



BARRICK

Minería Responsable

Etapas en la vida de un Proyecto Minero

Hugo Herrera Carvajal
Gerente de Proceso Proyecto Pascua-Lama, Barrick Chile.

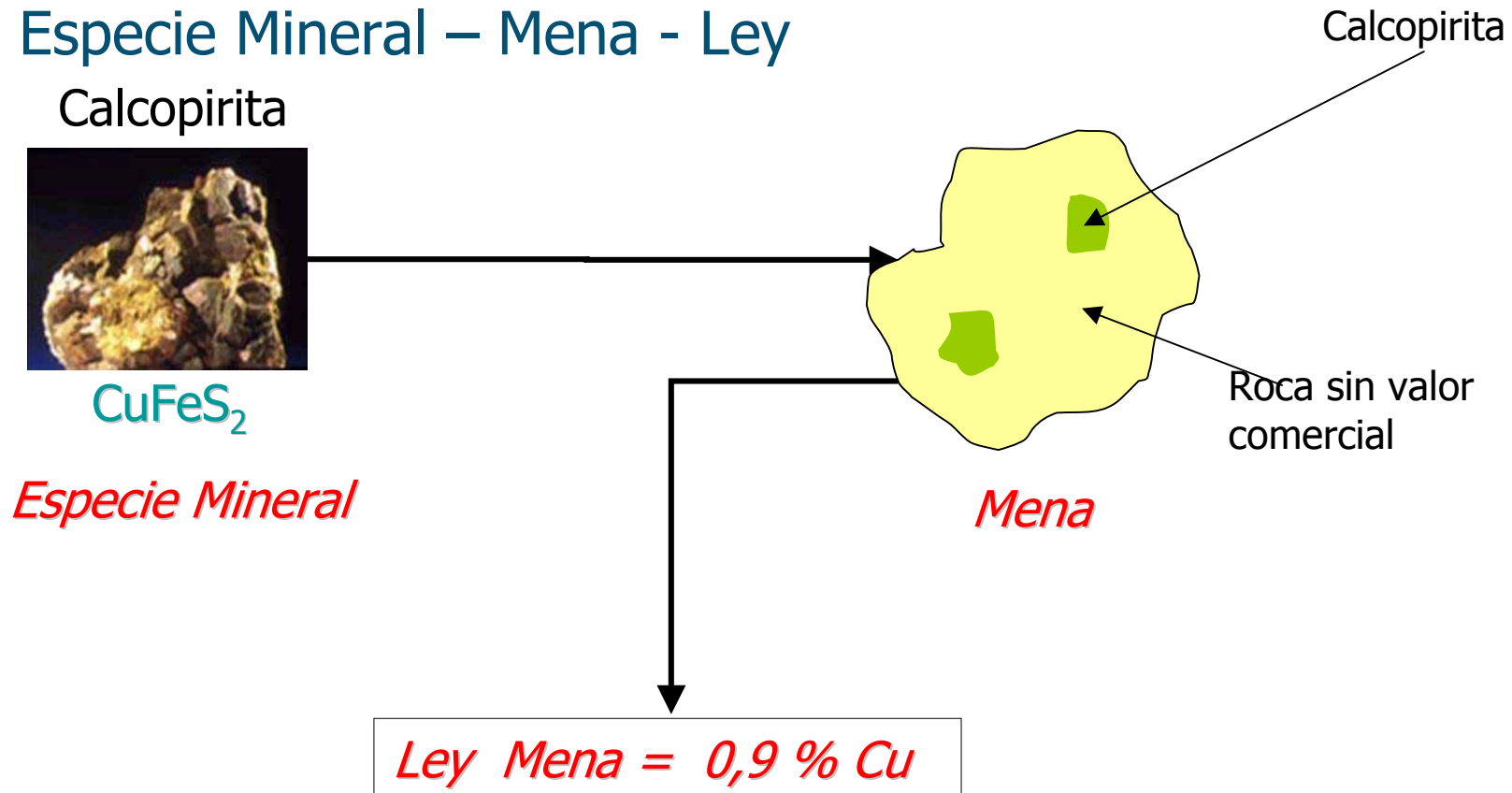
Junio 2008

- La actividad minera se genera debido a :
 - La existencia de un *Mercado* que demanda metales (commodities)
 - La *existencia geológica de minerales* en la tierra.
- Desde el punto de vista económico, la Minería tiene características especiales, no comparables con la economía tradicional , debido al “*ambiente geológico*” de los depósitos minerales.
- El *ambiente geológico* de los depósitos minerales influye en el negocio minero porque:
 - Son inicialmente desconocidos : Hay que encontrarlos.
 - Son fijos en tamaño: Están sujetos a agotamiento.
 - Son variables en calidad : Rentabilidad riesgosa.
 - Son fijos en ubicación : Alto impacto en Inversión y costos.

