



# 1º CONGRESO CHILENO MECANICA DE ROCAS 2023



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



## LISTA DE PRESENTACIONES

### Keynote lectures

|   |               |
|---|---------------|
| Aplicaciones de modelos numéricos avanzados en el diseño minero: beneficios y desafíos  | C. Álvarez    |
| Power law failure criteria for intact rock and rock fill shear interfaces and their application to rock excavation and rock fill problems | C. Carranza   |
| Six decades of evolution of brittle damage prediction and spalling analysis   | M. Diederichs |
| Por confirmar   | E. Rojas      |
| Characteristics of stress fields in mines   | S.D. McKinnon |
| Quantifying Uncertainty in the Open Pit Slope Design  | E. Hormázabal |

### Caracterización de Macizo Rocoso | Rock Mass Characterization

|   |   |
|---|---|
| Del mapeo estructural a la recomendación geotécnica: flujo de trabajo para el apoyo estructural-geotécnico a la geomecánica operativa   | C. Barros   |
| Desarrollo de una Herramienta de Diagnóstico Rápido de Concentración de Cuñas en Taludes Mediante la Explotación de Modelos 3-D de Estructuras Explícitas   | D.A. Carrizo, M. García, G. Zúñiga                                    |
| Avances en la Actualización del Estándar de Suficiencia para el Soporte de la Información Geotécnica y Estructural para Minería de Rajos en Pórfidos Cupríferos: Aprendizajes desde las divisiones de CODELCO | D. Carrizo, M. Pacaje, L. Olivares, J. Oliva, C. Carmona, J. Vallejos |

(cont.)

|  |  |
|--|--|
| Estandarizando Etapas y Criterios en los Modelos Estructurales para la Cadena de Valor Geotécnica, Distrito CODELCO Norte  | D.A. Carrizo, R.A. Araya, G. Zúñiga, C. Reyes, C. Vargas, D. Silva, C. Suarez, J. Oliva, F. Caffarena, F. Cardenas, D. Zaro, D. Montan |
| Estudio comparativo de los enfoques cuantitativos del Geological Strength Index para el criterio de falla de Hoek y Brown: Caso de estudio Mina El Teniente, Chile | N.E. Cortés, C.F. González, A. Hekmatnejad   |
| Advances on rock structural recognition from drill monitoring in underground mining using discontinuity index and machine learning techniques                      | A. Fernández, J.A. Sanchidrián, P. Segarra   |
| Caracterización estratigráfica de la secuencia sedimentaria del Talud Este – Mina Ministro Hales, y su implicancia geotécnica                                      | V. Flores-Aqueveque, A. Soto, M. San Juan, R. Aguirre, J. Oliva, C. Reyes, R. Araya, C. Suárez   |
| Identificación de hidrofracturas a escala de sondajes y túneles en Cartera de Proyectos Teniente   | J.E. Guzmán, R.E. Valenzuela, R. Padilla   |
| Forecasting future weathering also under influence of climate change based on SSPC classification  | H.R. Hack, R.M. Schmitz  |
| Aerofotogrametría con drones para mapeo estructural y fortalecimiento del modelamiento y evaluación geotécnica   | J.R. Otaíza, R. Fuentealba, O.A. Jiménez   |
| Caracterización de Propiedades Geotécnicas de Roca Intacta a lo largo del Túnel Correa, Proyecto Nuevo Nivel Mina  | R. Padilla, D. Castro, R. Valenzuela, L. Aguilera  |
| Back Analysis de Granulometría en tres Sectores Productivos: Mina Chuquicamata Subterránea   | J. Pereira, C. Divasto, G. Barindelli  |
| Metodología Mapeo Granulométrico Presencial Mina Subterránea   | J. Pereira, G. Barindelli  |
| Análisis comparativo de las metodologías para el cálculo del GSI (Geological Strength Index) con base en enfoques cualitativos y cuantitativos                     | R. Pozo  |
| Criteria for the Definition and Characterization of Geotechnical Units in a Rock Mass  | A. Russo, C. Ramírez   |
| Geotechnical Characterization Guidelines for Underground Mining Projects   | A. Russo, E. Hormazabal  |

