

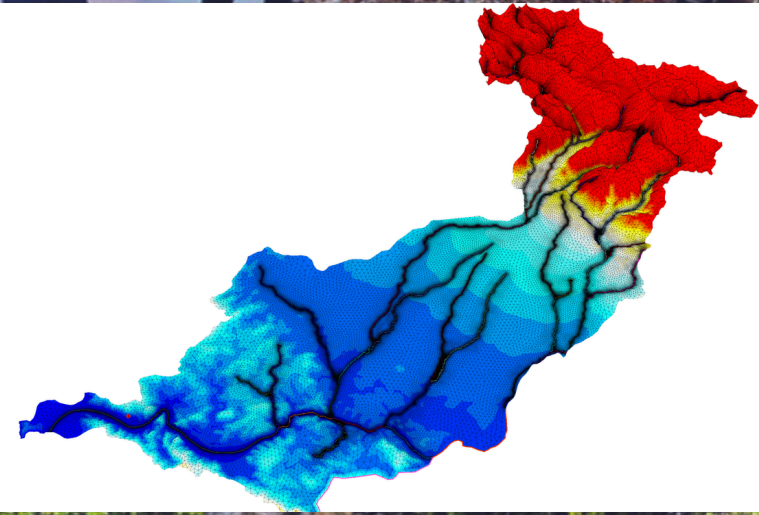


ITASCA

oneitasca.com



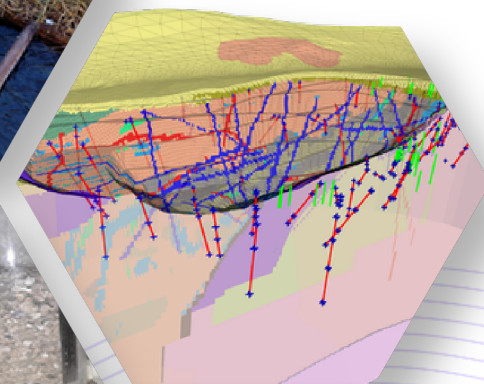
Servicios de Hidrogeología y Geoquímica





Nuestros Servicios

- En ITASCA contamos con amplia experiencia en la interpretación de **sistemas hidrogeológicos complejos**, incluyendo aquellos asociados a cuerpos mineralizados, macizos rocosos con alta o baja densidad de fracturamiento, y entornos de alta complejidad geológica y tectónica.
- Sobre la base de esta experiencia, ofrecemos servicios especializados que abarcan **desde la caracterización hidrogeológica, el desarrollo de modelos conceptuales y la construcción de modelos numéricos**, hasta el **apoyo en terreno y el soporte estratégico** para la optimización de prácticas operacionales.
- Nuestro enfoque integra **datos, análisis, modelamiento y experiencia** para respaldar una toma de decisiones informada y una gestión eficaz de las aguas subterráneas.





Contenidos

Soporte Operacional y Estratégico ----- **Página 4**

Caracterización Hidrogeológica ----- **Página 5**

Desarrollo de Modelos Conceptuales ----- **Página 6**

Análisis Hidro- y Geoquímicos ----- **Página 7**

Desarrollo de Modelos Numéricos ----- **Página 8**

Procesos Hidro-Mecánicos Acoplados ----- **Página 9**

Gestión de la Incertidumbre ----- **Página 10**

Personal Clave ----- **Página 11**



Soporte Operacional y Estratégico

ITASCA ofrece un **marco técnico integrado**, diseñado para ayudar a sus clientes a comprender las condiciones de línea base, anticipar impactos hidrogeológicos, apoyar procesos de permisos, optimizar operaciones y evaluar de manera independiente supuestos críticos. **Combinando criterios de terreno, capacidades de modelamiento y revisión estratégica**, generamos una base técnica defendible, para reducir riesgos y respaldar decisiones de proyecto sólidas.

Prestamos servicios de **monitoreo operacional y apoyo técnico** para ayudar a nuestros clientes a gestionar proactivamente las condiciones hidrogeológicas y mantener flujos confiables de datos de terreno.