- Por lo tanto las características que definen el negocio minero son :
 - Es un negocio de duración finita.
 - Es un negocio geográficamente estático.
 - Tiene prolongados períodos pre-inversionales y de construcción.
 - Es intensivo y de alto riesgo en capital.
 - Requiere personal altamente calificado.
 - Tiene productividad decreciente en el tiempo.
 - Precio tipo komoditi, depende de oferta y demanda

Conceptos

■ Especie Mineral – Mena - Ley



La ley es el % de metal puro (Cu) contenido en una mena

Conceptos

Elemento Químico Mercado	Capacidad Planta (tmpd)	Ley Unidad EQ/ton	Fino Elemento Químico	Cotización de Mercado Fino Elemento Químico	Precio Mercado	Valor Total MUS\$
Cobre	100,000	1 (%)	1,000 (ton)	2,204,000 (Lb)	3,5 (US\$/lb)	7,7
Oro	100,000	1 (g/ton)	100 (kg)	3,215 (Oz)	900 (US\$/Oz)	2,9
Plata	100,000	25 (g/ton)	2500 (kg)	80,386 (Oz)	17 (US\$/Oz)	1,4
Diamante	100,000	1 (c/ton)	7 (kg) 13 (kg)	35,000 (carats) 65,000 (carats)	150 (US\$/carat) 25 (US\$/carat)	5,3 1,6

Elemento Químico Mercado	Masa Comparativa (kilos)	Valor de Venta (US\$)	Valor de Venta (\$)
Cobre	1	7,714	3,702
Oro	1	28,938	13,890,675
Plata	1	547,0	262,379
Diamante	1	262,500 81,250	5,040,000 1,560,000

Etapas de un Proyecto Minero

- Llegar a *transformar un depósito de minerales* en un *yacimiento y operar* como una *mina* no es tarea fácil. Consta de una serie de extensas etapas que demandan capital, tiempo, exactitud, rigurosidad y esfuerzo de un gran equipo humano, responsable de que todo resulte de la mejor forma en cada una de las etapas. En resumen estas son:
 - PROSPECCIÓN
 - EXPLORACION
 - EVALUACION DEL PROYECTO
 - DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN
 - PRODUCCIÓN o EXPLOTACIÓN
 - CIERRE

Etapas de un Proyecto Minero

Tiempos asociados a un Proyecto Minero (Rajo abierto)	
ITEM	AÑOS
DESCUBRIMIENTO A EXPLORACIÓN	15
EXPLORACIÓN A FACTIBILIDAD	6
FACTIBILIDAD A PUESTA EN MARCHA	3,5
PUESTA EN MARCHA A PRODUCCIÓN NORMAL	0,5
TOTAL	25

Prospección

- El objetivo de esta etapa es lograr un *conocimiento general* del área de interés.
- Consiste en localizar anomalías geológicas en la corteza terrestre, en donde *posiblemente* pueda existir un depósito mineral.
- Las técnicas mas usadas son:
 - Geología regional
 - Mapas, publicaciones, minas antiguas y presentes.
 - Geoquímica.
 - Geofísica.
 - Fotografías aéreas e imágenes satelitales.
- El éxito de esta etapa es el hallazgo de anomalías minerales.
- Es esta etapa *se desconoce el tamaño y el valor* del depósito mineral encontrado.

