

PEQUEÑA Y MEDIANA MINERÍA

IMPACTOS DE INCORPORAR EN LOS PLANES MINEROS LOS RECURSOS MINERALES INFERIDOS

IMPACTO: AGENDA DE CASOS A REVISAR

- De acuerdo a la experiencia del relator se presentaran seis casos reales de la implicancia de incluir los Recursos Minerales Inferidos en los planes mineros, guardando confidencialidad en el nombre de las compañías:
 - Caso 1: Inferidos en plan minero bajo ley de corte.
 - Caso 2: Inferidos en plan minero aplicación multi-elemento.
 - Caso 3: Inferidos en plan minero interpolación de variables no aditivas.
 - Caso 4: Inferidos como resultado de extrapolación
 - Caso 5: Inferidos en la evaluación de oportunidades de negocio.
- Definiciones Código Minero
- Esquema de Clasificación de Recursos y Transformación a Reservas
- Caso 6: Inferidos en la determinación de vida útil, mediana y pequeña minería.



IMPACTO: CASO 1

INFERIDOS EN PLAN MINERO BAJO LEY DE CORTE

Para un proyecto rajo abierto, de gran minería, el plan minero de Factibilidad incluyó un 10% de Recursos Minerales Inferidos como mineral, “reservas”, aproximadamente dos años de 20 (plan de largo plazo), los cuales, en su mayoría, aparecen comprometidos en los últimos periodos de la secuencia.

Para financiar el proyecto, la gerencia de la compañía dueña de él, decidió invitar y negociar con inversionistas, quienes se informaron de esta singularidad de los planes mineros y solicitaron garantías que los Inferidos se transformarían efectivamente en reservas. Así, se generó un compromiso de que alrededor del 90% de los Inferidos incluidos se transformarían en reservas. Para validar se programaron actividades con el objetivo de incrementar el nivel de confianza de los Inferidos:

- Una actividad fue destinar una parte de la primera campaña de sondajes Infill para sondear la periferia del rajo final, donde estaban localizados los Inferidos comprometidos en el plan. Una parte importante de las muestras provenientes de los sondajes perforados en la periferia entregaron leyes menores a la ley de corte.
- Luego, todos los sondajes Infill fueron agregados en la base de datos que se usó en una actualización de la estimación de recursos para cuantificar el efecto en las reservas.
- Se aplicó la misma ley de corte considerada del plan minero del Estudio de Factibilidad para cubicar los recursos minerales Medidos e Indicados dentro del rajo final (reservas de mineral).



IMPACTO: CASO 1

INFERIDOS EN PLAN MINERO BAJO LEY DE CORTE

- Se comparan las tabulaciones, de la estimación de recursos actualizada (infill) y la del Estudio de Factibilidad, encontrando que la totalidad de los Recursos Minerales Inferidos incrementan su nivel de confianza. No obstante lo anterior, sólo una porción de ellos, algo más de la mitad, están sobre la ley de corte que los transforma en reservas.
- Usualmente, las fases de explotación mayores y secuencialmente posteriores están asociadas a sectores de menor contenido de metal (menores leyes), incluso recursos levemente sobre la ley de corte, se transforman en reservas, lo que tiene un alto riesgo.



IMPACTO: CASO 2

INFERIDOS EN PLAN MINERO APLICACIÓN MULTI-ELEMENTO

Es usual que los pórfidos de Cu vayan acompañados por contenidos de Mo. Al valorizar económicamente el Mo, no se estaría considerando:

- Generalmente, los análisis de Aseguramiento y Control de la Calidad (ACC) realizados para el Cu dan resultados correctos, no así para el Mo u otras especies de contenidos significativamente menores que el cobre. Lo anterior, implica que el nivel de confianza de las estimaciones de Cu, clasificación de recursos, no necesariamente pueden ser aplicados directamente a las otras variables interpoladas que parecieran de menor confianza.
- En un Estudio de Factibilidad desarrollado para un pórfido cuprífero con contenidos de Mo, no existía modelo geológico específico para el molibdeno, por lo que se optó usar los dominios estimación del Cu para interpolar el Mo, lo que no parece correcto. Lo anterior debería generar desviaciones en la forma/volumen y leyes para las estimaciones de Mo.
- Dado los dos puntos anteriores un bloque clasificado como Medido o Indicado por la estimación de Cu, podría ser Inferido para la estimación de Mo.
- Los bloques de mineral que se incorporan a las reservas fundados por el aporte económico de Mo, deben ser tratados con precaución. O bien, hacer un análisis de sensibilidad para entender el impacto de Mo en las reservas.