## Fortificación | Ground Support

|   |  |
|---|--|
| Análisis del comportamiento de los muros de reforzamiento en los macrobloques y propuesta de mejora en el diseño, División Chuquicamata Subterráneo                     | G.A. Barindelli, D.A. Castro, E. González, N. Valdés, B. Rojas                               |
| Ensayos dinámicos a escala de laboratorio para elementos de retención en minería subterránea  | M. Hinojosa, JA. Vallejos, E. Marambio, K. Suzuki, G. von Rickenbach, G. Fischer             |
| Diseño de fortificación de marcos de acero con disipadores de energía dinámica para utilizar en un túnel con riesgo de estallido de rocas                               | A. Muñoz, M. Sarrazín, C. Benavides, P. Landeros   |
| Caracterización geológica-geotécnica-geomecánica de macizos estratificados para un proyecto de estabilización de excavaciones   | S. Villalobos, F. Guíñez, M. Peña, F. Villalobos   |
| Control de espesor del hormigón proyectado en túneles y taludes mediante marcadores   | C. Villarroel, R. Villarroel, D. Parra   |
| Evaluación de la malla electrosoldada convencional contra la malla romboidal de alta resistencia en cargas estáticas y dinámicas, para optimizar el diseño del traslape | G. von Rickenbach, R. Brändle, R. Luis-Fonseca, G. Fischer, R. Romero, J. Jarufe, R. Cornejo |

## Instrumentación y Mediciones en Terreno | Instrumentation and Field Measurements

|   |  |
|---|--|
| Distributed fibre optic sensing (DFOS) technologies and their applications for UG mining operations                           | J. Furlong, F. Reed  |
| Integración de instrumentación geotecnia e hidrogeología para predecir inestabilidades futuras en Escondida y Escondida Norte | J.P. Mulet, W. Vidaurre  |
| Monitoreo Corporativo mediante Tecnología InSAR Satelital en Codelco  | L. Olivares, M. Cofré, M. Pacaje, J. Duro, R. Iglesias, E. Makhoul, D. Monells, N. Pasqualotto, Z. Acero |
| Metodologías de Medición de Esfuerzos Implementadas en Proyecto Andes Norte, División El Teniente                             | W. Rodríguez, P. Landeros, J.C. Arce   |
| Evaluación de riesgos geotécnicos basado en el análisis de información de prismas en minería a cielo abierto                  | S. Veloso, P. Gomez, E. Hormazabal   |

## Modelamiento Numérico | Numerical Modeling

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Modelos numéricos unificados/acoplados para los nuevos desafíos en minería  | E.A. Córdova, D.A. Beck              |
| Análisis de estabilidad cinemático usando una red de fracturas discretas reducida                                   | R. Dockendorff                       |
| Modelo de fragmentación durante el flujo gravitacional en minería de Block Caving                                   | R.E. Gómez, R.L. Castro, J. Castillo |
| Investigando el mecanismo de fractura de rocas basadas en minerales con el enfoque del elemento finito extendido    | E. Mohtarami, A. Hekmatnejad         |
| Evaluación de pilares bajo comportamiento strain-softening y aplicación de modelo constitutivo IMASS en pilares     | R. Muñoz, R. Silva, D. Acevedo       |
| Evaluación de la sobre excavación de caserones del Proyecto CAL de Codelco-Andina mediante IMASS                    | F. Orellana, K. Suzuki, C. Lagos     |
| Modelo matemático para el flujo de rocas en minería de block caving   | S. Palma, R. Morales                 |
| Aplicación del modelo constitutivo Burgers-Mohr para representar el fallamiento de la pared oeste de Radomiro Tomic | D. Silva, F. Cárdenas                |

## Daño Inducido por Tronadura | Blast Induced Damage

|  |   |
|--|---|
| Desarrollo de un modelo de predicción de <i>flyrock</i> para minería a cielo abierto   | M. Cánovas, K. Reyes, J. Arzúa, E. Tapia, R. Meza |
| Metodología de trabajo para la mejora en el logro de paredes y control de daño inducido por voladura en minería a cielo abierto              | A. Contreras, N. Ortega, F. Ramirez               |
| Investigación del impacto de la tronadura en campo cercano en estructuras geológicas principales: Mecanismo de daño y medición de mitigación | J.P. Mulet, W.R. Adamson                          |
| Evolución del Full Control y su creación de valor, Distrito Norte, División Radomiro Tomic como caso de estudio                              | N. Quinzacara, L. Olivares, F. Cárdenas           |
| Gestión para el mejoramiento del desempeño de taludes en División Ministro Hales   | J. Tapia, E. Arias                                |

## Avances Experimentales y de Laboratorio | Experimental and Laboratory Advances

|   |  |
|---|--|
| Microstructural controls on thermally-induced crack damage in intrusive rocks   | J. Browning, P. Meredith, A. Daoud, T. Mitchell, A. Gudmundsson                              |
| Crack damage evolution in rocks deformed under conventional and true triaxial loading; experimental and model insights                | J. Browning, P. Meredith, T. Mitchell, D. Healy, I. Panteleev, V. Lyakhovsky                 |
| Corrección de medidas de deformación con LVDT en ensayos de compresión triaxial sobre granito   | D.I. Ibarra, E. Martínez-Bautista, J. Arzúa, M. Cánovas, M.A. González-Fernández, L. Alejano |
| Estudio de laboratorio para disminuir el tiempo de obtención del tramo post – peak en la curva esfuerzo-deformación en rocas frágiles | I. Paredes, S. Flores, K. Suzuki   |
| Estudio de Respuesta Peak y Post-Peak en Rocas Ígneas   | J. Velásquez, K. Suzuki, J. Vallejos   |