Cómo apoyamos:

- Consultoría estratégica, hidrogeología de terreno y modelamiento hidrogeológico.
- Apoyo en procesos de permisos ambientales.
- Levantamiento de información de línea base y capacitación en gestión de datos.
- Consultoría en aspectos operacionales de hidrogeología, recursos hídricos e hidrología.
- Consultoría en revisiones independientes (Peer Review, Geotechnical Review Board, Due Diligence y similares).





Caracterización Hidrogeológica

ITASCA ofrece servicios de caracterización hidrogeológica para proporcionar una base sólida de información de terreno, análisis e interpretación, necesaria para respaldar decisiones de proyecto con mayor confianza. A través de **investigaciones integradas, ensayos, monitoreo y evaluación geoquímica**, ayudamos a nuestros clientes a reducir la incertidumbre en procesos de permisos, diseño y gestión hídrica de largo plazo.

Entre otras actividades, ofrecemos:

- **Diseño de campañas** de exploración.
- **Interpretación** hidrogeológica de sondajes y geofísica.
- **Medición** de niveles de agua y caudales.
- **Diseño de pozos**, piezómetros e instrumentación hidrogeológica.
- **Diseño y análisis de pruebas de bombeo** y ensayos hidráulicos.
- **Muestreo** de calidad de aguas y suelos.
- **Caracterización** geoquímica.
- **Identificación** de procesos naturales o antrópicos.

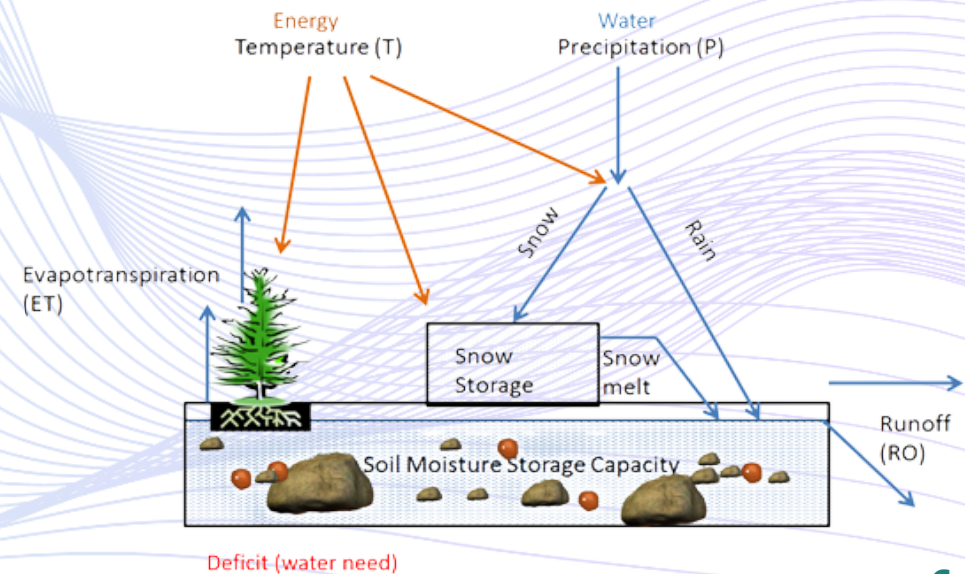
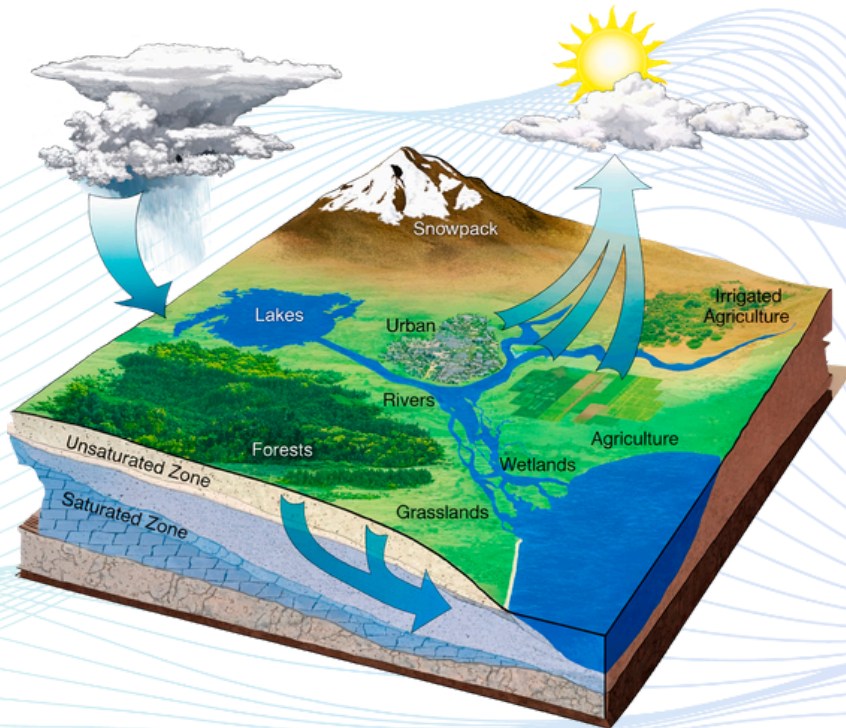


