

## **CURSO TALLER PRESENCIAL**

### **DISEÑO DE SISTEMAS DE BOMBEO Y DISPOSICIÓN DE RELAVES EN MINERÍA**

Duración total: 16 horas

Estructura: 4 módulos de 4 horas

Modalidad: Presencial

Metodología: Casos reales, talleres aplicados, software especializado y modelamiento 3D

Nivel: Intermedio – Avanzado

Dirigido a: Ingenieros civiles, mecánicos, metalurgistas, geotécnicos, planners, personal de operación, supervisores y jefaturas de relaves y agua.

---

#### **Objetivo General**

Desarrollar competencias técnicas y de criterio ingenieril para diseñar, evaluar y optimizar sistemas de bombeo, transporte y disposición de relaves, considerando el tipo de relave, la reología, el ciclo de vida del depósito, la confiabilidad operativa, la seguridad y las mejores prácticas de la industria minera global.

---

#### **Competencias que desarrolla el participante**

- Comprender el relave como sistema integrado (planta–transporte–disposición).
  - Seleccionar y dimensionar sistemas de bombeo y tuberías según el tipo de relave.
  - Evaluar alternativas de disposición: convencional, espesado, filtrado.
  - Aplicar criterios de diseño hidráulico, mecánico y operacional.
  - Analizar riesgos operacionales y de integridad de líneas.
  - Interpretar y validar modelos hidráulicos y modelos 3D del sistema de relaves.
-

## Estructura del Curso

---

### ◆ **MÓDULO 1 – Fundamentos del transporte hidráulico de relaves (4 h)**

Contenidos:

- Tipos de relaves y sus implicancias en el diseño:
  - Relaves convencionales
  - Relaves espesados
  - Relaves filtrados
- Propiedades clave:
  - Granulometría
  - Densidad de pulpa
  - Reología (Newtoniano / No Newtoniano)
- Regímenes de flujo:
  - Flujo homogéneo
  - Flujo heterogéneo
  - Flujo en transición
- Velocidad crítica y deposición de sólidos
- Introducción al diseño conceptual del sistema de bombeo

Caso práctico:

Análisis comparativo de transporte para un relave convencional vs. espesado.

---

### ◆ **MÓDULO 2 – Diseño de sistemas de bombeo y líneas de impulsión (4 h)**

Contenidos:

- Selección de bombas para relaves:
  - Bombas centrífugas

- Bombas de desplazamiento positivo
- Curvas características de bombas para pulpas
- Cálculo de pérdidas:
  - Fricción
  - Accesorios
  - Cambios de cota
- Diseño hidráulico de tuberías:
  - Diámetros
  - Materiales (acero, HDPE, compuestos)
  - Espesores y criterios de desgaste
- Estaciones de bombeo:
  - Arreglos en serie y paralelo
  - Redundancia y confiabilidad

Taller aplicado:

Dimensionamiento de una línea de relaves con hoja de cálculo y verificación hidráulica.

---

## ◆ MÓDULO 3 – Disposición de relaves y modelamiento 3D del sistema (4 h)

Contenidos:

- Sistemas de disposición:
  - Spigotting
  - Disposición central
  - Downstream / upstream / centerline
- Integración bombeo–disposición
- Criterios operacionales y constructivos

- Introducción al modelamiento del sistema:
  - Modelos hidráulicos
  - Modelos geométricos 3D
- Uso de software especializado:
  - Modelamiento de líneas y estaciones
  - Visualización 3D del sistema completo

Aplicación práctica:

Revisión de un modelo 3D de sistema de relaves (planta—línea—depósito).

---

## ◆ MÓDULO 4 – Mejores prácticas, tecnologías y casos reales (4 h)

Contenidos:

- Mejores prácticas internacionales en transporte y disposición de relaves
- Principales modos de falla en sistemas de bombeo
- Gestión de riesgos:
  - Bloqueos
  - Roturas
  - Pérdida de contención
- Monitoreo y mantenimiento:
  - Instrumentación
  - Wear monitoring
  - Inspección y confiabilidad
- Tecnologías emergentes:
  - Digital twins
  - Sensores en línea
  - Optimización energética

- Lecciones aprendidas de operaciones reales en Latinoamérica

Caso integrador final:

Evaluación técnica completa de un sistema de bombeo y disposición, con recomendaciones de mejora.

