



Seminario en Recursos y Reservas Mineras

Planes Mineros y Reservas

Santiago 11 de Mayo 2009

Jorge Amirá P
Ingeniero de Minas Principal
Pincock Allen&Holt



Comisión Calificadora de
Competencias en Recursos
y Reservas Mineras

Información Geo Científica

**RESULTADOS DE LA
EXPLORACION**

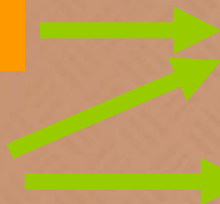


RECURSOS INFERIDOS



RECURSOS INDICADOS

**RECURSOS
MEDIDOS**



**RESERVAS
PROBABLES**

**RESERVAS
PROBADAS**

**Resultados de
la Ingeniería**



**Factores Modificantes (costos, precios, medio ambiente,
otros)**



Definición de Reservas de Mineral

- ☐ La "Reserva de Minerales" es la parte económicamente extraíble de un recurso Medido o Indicado susceptibles de beneficiarse con resultados económicos positivos.
- ☐ Lo anterior incluye dilución de materiales, tolerancias por perdidas que podrían producirse durante la extracción, recuperaciones metalúrgicas razonables de acuerdo a los test y ensayos metalúrgicos realizados, y evaluaciones de los factores de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales.
- ☐ Las reservas de mena se subdividen en orden creciente de confianza en Reservas Probables y Reservas Probadas

Categorización Recursos y Reservas v/s etapas proyecto

Recursos	Perfil	Prefactibilidad	Factibilidad	Reservas
Inferidos	VAN 100% TONS 70%	50%	LA NORMA NO PERMITE RESERVAS EN BASE RECURSOS INFERIDOS	
Indicados	100% 30%	40%	30% 51%	Probable
Medidos		50% 25	70% 49%	Probada