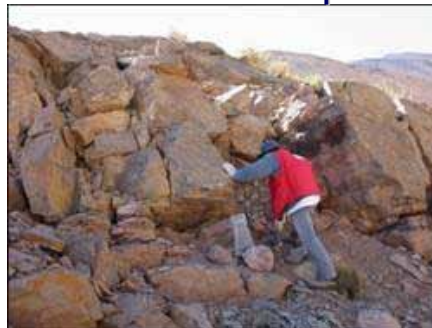


BARRICK
Minería Responsable

Muestras superficie



Muestras Chips

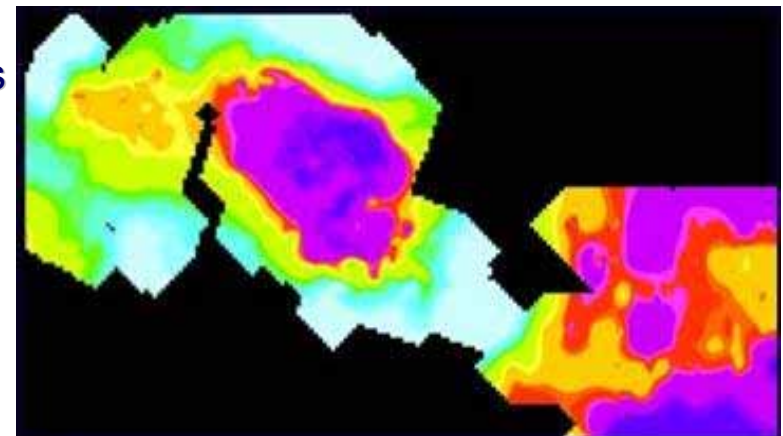


The geological map displays a complex arrangement of geological units. Key units labeled include: 'Pleistocene' (light pink), 'Holocene' (light blue), 'Pliocene' (yellow), 'P2' (orange), 'P1' (light orange), 'P0' (light pink), 'P3' (light blue), 'P4' (light blue), 'P5' (light blue), 'P6' (light blue), 'P7' (light blue), 'P8' (light blue), 'P9' (light blue), 'P10' (light blue), 'P11' (light blue), 'P12' (light blue), 'P13' (light blue), 'P14' (light blue), 'P15' (light blue), 'P16' (light blue), 'P17' (light blue), 'P18' (light blue), 'P19' (light blue), 'P20' (light blue), 'P21' (light blue), 'P22' (light blue), 'P23' (light blue), 'P24' (light blue), 'P25' (light blue), 'P26' (light blue), 'P27' (light blue), 'P28' (light blue), 'P29' (light blue), 'P30' (light blue), 'P31' (light blue), 'P32' (light blue), 'P33' (light blue), 'P34' (light blue), 'P35' (light blue), 'P36' (light blue), 'P37' (light blue), 'P38' (light blue), 'P39' (light blue), 'P40' (light blue), 'P41' (light blue), 'P42' (light blue), 'P43' (light blue), 'P44' (light blue), 'P45' (light blue), 'P46' (light blue), 'P47' (light blue), 'P48' (light blue), 'P49' (light blue), 'P50' (light blue), 'P51' (light blue), 'P52' (light blue), 'P53' (light blue), 'P54' (light blue), 'P55' (light blue), 'P56' (light blue), 'P57' (light blue), 'P58' (light blue), 'P59' (light blue), 'P60' (light blue), 'P61' (light blue), 'P62' (light blue), 'P63' (light blue), 'P64' (light blue), 'P65' (light blue), 'P66' (light blue), 'P67' (light blue), 'P68' (light blue), 'P69' (light blue), 'P70' (light blue), 'P71' (light blue), 'P72' (light blue), 'P73' (light blue), 'P74' (light blue), 'P75' (light blue), 'P76' (light blue), 'P77' (light blue), 'P78' (light blue), 'P79' (light blue), 'P80' (light blue), 'P81' (light blue), 'P82' (light blue), 'P83' (light blue), 'P84' (light blue), 'P85' (light blue), 'P86' (light blue), 'P87' (light blue), 'P88' (light blue), 'P89' (light blue), 'P90' (light blue), 'P91' (light blue), 'P92' (light blue), 'P93' (light blue), 'P94' (light blue), 'P95' (light blue), 'P96' (light blue), 'P97' (light blue), 'P98' (light blue), 'P99' (light blue). The map also shows topographic features like hills and valleys, and a network of roads.