Desarrollo de Modelos Conceptuales

ITASCA presta servicios de modelamiento conceptual para transformar **información hidrogeológica compleja en una comprensión coherente y defendible del comportamiento del sistema**. Este trabajo normalmente está orientado a apoyar procesos de permisos, estrategias operacionales, diseño de ingeniería y gestión hídrica de largo plazo. Los modelos conceptuales también constituyen la base para análisis posteriores de modelamiento numérico.

Las actividades en este ámbito incluyen:

- **Identificación** de procesos hidrológicos.
- **Definición** de piezometría y unidades hidrogeológicas (UH).
- **Caracterización** del comportamiento hidráulico de estructuras.
- Balances hídricos **operacionales y estratégicos**.



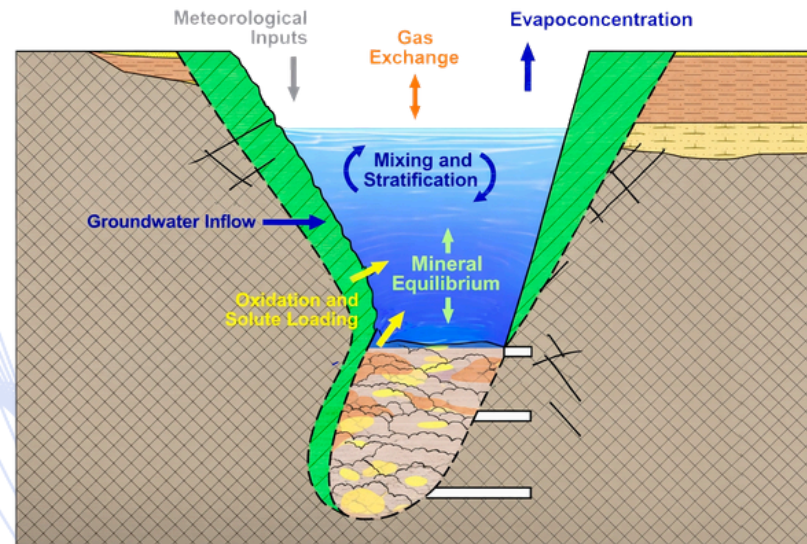
Ejemplo de balance hídrico

Análisis Hidro- y Geoquímicos

ITASCA presta servicios especializados de consultoría en **hidroquímica, geoquímica y modelamiento hidrogeológico-geoquímico integrado** para abordar desafíos críticos de calidad de agua en la industria minera. Mediante la combinación de análisis de datos de terreno, interpretación geoquímica, evaluación hidrogeológica, simulación numérica y experiencia ambiental, ayudamos a nuestros clientes a reducir la incertidumbre técnica, anticipar riesgos asociados a la calidad de agua y respaldar una toma de decisiones informada durante todo el ciclo de vida de la mina.

Nuestras principales áreas de trabajo son:

- Caracterización de línea base de calidad de agua.
- Geoquímica de aguas mineras y contaminantes.
- Hidrogeoquímica de lagos de rajo.
- Modelamiento integrado hidrogeológico-geoquímico y de sistemas de aguas mineras.
- Soporte para la toma de decisiones en planificación minera, cumplimiento normativo y cierre.
- Uso de herramientas estándar de la industria, como GoldSim, para desarrollar simulaciones dinámicas de balances de aguas mineras.