IMPACTO: CASO 3

INFERIDOS EN PLAN MINERO INTERPOLACIÓN DE VARIABLES NO ADITIVAS

- RECUPERACIÓN*

$$Rec = \frac{Cu_{Recuperado}}{Cu_{Contenido}} \rightarrow Rec_{Promedio} = \frac{\sum_1^N Cu_{Recuperado}}{\sum_1^N Cu_{Contenido}} \neq \frac{\sum_1^N Rec_i}{N}$$

RAZÓN DE SOLUBILIDAD

		Muestra 1	Muestra 2	Promedio
Cu S	%	0.80	0.30	0.55
Cu T	%	2.00	0.60	1.30
Razón de Solubilidad (RS)		0.40	0.50	
Promedio RS		0.45		
RS Media				
Cu S_{Medio} / Cu T_{medio}		0.42		



IMPACTO: CASO 3

INFERIDOS EN PLAN MINERO INTERPOLACIÓN DE VARIABLES NO ADITIVAS

Al valorizar el Cu Soluble en óxidos, Cu S, ligados a un proceso de lixiviación, se debe tener en cuenta:

- Por su génesis los minerales oxidados están localizados próximos a la superficie. De esta forma, en una explotación a rajo abierto serán los primeros minerales en generar beneficios. Sin embargo, la confianza en las estimaciones de volumen y ley podría ser baja.
- Comúnmente, en un mismo yacimiento, el volumen y ley de los minerales hipógenos, sulfuros/frescos, es de “evidente” mayor importancia que los supergenos, óxidos. Así, en presencia de ambos tipos de minerales, la planificación y diseño de las campañas de sondajes tienen como objetivo caracterizar los minerales frescos, y también será usada para los óxidados.
- Tradicionalmente la estimación del Cu S se consigue por el producto del Cu Total (Cu T) y la Razón de Solubilidad (RS), estas últimas variables son estimadas. Sin embargo, la RS es una variable no aditiva y no debería ser interpolada.



IMPACTO: CASO 3

INFERIDOS EN PLAN MINERO INTERPOLACIÓN DE VARIABLES NO ADITIVAS

La estimación de Cu S puede carecer de confianza dada su construcción, tanto por las características geométricas de la campaña de sondajes como por el procedimiento utilizado para su estimación.

Se sugiere ajustar localmente la geometría de la malla de sondajes para caracterizar los minerales supergenos.

Se sugiere usar la diferencia “Cu T – Cu S” como una variable e interpolarla. Así, usar la Diferencia para estimar el Cu S, simplemente restando su valor a la estimación del Cu T. La diferencia es una variable aditiva.

$$\Delta_{Cu} = Cu_{Total} - Cu_{Soluble}$$

$$Cu_{Soluble\ Estimado} = Cu_{Total\ Estimado} - \Delta_{Cu\ Estimado}$$



IMPACTO: CASO 4

INFERIDOS EXTRAPOLADOS IMPACTOS EN LOS PLANES MINEROS

Respecto de los Inferidos como resultado de extrapolación se listan algunas situaciones reales que ayudan a entender el impacto que ellos producen.

- La no correcta interpretación de la génesis “geológica” del yacimiento, del Caso 4, muestra una evidente extrapolación del modelo geológico en profundidad y pérdida de continuidad horizontal. Para este yacimiento se estudia extracción vía rajo, produciéndose excavaciones más profundas con mayor cantidad de estéril a extraer.
- Bloques interpolados con muestras seleccionadas mas allá del alcance variografico sobredimensionan el volumen de los recursos reportados, especialmente en yacimiento masivos, lo que impacta en la presentación, entendimiento, “declaración” y tamaño del negocio en términos de la desproporción entre recursos y reservas.
- La extrapolación de leyes es consecuencia de la aplicación de “métodos de interpolación”, se debe mitigar aplicando criterios técnicos, conocidos como parámetros de estimación.
- El planificador no siempre tiene conocimiento de la porción de “Inferidos Extrapolados”.



