



# **GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA EN PERÍODOS DE ALTA DEMANDA**

**IVAN RAYO V.,  
Jefe de Ingeniería, JRI INGENIERÍA S.A.**

# INTRODUCCIÓN

- Períodos sostenidos de altos precios de metales hacen que proyectos relativamente marginales sean atractivos.
- Se genera una alta demanda de proyectos de minería, procesamiento e infraestructura, bajo el concepto de ejecución acelerada.
- Los proyectos mineros acelerados presentan oportunidades y riesgos relevantes (gran éxito o gran fracaso)
- Oportunidades se logran al iniciar la PEM tempranamente, disminuyendo el tiempo de capital dormido sin renta.
- Riesgos se presentan en aceptar muchas vulnerabilidades e incertidumbres para acortar los tiempos de diseño y ejecución.
- Los proyectos se enfrentan a situaciones complejas: escasez de profesionales, falta de información de terreno, aumento de CAPEX, mayor plazo de entrega de equipos críticos, permisos ambientales, vulnerabilidades en infraestructura y servicios, entre otros.

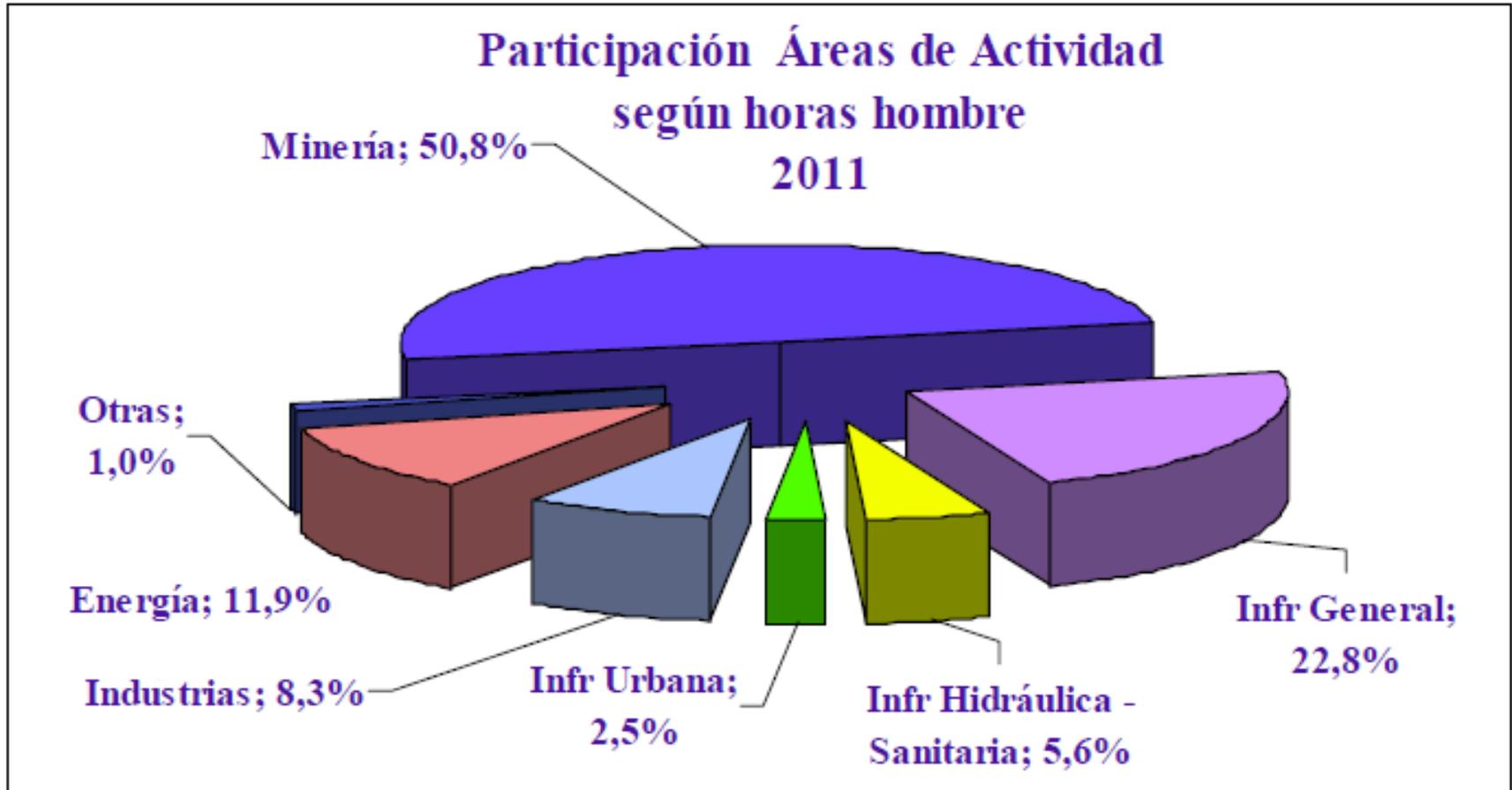


## LOS PROFESIONALES

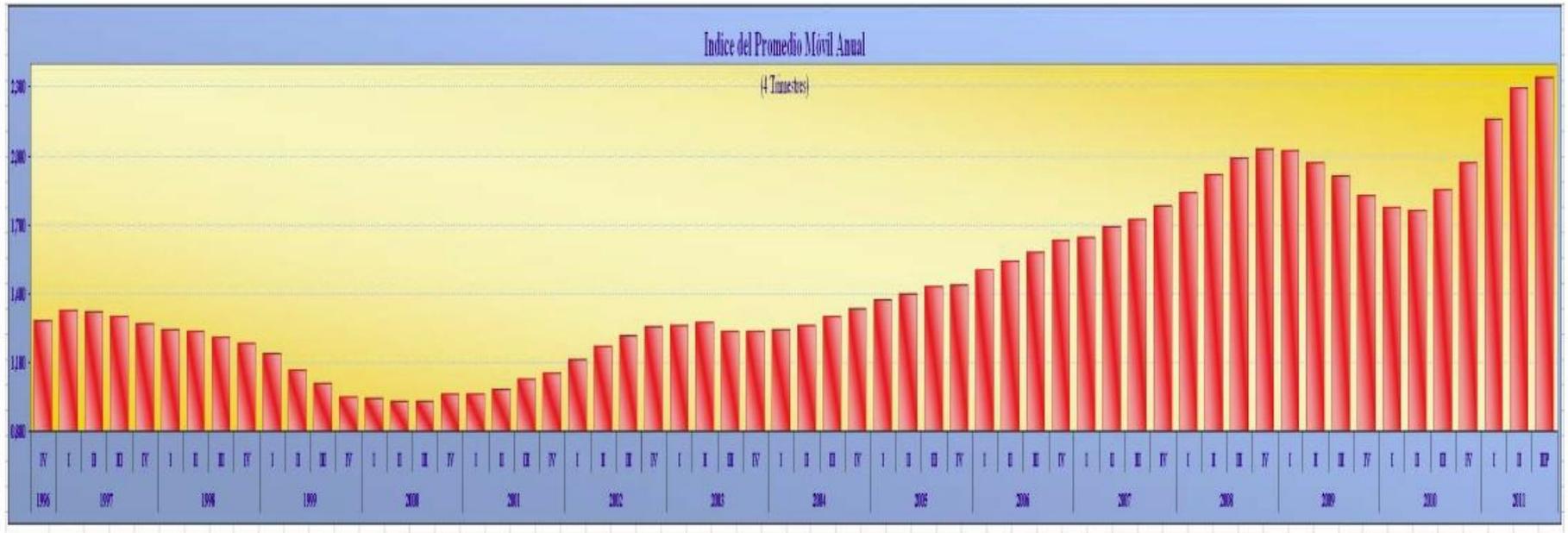
Estadísticas Asociación Ingenieros Consultores (AIC):

- Oferta de Ingeniería en Chile es de 20 Millones de horas al año (especialistas/ingenieros/proyectistas). 10 MHH/año corresponden a minería.
- Ingeniería para minería genera 6.000 puestos permanentes directos y 3.000 puestos indirectos (administrativos/apoyos)
- Facturación media aproximada 900 MUS\$, de los cuales 200 MUS\$ corresponden a servicios exportados.
- El boom de la ingeniería de proyectos no ha terminado.....