Procesos hidrogeoquímicos y dinámica ambiental al interior de un "pit-lake".

Buscamos fortalecer el desempeño ambiental, mejorar la planificación operacional, apoyar el cumplimiento normativo y contribuir a la sostenibilidad de largo plazo de los proyectos mineros.

Desarrollo de Modelos Numéricos

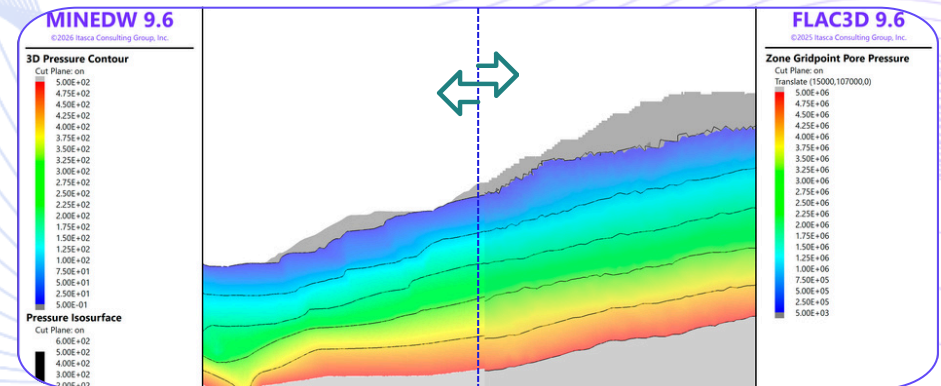
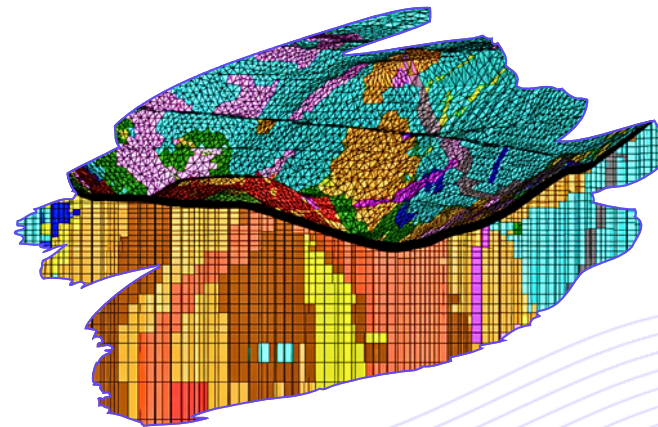
ITASCA presta servicios de modelamiento para proporcionar a sus clientes un marco cuantitativo riguroso para comprender y gestionar el agua en entornos de proyecto complejos. **Mediante el uso de modelos, respaldados por una amplia gama de códigos reconocidos por la industria y herramientas propietarias como MINEDW**, entregamos el conocimiento técnico necesario para apoyar la planificación, la optimización del diseño, la evaluación de impactos y la gestión operacional del agua en el largo plazo.

Los modelos numéricos se construyen a distintas escalas y con diversos propósitos, tales como:

- Modelos de cuenca.
- Modelos de minas a rajo abierto y subterráneas.
- Modelos de infiltración en depósitos de relaves.

En ITASCA se dispone de una variedad de códigos de modelamiento, incluyendo códigos propietarios como **MINEDW**, **FLAC2D/3D**, **RIVER.lab** y otros de terceros, tales como MODFLOW, FEFLOW y SEEP/W.

Los modelos hidrogeológicos se **calibran utilizando datos de monitoreo, tales como niveles de agua subterránea, caudales y ensayos hidráulicos**, con el fin de representar confiablemente el comportamiento del sistema y agregar valor a los resultados predictivos.