IMPACTO: CASO 5

INFERIDOS EN LA EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO

Como parte de las estrategias de negocio se desarrollan análisis de reservas incorporando todos los recursos y así visualizar cual es el potencial de crecimiento, mediante este análisis se pueden definir:

- Programación y aceleración de Campañas Brownfield en sectores que pueden ser una alternativa para:
 - Incrementar valor.
 - Cubrir déficit de mediano o largo plazo.
 - Detección de continuidad y conexión de cuerpos mineralizados.
 - Otros relevantes.
- Impacto de los Recursos Minerales de sectores Greenfield para generar planes de exploración tempranamente orientados a negocio.
- Cálculo de vida útil de Mediana y Pequeña Minería, aceptando que los Inferidos no dan origen a reservas.



DEFINICIONES CÓDIGO MINERO

RECURSOS MINERALES INFERIDOS

Recurso Mineral Inferido: Es aquella porción del Recurso Mineral para el cual las estimaciones de **tonelaje y ley presentan un bajo nivel de confianza** en su exactitud y precisión debido a que se estiman sobre la base de **evidencia geológica y muestreo limitado** y a extrapolaciones de carácter más bien tentativo sobre la naturaleza de los controles de la mineralización. La evidencia geológica es suficiente para insinuar pero no para justificar la geología y la ley o calidad de la continuidad.

Un Recurso Mineral Inferido tiene un menor nivel de confianza que los asignados a las categorías de Indicado y Medido, y **no está permitida su conversión en una Reserva Mineral**. Es razonablemente esperado que la mayoría del Recurso Mineral Inferido podría ser actualizado a Recurso Mineral Indicado con la exploración extendida.



DEFINICIONES CÓDIGO MINERO

RECURSOS MINERALES INFERIDOS

El término "**perspectivas razonables para una eventual extracción económica**" implica un juicio (aunque preliminar) por la **Persona Competente** con respecto a los factores técnicos y económicos que pueden influir en la perspectiva de extracción económica, incluyendo los parámetros mineros aproximados, tales como la dilución, recuperación minera y el mínimo ancho de explotación. En otras palabras, un **Recurso Mineral no es un inventario de toda la mineralización perforada o muestreada**, independientemente de la ley de corte, dimensiones de explotación probables, ubicación, o continuidad; más bien se trata de una estimación realista de la mineralización que, en condiciones técnicas y económicas asumidas y justificables, podría ser económicamente extraíble. La porción de un depósito que no tiene potencial para una eventual extracción económica, o que contiene cantidades significativas de elementos nocivos / minerales para lo cual un adecuado ensayo no se ha llevado a cabo, no puede ser incluida.