# ESTADÍSTICAS AIC



## TENDENCIA ÍNDICE DE ACTIVIDAD PROMEDIO MÓVIL ANUAL



# LOS PROFESIONALES

- Falta de profesionales de experiencia en diseño y gestión. Situación actual:
  - Falta de ingenieros de especialidades de diseño entre 10 y 15 años de experiencia.
  - Falta de ingenieros de programación y control.
  - Falta de profesionales en abastecimiento.
  - Alta rotación de profesionales. Falta de motivación y compromiso con equipos de trabajo
  - Algunas compañías privilegian equipos numerosos de contraparte
  - Se requieren mayores habilidades blandas y de gestión.
- Opciones como traer profesionales extranjeros o externalizar paquetes de trabajo en consultoras junior especializadas.
- Estandarización de diseños y uso de herramientas computacionales más rápidas

# INFORMACIÓN DE TERRENO

- Se inician estudios de ingeniería con información incompleta.  
Situación Actual:
  - Alta demanda de equipos de perforación
  - Consultoras de mecánica de suelo con mucha actividad
  - Poca disponibilidad de laboratorios
  - Debilidades en información geometalúrgica
- Programas de ingeniería deben considerar la recepción dinámica de información de terreno y realizar los ajustes de diseño en forma eficaz.

## AUMENTO DE CAPEX

- Alta concentración de proyectos en la región. Concentración de puestas en marcha en período 2010 a 2015.
- Alta demanda por insumos mineros, mano de obra, empresas constructoras y empresas de servicio.
- Mayor demanda por insumos puede afectar la programación de adquisiciones contribuyendo al sobre costo.
- El 30 de junio 2011, en reunión formal de la Cámara Chilena de la Construcción y Consejo Minero se declaró lo siguiente:
  - “.... según antecedentes privados informados por IPPA (Independent Project Processing Association) durante año en curso, más de 70% de los proyectos mineros mundiales sobre 1000 MUS\$ presentan sobrecostos y atrasos sobre lo presupuestado”.

# AUMENTO DE CAPEX

## Incremento del capex de los proyectos (Millones de US\$, moneda de 2011)

Proyecto	Capex 1			Capex 2			Capex 3			Alza %
	Año	MUS\$	Estado	Año	MUS\$	Estado	Año	MUS\$	Estado	
Galeno	T1/2007	1142	Prefactibilidad	T3/2009	2354	Factibilidad	2010	3862	Término Factibilidad	238
Conga	T2/2008	1695	Prefactibilidad	T1/2010	2600-3536	Factibilidad	2010	3640	Construcción	115
Cerro Casale	T2/2007	2760	Prefactibilidad	T1/2010	4472	Factibilidad	T1/2011	5250	Construcción	90
Expansión Antamina	T1/2009	793	Prefactibilidad	T3/2009	1177	Factibilidad	T1/2010	1352	Construcción	70
Expansión Los Bronces (61 a 148 KTPD)	T4/2007	2092	Término Factibilidad	T4/2009	2880	Construcción				38
Quellaveco	T2/2008	2486	Prefactibilidad	T3/2009	2943	Factibilidad				18
Esperanza	2007	2280	Término Factibilidad	2009	2413	Construcción	2011	2600	Término PEM	14

## AUMENTO DE CAPEX

- Identificación temprana de CAPEX Base en cada etapa del proyecto y ejercicio de tendencias
- Contención de CAPEX vía ejercicios de ingeniería de valor durante el proyecto, tendiendo a reducir holguras no necesaria (de proceso, de redundancia de servicios, etc.)

## ASPECTOS AMBIENTALES

- Autorizaciones Ambientales y permisos sectoriales se transforman en ruta crítica para la ejecución del proyecto. Se observa:
  - En algunos casos los proyectos asumen compromisos con la autoridad ambiental en base a proyectos no totalmente congelados. Esto puede generar mayores costos.
  - Complejidades en disposición de residuos (ripios, botaderos)
  - Falta de especialistas con experiencia en procesos de calificación ambiental (Línea Base Ambiental, Presentación DIA)
  - Reglamentación ambiental más exigente
  - Concentración de proyectos en Sistema de Evaluación Ambiental
- Empresas consultoras de ingeniería deben subcontratar estos servicios, pero integrándolas al equipo de ingeniería.