Recursos usados en Proyecto a nivel de Perfil

■ Medidos ■ Indicados ■ Inferidos

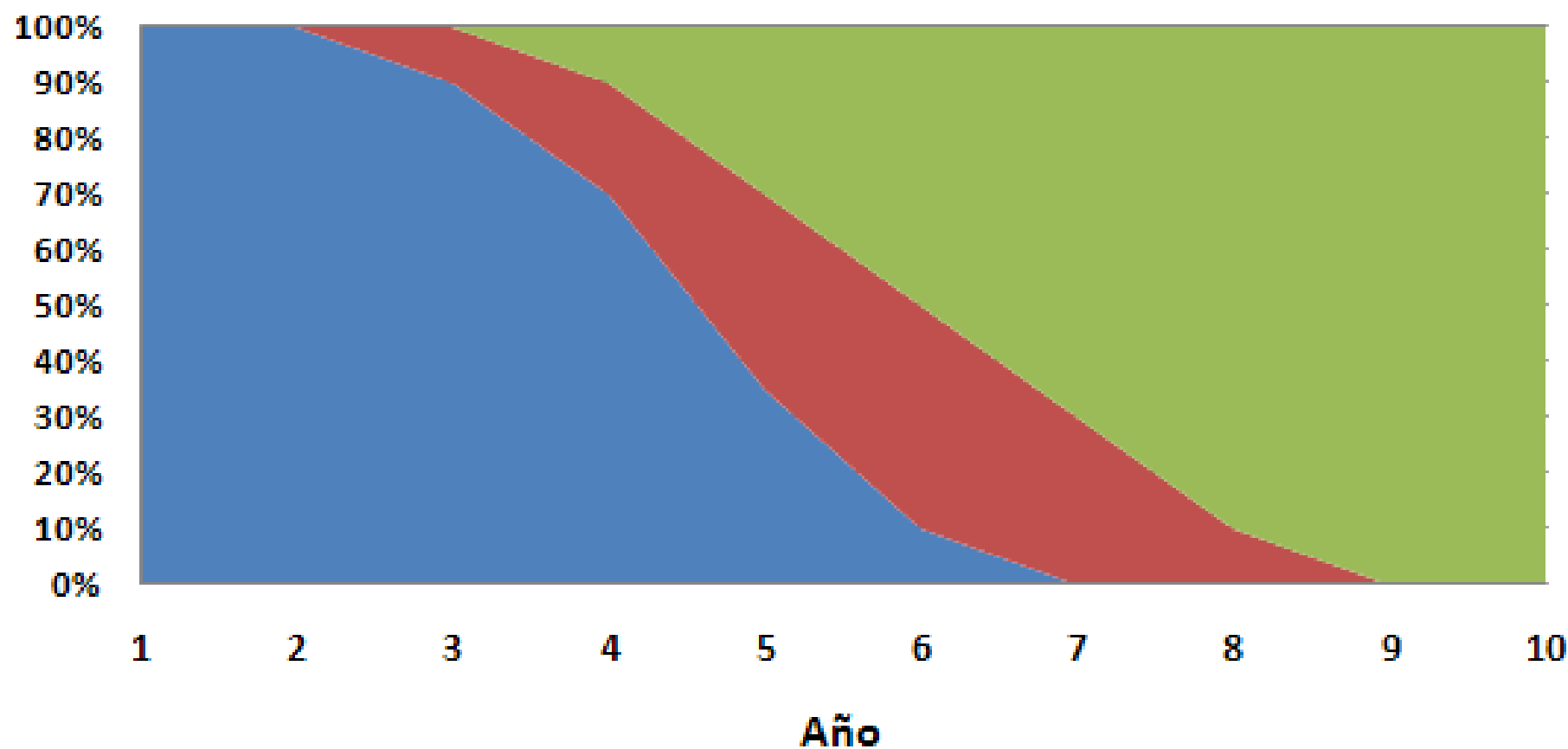


Tabla de Requerimiento de contenidos en estudios de Ingeniería

FUENTE - PINCOCK ALLEN & HOLT

(www.pincock.com - news - pincock perspectives)

MINA	Conceptual (Scooping Study)
Método de Explotación	Asumido entre Rajo o Subterráneo
Plan para el Rajo	
Taludes del rajo	Asumido (Supuesto)
Diseño del Rajo	Solo la envolvente final
Diseño de Botaderos	Diseño simple solo geométrico de la ubicación de los botaderos
Plan Minero para Mina Subterránea	Asumido un método Subterráneo: Disposición Gral. de la mina, Cubicación para todo el periodo de vida y medición del total de desarrollos. Disposición Gral. Mina y Desarrollos
Programa de Producción	Programa simple para la vida de la mina
Estimación de costos de Capital	Orden de magnitud en base a faenas similares
Estimación de costos de operación	Orden de magnitud en base a faenas similares

Pre Factibilidad
Método explotación específico Identificado
Estimación preliminar de Angulo de Talud en base al tipo de roca y datos geotécnicos
Diseño optimizado (Cono flotante) operativizado con rampas y rutas de salida del transporte preliminares
Diseño preliminar para el total de ton de estéril Diseño con bordes de pata finales. Dibujar los bordes del Botadero al principio , (en la mitad) y al final de la vida de la mina
Método de explotación determinado preliminarmente de los datos geotécnicos y geología. Geometría del Plan Minero con desarrollos necesarios y accesos
Anualizado para la vida de la mina con ton de mineral, Leyes y estéril (Para cada año)
Lista preliminar de equipos costeados por precios históricos o listas de precios de fabricantes
Costos por función y por naturaleza de los insumos principales, valorizados históricamente o por lista de precios unitarios de fabricantes