Planos geofísicos de superficie

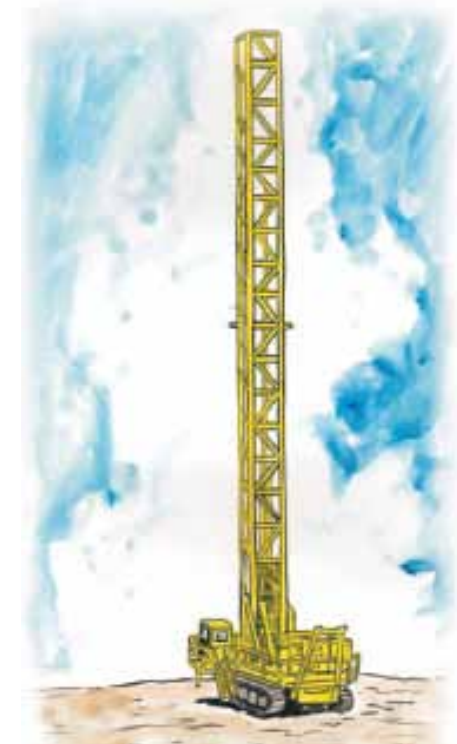


Reconocimiento en mulas



Exploración

- El objetivo de esta etapa es lograr un *conocimiento detallado* del depósito mineral descubierto en la fase de prospección, limitado a un área mas restringida.
- Consiste en delinear las dimensiones exactas y el enriquecimiento del depósito mineral, es decir el valor del depósito.
- Las técnicas mas usadas son:
 - Sondajes diamantinos.
 - Muestreos de túneles, zanjas, caminos.
- La fase de exploración genera un modelo geológico y un modelo de recursos del depósito.
- En esta etapa se debe realizar un estudio de pre-factibilidad para tomar la decisión de seguir adelante con el proyecto .
- Si el estudio de pre-factibilidad es positivo, podemos decir que estamos en presencia de un *Yacimiento*.