# INFRAESTRUCTURA

- Falta de disponibilidad de recursos hídricos. Necesidad de utilización de agua de mar, desalinizadoras, plantas de OR, entre otros.
- Debilidades en transmisión eléctrica. Necesidades de líneas de AT nuevas o adicionales para disminuir vulnerabilidades.

# GESTIÓN DE PROYECTOS

- Proyectos acelerados requieren mayor audacia en gestión, coordinar múltiples tareas, incorporar aspectos de innovación y en algunos casos, buscar alternativas a los pasos lógicos de un proyecto multidisciplinario.
- Algunas compañías mineras optan por buscar aliados en empresas de ingeniería y proveedores, integrando equipos de trabajo y eliminando el concepto de consultor/contraparte.
- Búsqueda de proveedores especializados que puedan ofrecer el servicio EPC, por ejemplo en Plantas SX, EW, Talleres de Camiones, Campamentos, Líneas AT, Sistemas de Control, entre otros.
- Esquemas de implementación tipo EPS (ingeniería, adquisiciones y supervisión) con empresa de confianza del dueño. Equipo del dueño o empresa especializada aporta la administración de la construcción.

## Y LA INNOVACIÓN....

- Proyectos requieren mayor desarrollo en TICA (Tecnología Informática, Comunicaciones y Automatización). Entregables TICA equivalente a entregables de diseño mecánico. “El mundo cambió...”
- Conceptos de Eficiencia Energética cobran relevancia en estudios de Trade Off y en definiciones de procesos.
- Diseño en búsqueda de mayor productividad y Control Operacional.
- Profesionales de diseño y operación con otro perfil.

# UN EJEMPLO: MINERÍA CONTINUA

## MINERÍA CONVENCIONAL

### Extracción:

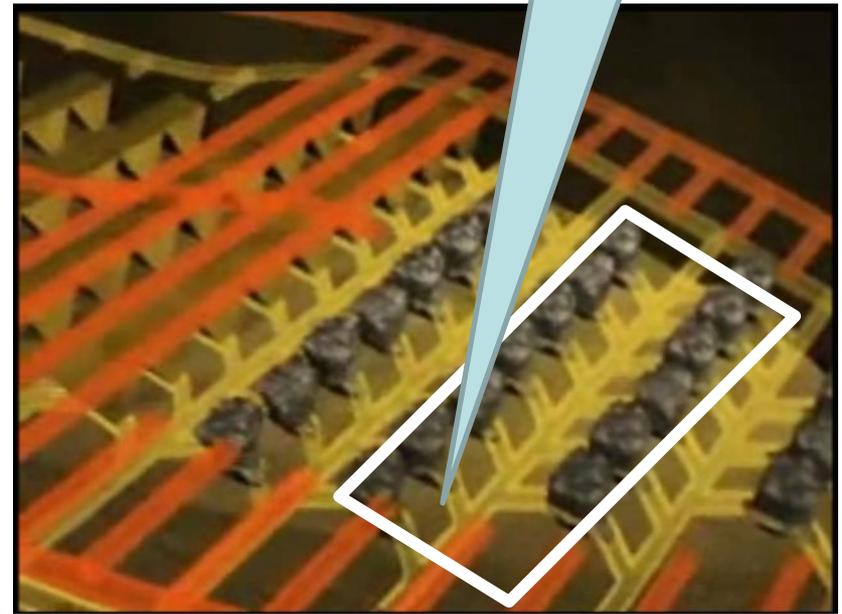
- 1 LHD a la vez
- Extracción Media: 0,4 tpd/m<sup>2</sup>
  - 4 ktpd/Ha

### Operación Discontinua

- Flujo Intermitente
- Cambios Turno

### Capacidad Producción

- **Máxima** área activa → 30 Ha
- **Max Producción: ≈120 ktpd**



# UN EJEMPLO: MINERÍA CONTINUA

## MINERÍA CONTINUA

### Extracción:

- Varios puntos a la vez
- Extracción Media: 1,2 tpd/m<sup>2</sup>
  - 12 ktpd/Ha