DEFINICIONES CÓDIGO MINERO

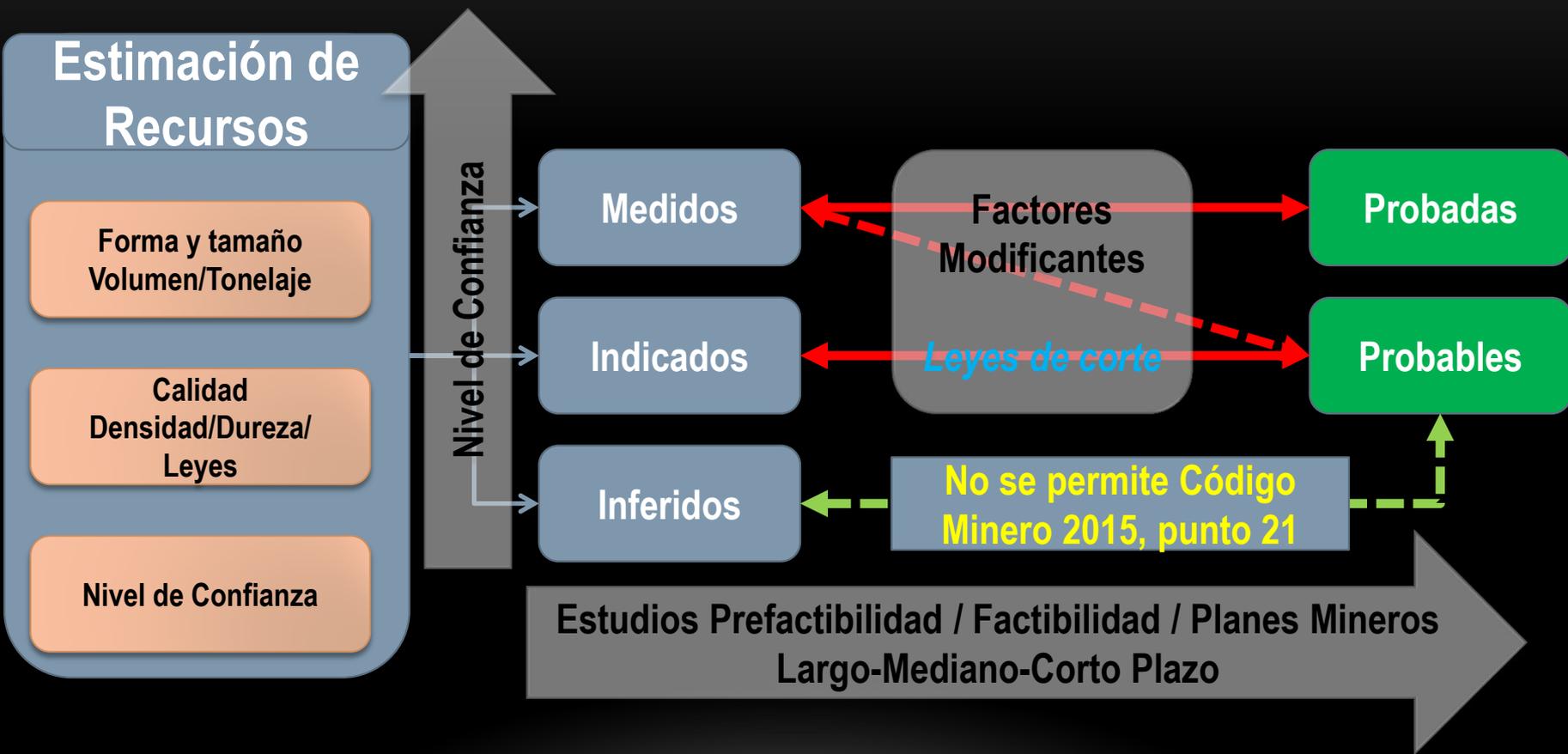
RECURSOS MINERALES INFERIDOS

Debido a las incertidumbres asociadas al Recurso Inferido, **no existe certeza que todo este mineral o una porción de él se convierta**, en definitiva, en Recurso Mineral Indicado o Recurso Mineral Medido como resultado de un reconocimiento adicional. La confiabilidad en la estimación de estos Recursos es insuficiente para asociarles parámetros técnicos y económicos o para posibilitar una evaluación sobre su viabilidad económica en un estudio de prefactibilidad o factibilidad sustentado y público.

Los recursos minerales inferidos sólo pueden ser utilizados en una Evaluación Económica Preliminar, lo cual debe ser justificado y claramente explicitado.



ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN DE RECURSOS Y TRANSFORMACIÓN EN RESERVAS



IMPACTO: CASO 6 – CÁLCULO VIDA ÚTIL INFERIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL, MEDIANA Y PEQUEÑA MINERÍA

Para analizar este punto se deben repasar algunos conceptos:

- Respecto de los estándares de la industria, la experiencia del relator le permite concluir que estos tienen sus bases y orientación ligadas marcadamente a la gran minería. Su aplicación rigurosa requiere de presupuestos económicos, que muchas veces pueden ser no prioritarios para la mediana y pequeña minería.
- Usualmente, la mediana y pequeña minería están asociadas a yacimiento más selectivos, de menor volumen y mayores leyes. Lo anterior implica, comúnmente, un grado de reconocimiento “geológico local” alto.
- La determinación de las reservas se hace a un horizonte menor de tiempo, en general no más allá de un año.
- El conocimiento local del depósito, los procedimientos de perforación de sondajes, Aseguramiento y Control de la Calidad de la determinación de leyes y el mapeo geológico en las frentes de operación son actividades críticas y relevantes que soportan la definición de la continuidad de los cuerpos .
- Existe registro histórico de producción y de incorporación de nuevos recursos a las operaciones que validan la metodología.