## Peligro Sísmico y Estallidos de Roca | Seismic Hazard and Rock Bursts

|  |  |
|--|--|
| Innovación de nuevas tecnologías en la administración del riesgo sísmico en túneles profundos                        | C. Bahamondes, C. Moraga, W. Rodríguez, P. Landeros, M. Vargas |
| Influencia de la presencia de discontinuidades en la generación estallidos de roca mediante el modelamiento numérico | N. Castro, A. Delonca  |
| Sismicidad inducida en mina Raura y su aplicación a la planificación Minera  | J. Jarufe, C. Morante, A. Espinoza, E. Rubio, I. Cuba          |
| Instrumentación geotécnica para túneles con sismicidad inducida  | C. Moraga, C. Bahamondes, D. Pulgar, D. Romero                 |
| Propiedades mecánicas a altas tasas de deformación de las rocas del distrito El Teniente                             | F. Robbiano, L.F. Orellana                                     |
| Análisis Causal Eventos Sísmicos $M_w = 1.8$ y $M_w = 1.6$ Registrados en Túnel Correa Proyecto Andes Norte          | W. Rodríguez, D. Pulgar  |

(cont.)

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Aplicación de técnicas de pre-acondicionamiento del macizo rocoso para desarrollo de túneles en ambiente de altos esfuerzos   | W. Rodríguez, J.C. Arce             |
| Metodología propuesta para analizar la causalidad de estallidos de rocas en túneles profundos basada en la experiencia de Nuevo Nivel Mina Codelco División El Teniente | W. Rodríguez, M. Jaque, J. Vallejos |
| Metodología para el Análisis de Interacción de cavidades en minería por panel caving  | S. Olguín, J. Vallejos, J. Espinoza |

## Estabilidad de Taludes | Slope Stability

|  |  |
|--|--|
| Evaluación probabilística de estabilidad de taludes a nivel de banco en minería a cielo abierto                        | E. Araujo, E. Poma, R. Romero, W. Vilcayauri                                 |
| Modelo numérico de calibración de inestabilidad a escala global en mina de rajo abierto                                | C. Barra, R. Silva   |
| Detección, control y gestión de inestabilidades geotécnicas estructurales a nivel de interrampa en rajo abierto        | A.M. Contreras   |
| La geología estructural una poderosa herramienta de la ingeniería de rocas en el diseño de taludes de gran altura      | N.R. Espinoza, J. A. Arriagada, L. González, K. Nazer                        |
| Estabilidad cinemática de taludes a través de análisis de caminos de redes de fractura                                 | A. Hekmatnejad, A. Pena, E. Jara   |
| Aplicación de metodologías de sostenimiento en materiales de baja resistencia al corte de la ruta Calacali- Nanegalito | MR Ponce-Zambrano, CE Ibadango - Anrrango, J. Merino, H. Cervantes, J. Ortiz |
| Metodología Rock Engineering System para determinar estabilidad geomecánica en taludes mineros                         | C. Santander, J. Vallejos  |
| Definición del Límite Suelo – Roca en Ambientes Meteorizados   | K. Toro, M. Filgueira  |

## Nuevos Proyectos | New projects

|  |  |
|--|--|
| Estrategia de Actualización del Modelo Estructural para uso geotécnico, Rajo Inca, División El Salvador: Un rajo en un cráter de subsidencia | S. Díaz, D.A. Carrizo, G. Zúñiga, O. Osses, M. Pena, M. Pacaje |
| Revisión de mallas de extracción para minería de caving en profundidad – proyecto Don Luis subterráneo Codelco Chile División Andina         | C. Lagos, K. Suzuki, L. Quiñones                               |