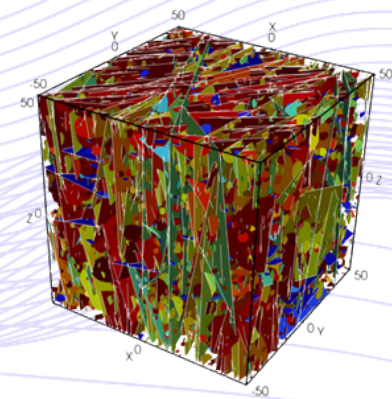
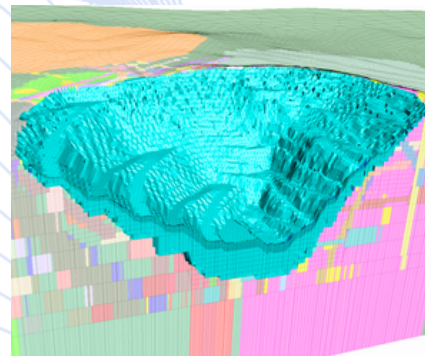
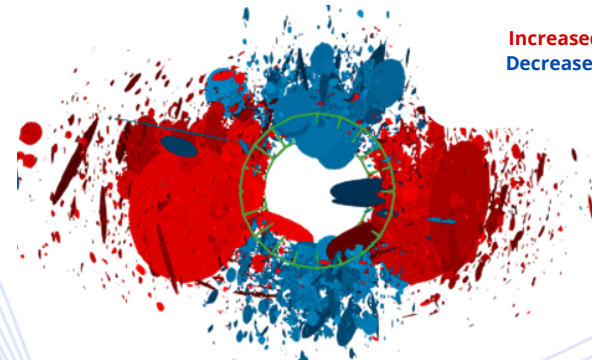


Ejemplo de transferencia de resultados de modelamiento hidrogeológico a software de análisis geomecánico.

Procesos Hidro-Mecánicos Acoplados

Los modelos tradicionales de aguas subterráneas suelen calibrarse con parámetros fijos, basados en condiciones históricas, aun cuando las propiedades hidráulicas reales cambian en el tiempo bajo la influencia de procesos geológicos, mecánicos, químicos, térmicos y asociados a la actividad minera. **ITASCA aborda esta complejidad mediante enfoques de modelamiento conceptual, analítico y numérico acoplado**, que permiten evaluar estos sistemas dinámicos y comprender mejor sus implicancias en la evaluación y predicción del comportamiento de las aguas subterráneas:

- **Comprensión** conceptual de los procesos acoplados y sus posibles consecuencias.
- Capacidades integradas de **simulación** de procesos acoplados en nuestros softwares propietarios FLAC3D y 3DEC.
- **Comunicación secuencial semiacoplada** entre MINEDW y FLAC3D/3DEC.
- Análisis de la **interacción entre procesos** geomecánicos e hidrogeológicos.
- **Simulaciones hidro-mecánicas** basadas en DFN y análisis de incertidumbre mediante el software propietario DFN.lab.