---

## Herramientas y recursos del curso

- Hojas de cálculo de diseño hidráulico
  - Ejemplos de modelos 3D
  - Casos reales de operaciones mineras
  - Checklists de buenas prácticas
  - Material técnico de referencia internacional
- 

## Evaluación (opcional)

- Participación en talleres
  - Resolución de caso integrador
  - Discusión técnica grupal
- 

## Expositores

**Richard Mera**

**Especialista en Sistemas de Bombeo, Transporte y Disposición de Relaves**

Ingeniero con sólida experiencia en **diseño, evaluación y optimización de sistemas de bombeo y transporte de relaves en la industria minera**, participando en proyectos de ingeniería conceptual, básica y de detalle para operaciones a gran escala en Latinoamérica.

Cuenta con una destacada trayectoria en el **análisis hidráulico y reológico de relaves**, selección y dimensionamiento de **bombas para pulpas minerales**, diseño de **líneas de impulsión**,

estaciones de bombeo y sistemas de disposición, integrando criterios de **seguridad, confiabilidad operativa, eficiencia energética y sostenibilidad**.

Ha participado activamente en proyectos asociados a **relaves convencionales, espesados y filtrados**, colaborando con equipos multidisciplinarios de proceso, geotecnia, mecánica y operaciones, aportando una visión integral del sistema **planta – transporte – depósito**.

Posee experiencia en el uso aplicado de **software especializado de modelamiento hidráulico y herramientas de modelación 3D**, orientadas a la validación de diseños, análisis de escenarios operacionales y soporte a la toma de decisiones técnicas.

Como docente y expositor, se distingue por un enfoque **práctico y orientado a la industria**, integrando:

- Casos reales de operación minera
- Mejores prácticas internacionales
- Lecciones aprendidas de proyectos reales
- Talleres aplicados de diseño y análisis

Su estilo de enseñanza combina **rigurosidad técnica**, claridad conceptual y aplicación directa a los desafíos reales de la gestión e ingeniería de relaves, aportando alto valor tanto a profesionales de ingeniería como a equipos de operación y supervisión.

## **Edgar Quiroz Villón**

### **Ingeniero Civil | Especialista en Gestión, Ingeniería y Gobernanza de Relaves**

Ingeniero Civil con **más de 25 años de experiencia internacional** en **ingeniería, gestión estratégica y operación de sistemas de relaves y agua** en minería a gran escala. Cuenta con una trayectoria consolidada liderando y asesorando proyectos complejos en **diseño de sistemas de bombeo, transporte hidráulico y disposición de relaves**, desde etapas conceptuales hasta ingeniería de detalle y soporte a la operación.

Su experiencia integra de manera robusta el enfoque **planta – transporte – disposición**, abordando relaves **convencionales, espesados y filtrados**, con especial énfasis en **criterios hidráulicos, reológicos, geotécnicos, operacionales y de confiabilidad**, alineados a las **mejores prácticas internacionales** y a los más altos estándares de la industria minera.

Ha participado en proyectos y operaciones relevantes en **Perú, Chile, Australia y Canadá**, desempeñándose en roles técnicos y directivos vinculados a **presas de relaves, sistemas de bombeo, balance hídrico, gestión de riesgos, optimización CAPEX/OPEX y gobernanza de infraestructura crítica**. Su perfil combina una visión técnica profunda con una **mirada ejecutiva orientada a la toma de decisiones, gestión de riesgos y creación de valor**.

Posee amplia experiencia en el uso aplicado de **software especializado y herramientas digitales**, incluyendo:

- Modelamiento hidráulico de transporte de pulpas
- Evaluación de alternativas de bombeo y disposición
- Análisis de escenarios operacionales
- **Modelos 3D integrados del sistema de relaves**
- Enfoques modernos de digitalización y optimización de activos

Como **docente, conferencista y formador ejecutivo**, se distingue por un enfoque **práctico, riguroso y orientado a la industria**, integrando:

- Casos reales de operaciones mineras
- Talleres aplicados de diseño y evaluación
- Lecciones aprendidas de proyectos internacionales
- Discusión de tecnologías disponibles y emergentes

Actualmente es **profesor y expositor principal** en programas de especialización en gestión e ingeniería de relaves, y asesor de empresas mineras en **estrategia, riesgo y sostenibilidad de sistemas de relaves**, aportando una visión integral que conecta **ingeniería, operación y gobernanza**.



## Información

E-mail: [framelearning@frame.pe](mailto:framelearning@frame.pe)

WhatsApp (+51) 942 553 400

---