Exploración

Campamento exploración



Estación sondajes



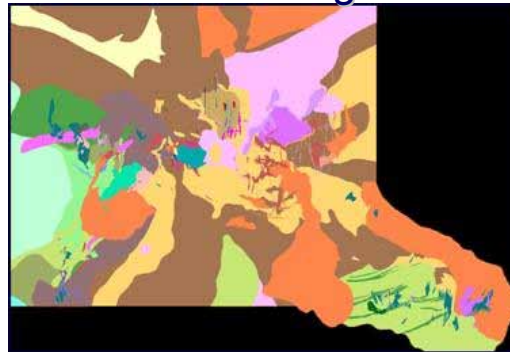
Sondaje interior mina



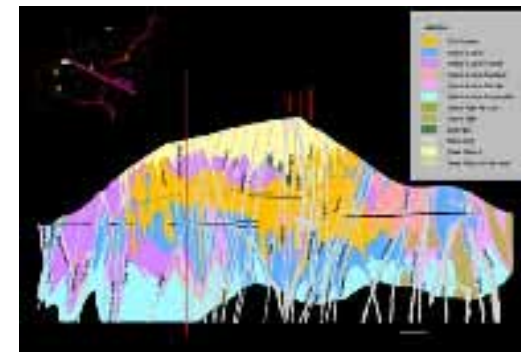
Testigo de Sondajes



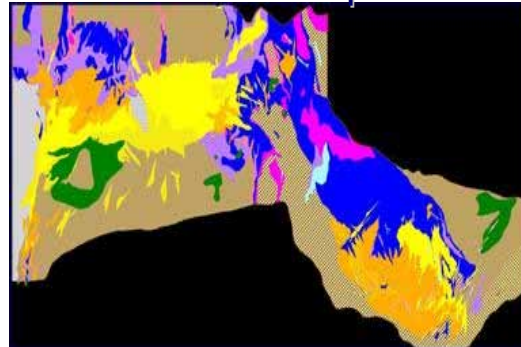
Plano de litología



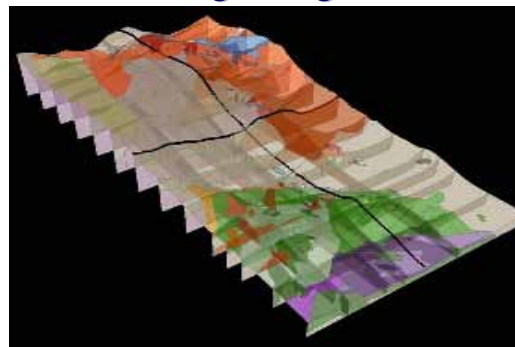
Sección de alteración



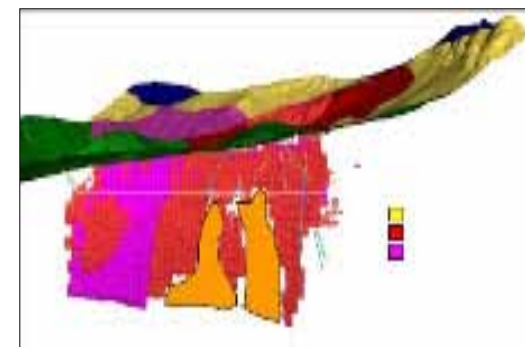
Alteración de superficie



Modelo geológico



Modelo de recursos

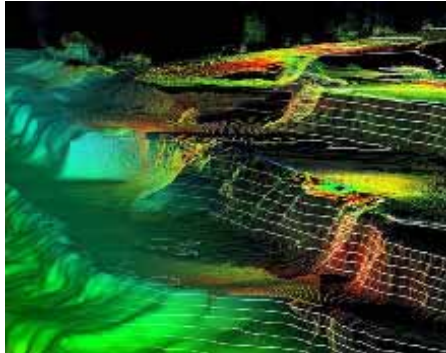


Evaluación del Proyecto

- Si los datos previos entregados por la Exploración, *son positivos económicamente*, se realiza el estudio técnico-económico o Estudio de Factibilidad del proyecto.
- Las etapas principales de un Estudio de Factibilidad son:
 - Selección del tamaño de la mina y la planta.
 - Selección del método de explotación y procesamiento.
 - Determinación de las reservas (Recursos económicamente explotables)
 - Plan Minero (desarrollo – extracción - producción)
 - Determinación del equipamiento e infraestructura.
 - Determinación de inversiones.
 - Determinación de costos de operación y comercialización.
 - Determinación de flujo de caja y rentabilidad del proyecto.
 - Aspectos legales (propiedad, agua, energía, accesos, etc.)
 - Aspectos sociales.
 - Estudio de Impacto ambiental (EIA).
- El EIA debe demostrar a la autoridad que las operaciones que se realizarán no alteran el entorno y que los residuos que se produzcan, no contengan elementos nocivos mas allá de los permitidos por la ley.

Evaluación del Proyecto

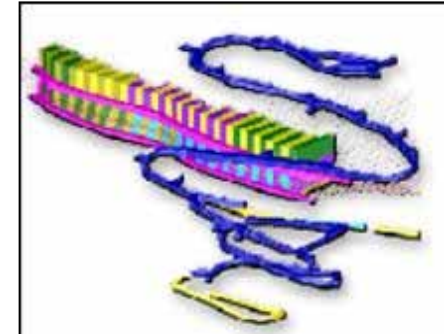
Topografía



Diseño Rajo



Diseño Subt.



