descarga para mitigar conductas de movilización en la pared oeste. Ha desarrollado a lo largo de su carrera una fuerte interacción con grupos hidrogeológicos tanto dentro de Itasca como con el cliente, en particular interpretando la información hidrogeológica de entrada para los modelos numéricos de estabilidad y discutiendo estrategias de despresurización de taludes. Ha desarrollado además análisis de optimización de taludes, combinando análisis cinemático con modelamiento numérico para evaluar el potencial de incremento de los ángulos de talud en minería a cielo abierto (rajo Escondida y zona 5 Rajo Chuquicamata).

Aplicación extensiva de métodos numéricos continuos y discontinuos en 2 y 3 dimensiones a problemas generales de minería superficial. El Sr. Rivero ha desarrollado análisis de estabilidad de taludes para excavaciones de menor envergadura y en ambientes geológicos distintos a los presentes en la gran

minería chilena, para yacimientos de pipas diamantíferas (África), canteras de caliza (Centro América) y proyectos hidroeléctricos (México).

Evaluación de daño deformacional inducido por la minería, estudiando el impacto del avance de fases del rajo sobre sitios con infraestructura superficial, tales como plantas de procesamiento de minerales y/o edificaciones, para las Minas Escondida, Escondida Norte, Los Bronces y Jwaneng (Botswana), aplicando modelamiento discontinuo en 2 (UDEC) y 3 (3DEC) dimensiones.

Mecánica de rocas aplicada a minería superficial. Recolección de datos de terreno, desarrollo de pruebas de laboratorio (ensayos de carga puntual), mapeo superficial de calidad de macizo rocoso y posterior compilación e interpretación de resultados para caracterización de roca intacta y macizo rocoso para minas de caliza del Holding Holcim, en El Salvador (Centro América), información que se empleó en el desarrollo de guías de diseño de taludes, (ábacos altura – ángulo interrampa).

Minería Subterránea. Diseño y aplicación de métodos numéricos continuos (FLAC3D / Phase), discontinuos (UDEC / 3DEC) y de borde (Map3D). La experiencia incluye el desarrollo de evaluaciones geotécnicas tanto empíricas como numéricas de cavernas, caserones abiertos y rellenos (vetas angostas y de potencia regular) y métodos de hundimiento. En lo referido al hundimiento, el Sr. Rivero ha empleado el algoritmo de hundimiento desarrollado por Itasca en el marco de los proyectos de investigación International Caving Study (ICS) y Mass Mining Technology (MMT) para evaluar aspectos tales como la iniciación y la propagación del caving, el efecto del pre-acondicionamiento del macizo rocoso y el secuenciamiento minero. Las aplicaciones de hundimiento incluyen estudios para el proyecto Mina Chuquicamata Subterránea (PMCHS) en diferentes etapas de la ingeniería del proyecto (en particular durante la ingeniería de detalle), llevados a cabo a través de modelación de medios continuos (FLAC3D) y discontinuos (3DEC), abordando en particular la problemática de la interacción rajo – subterránea planificada durante de transición entre ambos métodos de explotación, teniendo como principal objetivo establecer límites de seguridad entre ambas operaciones.

Por último, el Sr. Rivero ha impartido cursos de entrenamiento en modelamiento numérico para medios fracturados usando los códigos UDEC and 3DEC en diferentes países (Chile, Perú y México).