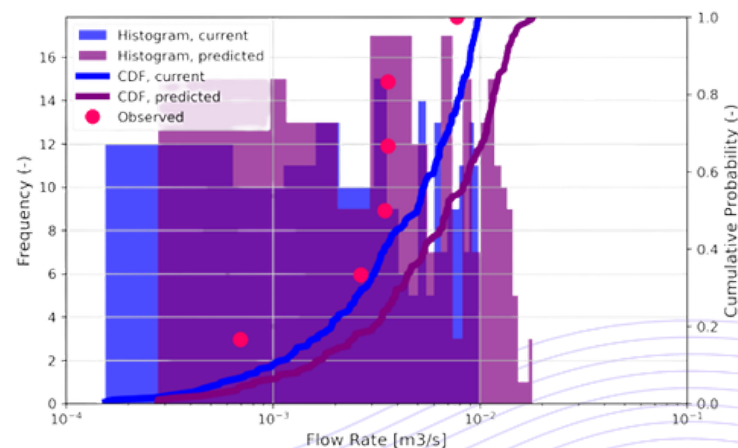




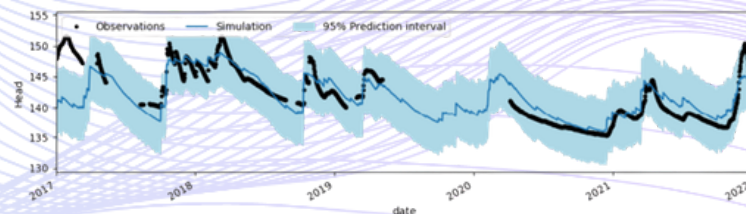
Gestión de la Incertidumbre

La incertidumbre es inherente a las geociencias, ya que el subsuelo debe interpretarse a partir de datos incompletos e indirectos, por lo que pueden coexistir distintas explicaciones válidas para un mismo sistema. **ITASCA ayuda a sus clientes a abordar esta realidad** mediante la identificación, evaluación, cuantificación y gestión de la incertidumbre en cada etapa de la evaluación y el modelamiento hidrogeológico:

- **QA/QC riguroso** de datos para asegurar la confiabilidad de la información desde su origen.
- Desarrollo de la **comprensión del sistema** mediante análisis de características, eventos y procesos —*features–events–processes*, **FEP**— y escenarios conceptuales alternativos.
- **Análisis estructurado de riesgos** para identificar y priorizar las principales incertidumbres.
- Simulaciones manuales y automatizadas de incertidumbre mediante la **suite PEST**, para explorar la variabilidad paramétrica y estructural.
- Evaluaciones cualitativas y cuantitativas de **consecuencias**, que traducen la incertidumbre en información clara y relevante para la toma de decisiones.
- **Interpretación estadística**, evaluación de la incertidumbre y de su estructura.



Evaluación estocástica de caudales de ingreso de agua a la mina.



Resultados de simulación de niveles de agua subterránea con intervalo de predicción del 95%.



Personal Clave en Hidrogeología y Geoquímica



Kálmán Benedek

El Dr. Benedek cuenta con más de 20 años de experiencia en hidrogeología. Posee amplia experiencia en la evaluación conceptual mediante herramientas numéricas y analíticas. Ha desarrollado numerosos proyectos de evaluación de reservorios, drenaje minero y otros proyectos relacionados. Asimismo, ha participado en diversos proyectos mineros, de petróleo y gas.



Martin Brown

Ingeniero Civil con más de 20 años de experiencia en gestión hídrica y ambiental, 10 de ellos desde la industria minera chilena, liderando áreas de Desarrollo y Operaciones vinculadas a hidrogeología, recursos hídricos, medio ambiente, transporte de fluidos, depósitos de relaves y drenaje minero.



José Luis Villa

Hidrogeólogo Senior con más de 20 años de experiencia en modelamiento numérico para minas a rajo abierto, minas subterráneas, botaderos y depósitos de relaves. Ha desarrollado modelos 1D, 2D y 3D de depósitos de relaves utilizando Hydrus, SEEP/W, MINEDW y FEFLOW.



Personal Clave en Hidrogeología y Geoquímica



Isidora Arriagada

Geóloga con MSc en Hidrogeología y Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Darmstadt, Alemania. A lo largo de su carrera en consultoría, ha adquirido experiencia en estudios de suelos y aguas subterráneas, modelamiento hidrogeológico, evaluaciones de impacto ambiental, y en el diseño, coordinación y ejecución de campañas de terreno y proyectos de remediación.



José-Luis Delgado

Ingeniero Civil con cerca de 20 años de experiencia en gestión hídrica y ambiental, con especial foco en hidrología e hidrogeología como fuentes de suministro de agua para la industria minera chilena. Ha liderado áreas de Estudios y Desarrollo vinculadas a recursos hídricos, y también ha implementado proyectos de exploración y explotación de agua.



Grady O'Brien

Hidrogeólogo principal con más de 30 años de experiencia en hidrogeología para clientes de los sectores minero, agrícola, industrial, comercial y gubernamental. Se especializa en el diseño, la planificación y la implementación de programas de caracterización hidrogeológica para minería, drenaje operacional y modelización del flujo de aguas subterráneas y transporte químico.



**"Impulsamos la evolución de la ingeniería
geológica y las geociencias para mejorar el mundo,
desarrollando colaborativamente soluciones
innovadoras para problemas complejos."**

oneitasca.com
itascasoftware.com