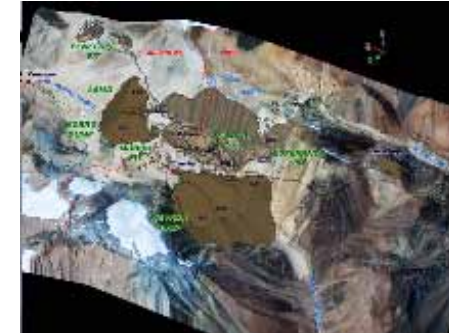
Equipamiento



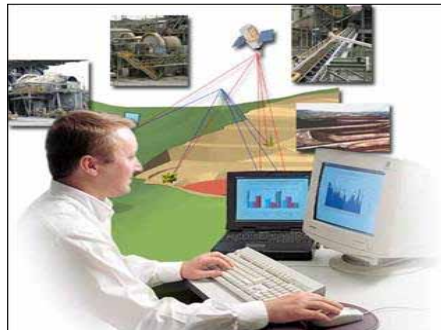
Procesamiento



Infraestructura



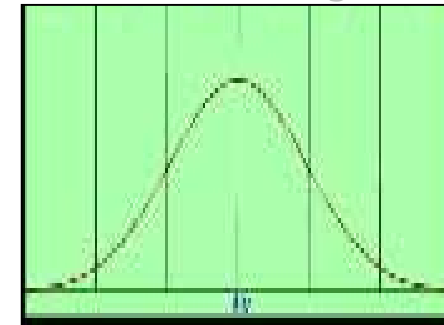
Comercialización



Evaluación económica



Análisis riesgo



Evaluación del Proyecto

- Para que la Empresa minera, *tome la decisión de invertir*, se deben cumplir los siguientes requisitos :
 - Tener claras las condiciones políticas e impositivas del país.
 - El resultado de la evaluación económica sea atractivo bajo diferentes escenarios de precios de los metales contenidos.
 - Tener aprobado el Estudio de Impacto Ambiental.
 - Tener saneada legalmente las propiedades mineras y superficiales.

Desarrollo y Construcción

- La etapa de Desarrollo consiste en los trabajos previos que se realizan en la mina *para llegar al mineral desde la superficie* y asegurar la alimentación sostenida del mineral a la planta de proceso.
- En el caso de minas a cielo/rajo abierto, se realiza un trabajo llamado *pre-stripping*, que consiste en extraer la roca sin valor comercial (estéril) que está sobre las reservas minerales.
- Normalmente, en forma paralela se realiza la etapa de Construcción, destinada a establecer las *instalaciones* para la *extracción, procesamiento, transporte, abastecimiento energético y acceso vial* (caminos, vías férreas, puertos, aeropuertos) al yacimiento..
- Estas etapas deben *finalizarse paralelamente* para no tener infraestructura productiva ociosa.

Desarrollo y Construcción

Pre-stripping



Campamentos



Caminos acceso

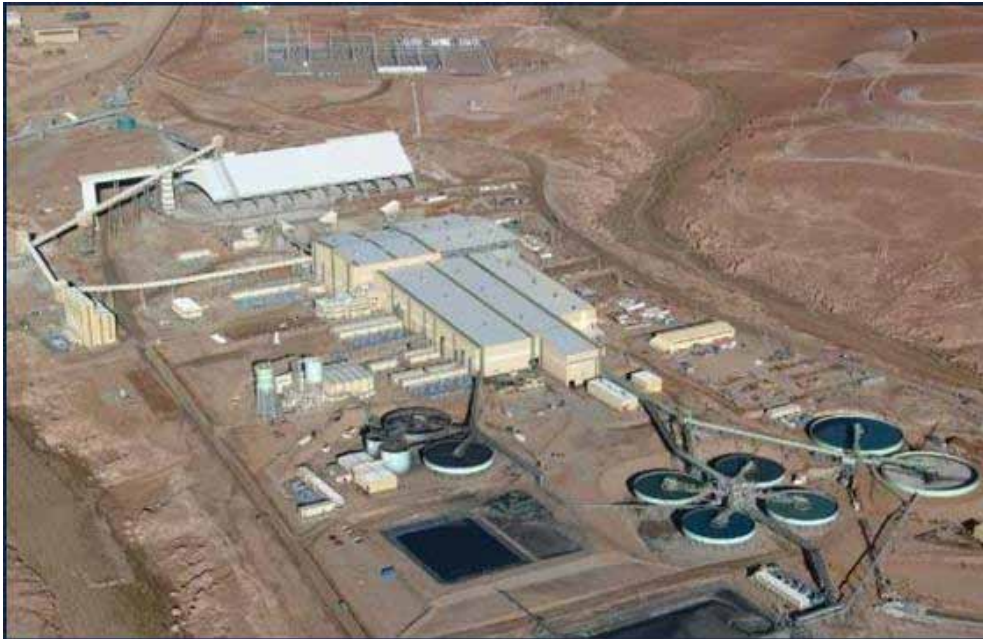


Infraestructura productiva



Desarrollo y Construcción

PROYECTO PREPARADO PARA LA OPERACIÓN NORMAL



Producción o Explotación

- En esta etapa se inicia la *alimentación sostenida* del mineral a la Planta de procesamiento, de acuerdo a los requerimientos establecidos en los *planes de producción* del proyecto.
- Las principales procesos que componen esta etapa son:
 - *Extracción*
 - Extraer el mineral desde la mina.
 - *Procesamiento*
 - Reducción de tamaño por métodos físicos para liberar las partículas metálicas desde la roca.
 - Aumento de la concentración de los metales por métodos físico-químicos.
 - *Fundición y refinación*
 - Separación de los metales contenidos en los concentrados.
 - Purificación de los metales producto de la fundición, para su transformación industrial.