## Casos de Estudio | Cases Studies

|   |   |
|---|---|
| Estimación criterio de daño por sobreexcavación proyecto Diamante Codelco Chile División El Teniente                      | M. Barahona, F. Cortés, M. Silva                              |
| Back analysis of seismicity from development to open stope extraction at a deep mining operation                          | N. Bustos, E. Villaescusa, R. Talebi, A. Cancino              |
| Implementación de metodología Boxhole Back Reaming (BBR) en la construcción de piques de traspaso en División El Teniente | C. Córdova, A. Muñoz, C. Cifuentes                            |
| Metodología para la Caracterización y Seguimiento Geotécnico de Desarrollos Verticales de Proyecto Andes Norte            | J. Millán, A. Guajardo, C. Soto                               |
| Las Leñas International Tunnel: Geomechanical challenges in large-scale tunneling projects across The Andes               | R. Orellana, G. Höfer-Öllinger, J. Ulloa, A. Flores-Bertoglio |
| Buenas prácticas en el uso de herramientas empíricas utilizadas en el diseño de minas de Sublevel Stopping en Chile       | E. Poblete, K. Suzuki, M. Smoljanovic, J. López               |
| QA/QC de Data Geotécnica de Sondajes: Trazabilidad y Confiabilidad de la Base de Datos                                    | K. Toro, M. Filgueira   |
| Experiencia constructiva caverna SCH, control geotécnico e instrumentación, Proyecto Andes Norte                          | R. Valdivia, R. Padilla, P. Landeros                          |

## Riesgo Geomecánico | Geomechanical Risk

|   |  |
|---|--|
| A probabilistic approach for the estimation of rock fall hazard occurrence in underground excavations   | F. Fernandez, M. A. Rodriguez                        |
| Desarrollo y Calibración de Cartilla de Cuantificación de Peligro de Caída de Rocas – Rockfall Hazard Rating - para Camino Industrial en Zona Montañosa | R. Ortiz, S. Marambio, R. Osorio                     |
| Interacción Mina Subterránea y Rajo Abierto El Soldado  | M. Schellman, E. Bermedo                             |
| Análisis de estabilidad empírico de caserones en Chile utilizando software MineRoc  | J.A. Vallejos, F. Retamal, A. Barberán, J. Velásquez |
| Lecciones aprendidas, colapsos MB N01S02, Chuquicamata Subterránea  | P. Vásquez, J. Díaz Salas, G. Barindelli             |
| Chuquicamata subterránea, Colgadura MB S02, monitoreo y estrategias utilizadas  | P. Vásquez, J. Díaz, G. Barindelli, J. San Martin    |

Pillar collapse modelling, and mine design effect quantification through machine learning: a case study

R.J. Quevedo, Y.A. Sari,  
S.D. McKinnon

### Presentaciones Posters

|   |  |
|---|--|
| Análisis de la dilución y tasa de extracción en minería de block caving mediante simulaciones DEM   | F. Acuña, A. Segovia, S. Palma                           |
| Falla frágil de macizo rocoso y análisis de efecto escala en el dimensionamiento del soporte de roca  | P. Alcayaga, V. Mendoza, J. Jarufe                       |
| Evaluación del peligro en eventos de caída de rocas y propuesta para definir zonas de peligro en minería a cielo abierto                                    | P. Andrade, A. Delonca, R. Cabezas                       |
| Influencia de la granulometría y distribución espacial de la roca fracturada en la migración de finos aplicado a Block Caving                               | M. Aravena, S. Palma                                     |
| Caracterización geomecánica de areniscas del litoral del Maule  | V.I. Cancino, M.A. Jara, F.J. Rivas, M. Chávez-Delgado   |
| Linking precursory fracture damage to heterogeneity and anisotropy in rock masses: experimental insights  | J. Cortez, J. Browning, P. Benson, N. Koor, C. Marquardt |
| Interacción entre geometría de botaderos de lastre minero versus coeficiente sísmico: buscando la geometría óptima  | M. Cuadra, R. Villarroel, P. Merino                      |
| Correlación entre RQD y otras propiedades geomecánicas de rocas subvolcánicas en túneles exploratorios del distrito minero Chépica, región del Maule, Chile | R.A. Díaz, Y.L. Marulanda, N.A. Silva                    |
| Impacto de la distribución granulométrica en las elipses de movimiento en el flujo gravitacional en ingeniería de caving                                    | F. Espínola, S. Palma, M. Carrasco                       |
| Efectos geométricos de la secuencialidad de extracción en la IEZ para método block caving en minería subterránea  | S. Leyton, S. Palma                                      |

(cont.)

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Incidencia de diferentes parámetros geomecánicos en la velocidad del aire en puntos de extracción en minería de caving          | V. Morales, S. Palma            |
| Influencia de los parámetros geomecánicos y de los esfuerzos in-situ en un potencial estallido de rocas                         | N. Ramírez, A. Delonca          |
| Digitalización del mapeo geotécnico mediante la implementación de un protocolo de mapeo para la mapera digital Tagger           | T. Salazar, M. Surjan           |
| Evaluación de criterios de alerta para el monitoreo de botadero de ripios   | H. Tapia, D. Silva, F. Cárdenas |
| Propuesta para la determinación del daño ocasionado por tronadura mediante el uso de funciones de carga y modelamiento numérico | M. Valdés, M. Jara              |

# AGRADECEMOS A NUESTROS AUSPICIADORES