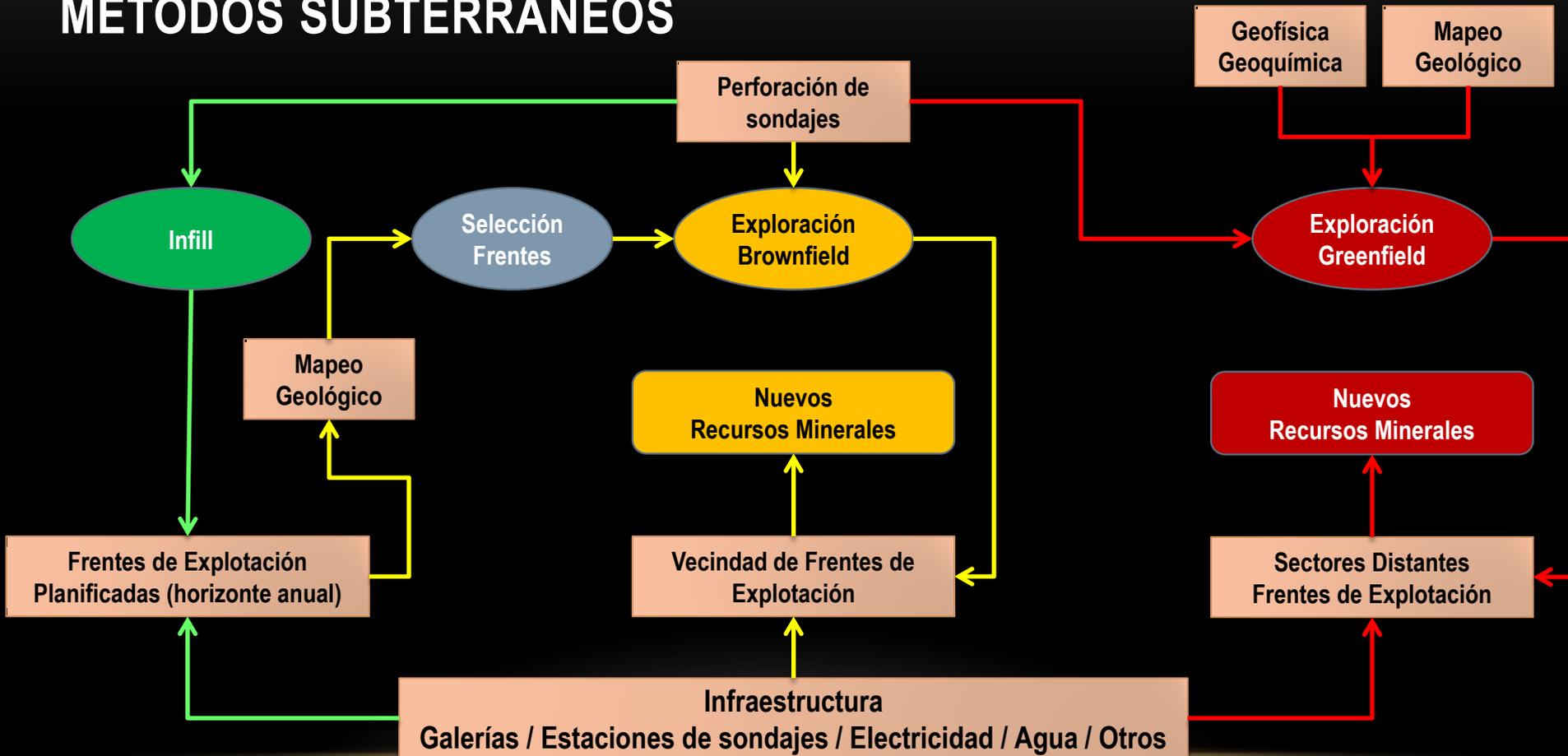


IMPACTO: CASO 6 – CÁLCULO VIDA ÚTIL INFERIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL, MEDIANA Y PEQUEÑA MINERÍA

- La ley N° 20551 y su respectiva modificación N° 20819 que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras aceptando la incorporación de recursos Inferidos en el cálculo de Vida Útil en faenas de pequeña y mediana minería. Se puede comentar lo siguiente:
 - Aplicar los estándares usados en la gran minería donde se admiten exclusivamente las reservas para el cálculo de vida útil implicaría acotar de forma radical el valor determinado.
 - En las faenas de mediana y pequeña minería, el acabado conocimiento geológico local permite sustentar la metodología aplicada para incorporar nuevos cuerpos a los recursos. Lo anterior, sumando el historial de producción muestra que existen antecedentes que podrían validar la incorporación de una parte de los Recursos Minerales Inferidos a los planes mineros.
- La interrogante es ¿qué porción de los Recursos Minerales Inferidos deberían ser incorporados al plan minero?.



IMPACTO: CASO 6 – CÁLCULO VIDA ÚTIL ESQUEMA INCREMENTO DE RECONOCIMIENTO E INCORPORACIÓN DE NUEVOS RECURSOS MEDIANA MINERÍA - MÉTODOS SUBTERRÁNEOS



IMPACTO: CASO 6 – CÁLCULO VIDA ÚTIL

ESQUEMA USO DE INFERIDOS EN PLAN MINERO – SUGERENCIA

MEDIANA MINERÍA - MÉTODOS SUBTERRÁNEOS