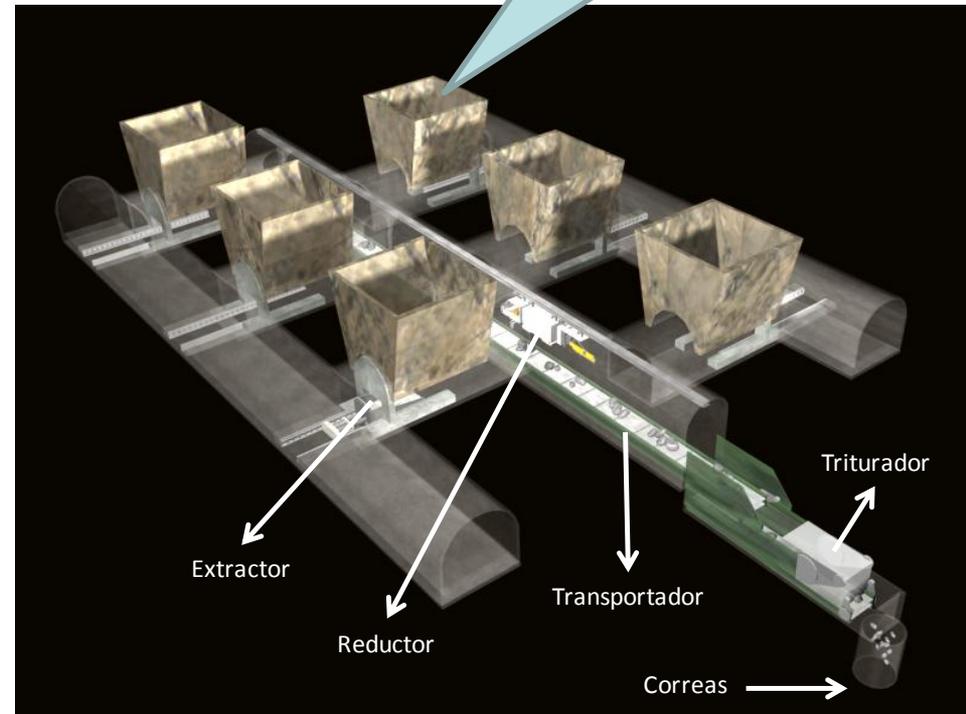
### Operación Discontinua

- Flujo Continuo
- Sin Cambios Turno

### Capacidad Producción

- Área activa (**media**) → 20 Ha
- **Max Producción: ≈240 ktpd**

Mitad de puntos disponibles pueden estar activos



Chuquicamata: 70 Ha; SSS Andina: 110 Ha, Teniente: 250 Ha

# UN EJEMPLO: MINERÍA CONTINUA

- **Mayor Capacidad Producción**
- **Mejor productividad**
- **Menor exposición de personal**
- **Menor costo**
- **Mejor eficiencia energética**
- **Mejor control de operación**

COMPARACIÓN MINERÍA CONTINUA V/S LHD - CAMIÓN	
	<b>Ahorro</b>
<b>Costos de Operación</b>	<b>33%</b>
Extracción y Chancado	54%
Preparación	4%
<b>Eficiencia Energética</b>	<b>51%</b>
	<b>Aumento</b>
<b>Productividad</b>	<b>240%</b>



Fácil control de equipos estacionarios

## REFLEXIONES FINALES

- Los proyectos deben acelerarse solo si el negocio minero es “bueno” o si los riesgos están controlados
- Como los proyectos mineros “buenos” escasean, es necesario centrarse en controlar los riesgos:
  - Permisos y aprobaciones en forma oportuna, EIA, derechos de paso, suministros críticos, fondos de inversión, etc.
  - La empresa de ingeniería a cargo del diseño debe estar motivada y tener líderes competentes.
  - Los procesos mineros-metalúrgicos e hidráulicos deben tener bases sólidas y confiables.
  - El diseño y ejecución debe tener una base contractual que privilegie el avance y no las penalidades.
  - Operadores reclutados y capacitados oportunamente.
- Se requiere analizar en profundidad todos los riesgos y oportunidades



# **GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA EN PERÍODOS DE ALTA DEMANDA**

**IVAN RAYO V.,  
Jefe de Ingeniería, JRI INGENIERÍA S.A.**