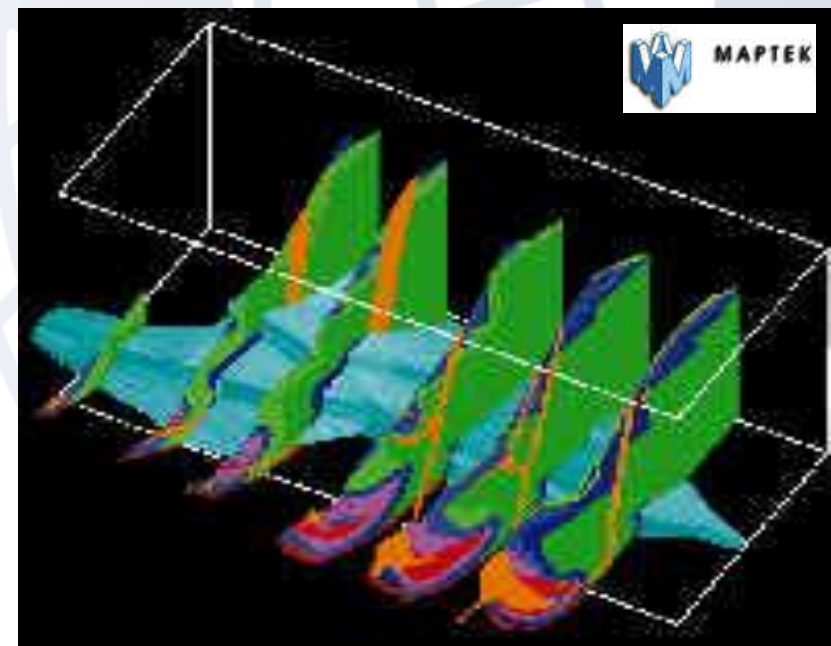
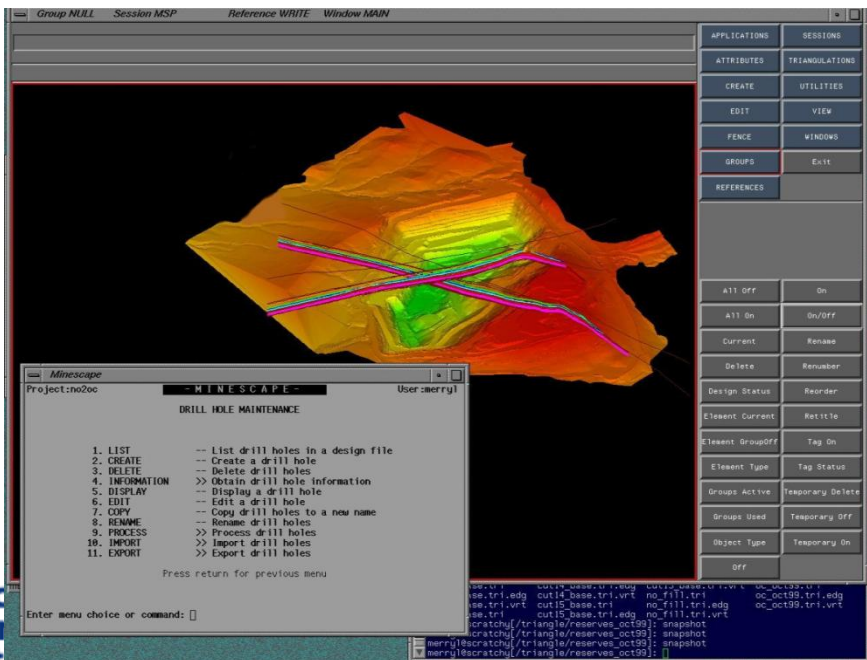
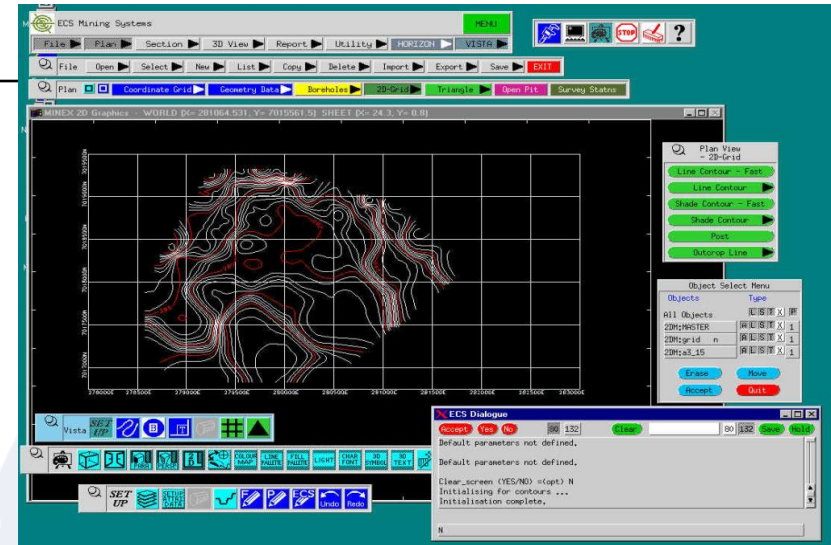
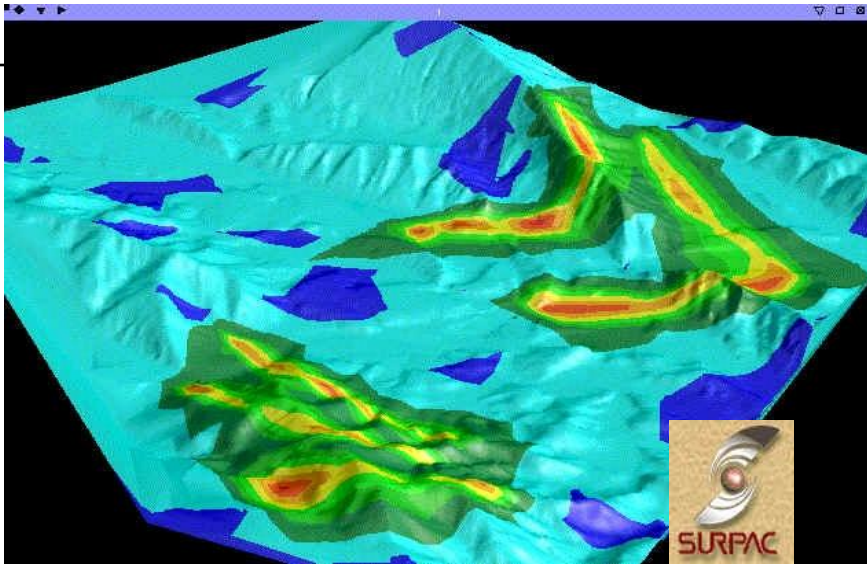
Tabla de Requerimiento de contenidos en estudios de Ingeniería