Producción - Extracción

- En esta etapa se *extrae la roca desde la mina* para ser enviada a la etapa siguiente de procesamiento (mineral) o a botaderos (estéril).
- Las principales procesos involucrados son:
 - *Perforación y tronadura* de la roca.
 - *Carguío y transporte* de los materiales a sus destinos.

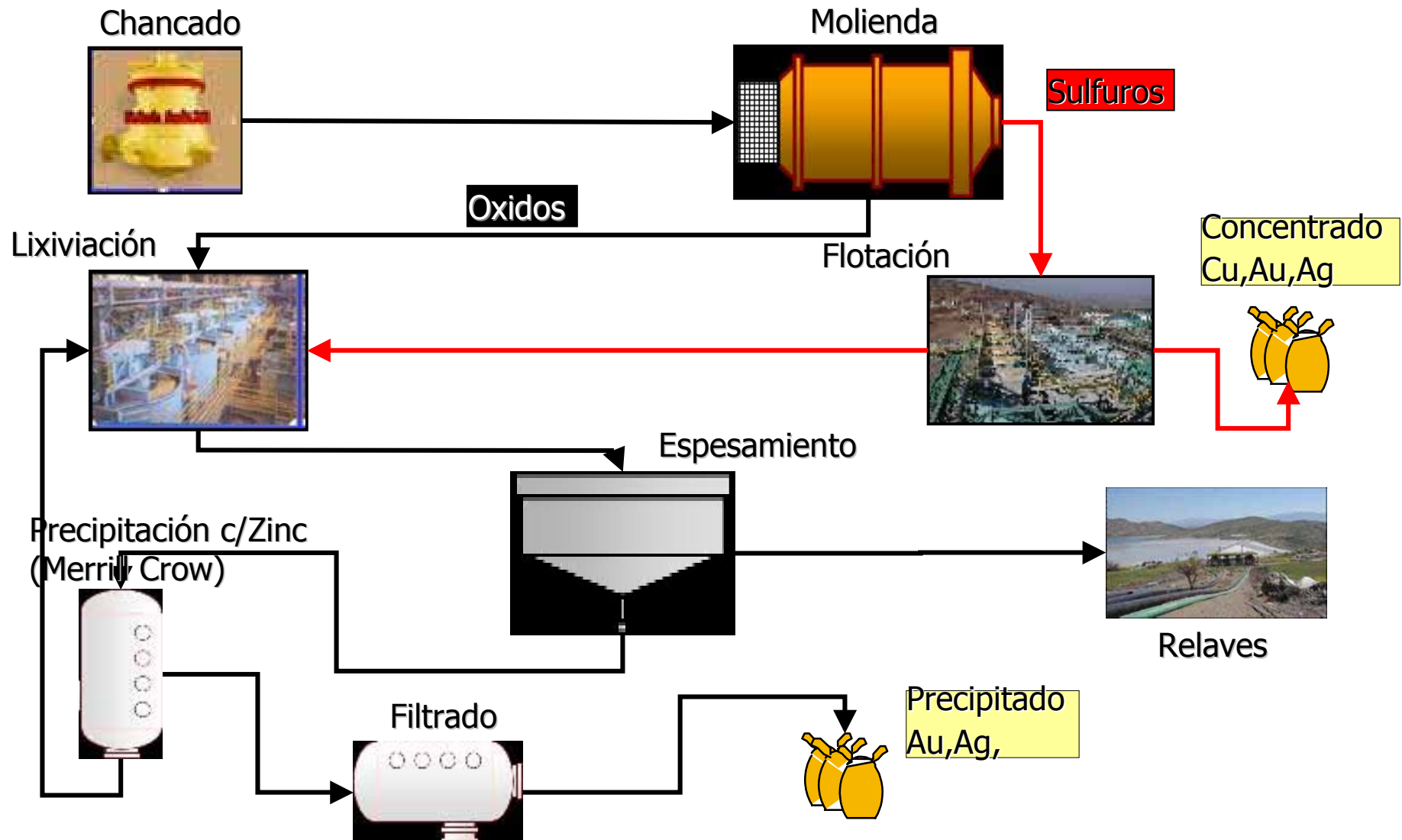


Producción - Procesamiento

- En esta etapa el mineral extraído desde la mina, se somete a varios procesos que tienen por finalidad *aumentar su concentración (contenido metálico)* para hacer posible su venta o prepararlo para el proceso de fundición y refinación.
- Existe una gran diversidad de procesamientos metalúrgicos, dependiendo de las características del mineral.
- A modo de ejemplo, tomaremos el *caso específico de los minerales de oro*.

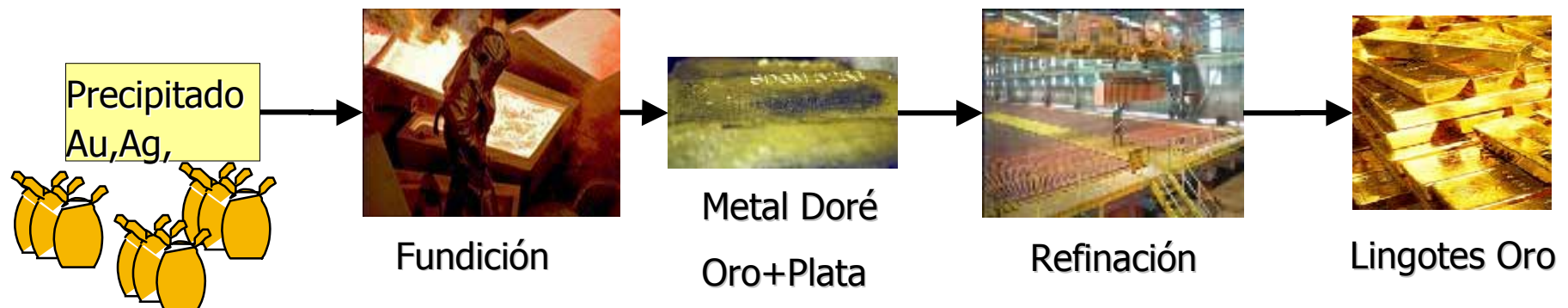
Producción - Procesamiento

■ *Procesamiento de minerales de oro.*



Fundición y Refinación

- El proceso de *Fundición* consiste en la *separación de los metales* contenidos en los concentrados.
- De este proceso se obtienen *metales en forma impura*, con contenidos altos de metales. Ej. Cobre Blister – 99,2% Cu
- El proceso de *Refinación* consiste en la obtención de los metales en un estado de *pureza* tal, que están *aptos para su transformación industrial*. Ej. Cátodos Cobre – 99,999% Cu
 - Refinación a fuego (Pirometalúrgica)
 - Refinación por Electro-obtención (EW)



- El *Cierre* de una mina es la preparación y ejecución de actividades necesarias (*desde el inicio de las operaciones*) para restaurar las áreas afectadas por la explotación.
- La mejor forma de dejar un *legado positivo* en la actividad minera es comenzando por el final (diseñar para el cierre)
- Si bien, a excepción de la mina El Indio, en Chile no existen precedentes de cierres de yacimientos mineros, Barrick implementó los siguientes pasos con objeto de mitigar eventuales impactos posteriores. Estos son:
 - Desmantelamiento de instalaciones.
 - Recuperación de las geo-formas.
 - Compactación del terreno.
 - En algunos casos, reforestación
 - Monitoreo y tratamiento de efluentes de la mina.

Ejemplos : El Indio - Chile

- El proceso de cierre de El Indio, es pionero con estándares medioambientales, únicos en la minería chilena.



Las instalaciones de la planta mina fueron desmanteladas...

Y la evidencia de la explotación desaparece.....

Ejemplos : El Indio - Chile



Las instalaciones del
tranque son retiradas y las
aguas canalizadas....

Y la evidencia de la
explotación desaparece.....