FUENTE - PINCOCK ALLEN & HOLT

(www.pincock.com - news - pincock perspectives)

MINA	Factibilidad
Método de Explotación	Método de explotación definido y Plan Minero completo terminado
Plan para el Rajo	
Taludes del rajo	Definido por info geotécnica por sectores del rajo con sondajes (geotécnicos) orientados y mapeo de celdas
Diseño del Rajo	Diseño optimizado y detallado con Diseño de fases con expansiones, rampas de transporte principal, con la situación a fin de cada año (Planos del Plan Minero anualizado)
Diseño de Botaderos	Diseño de los botaderos, con estudio de estabilidad de talud y estudio del suelo. Planos anuales con el crecimiento de los botaderos para cada Fase y a fin de cada año.
Plan Minero para Mina Subterránea	Método de explotación específico determinado por Geología y datos geotécnicos. Contornos (líneas de avance) de la explotación en forma anual, incluyendo los accesos y los desarrollos de cada año.
Programa de Producción	Detalle anual del programa de producción optimizado con leyes de corte, con tonelajes, y leyes por año (min y Estéril)
Estimación de costos de Capital	Listado detallado de equipos con precios a firme para todos los equipos mayores. Todos los ítems de capital identificados
Estimación de costos de operación	Presupuesto de operación Base "0" detallado con los costos por función en forma anual

Software de Modelación



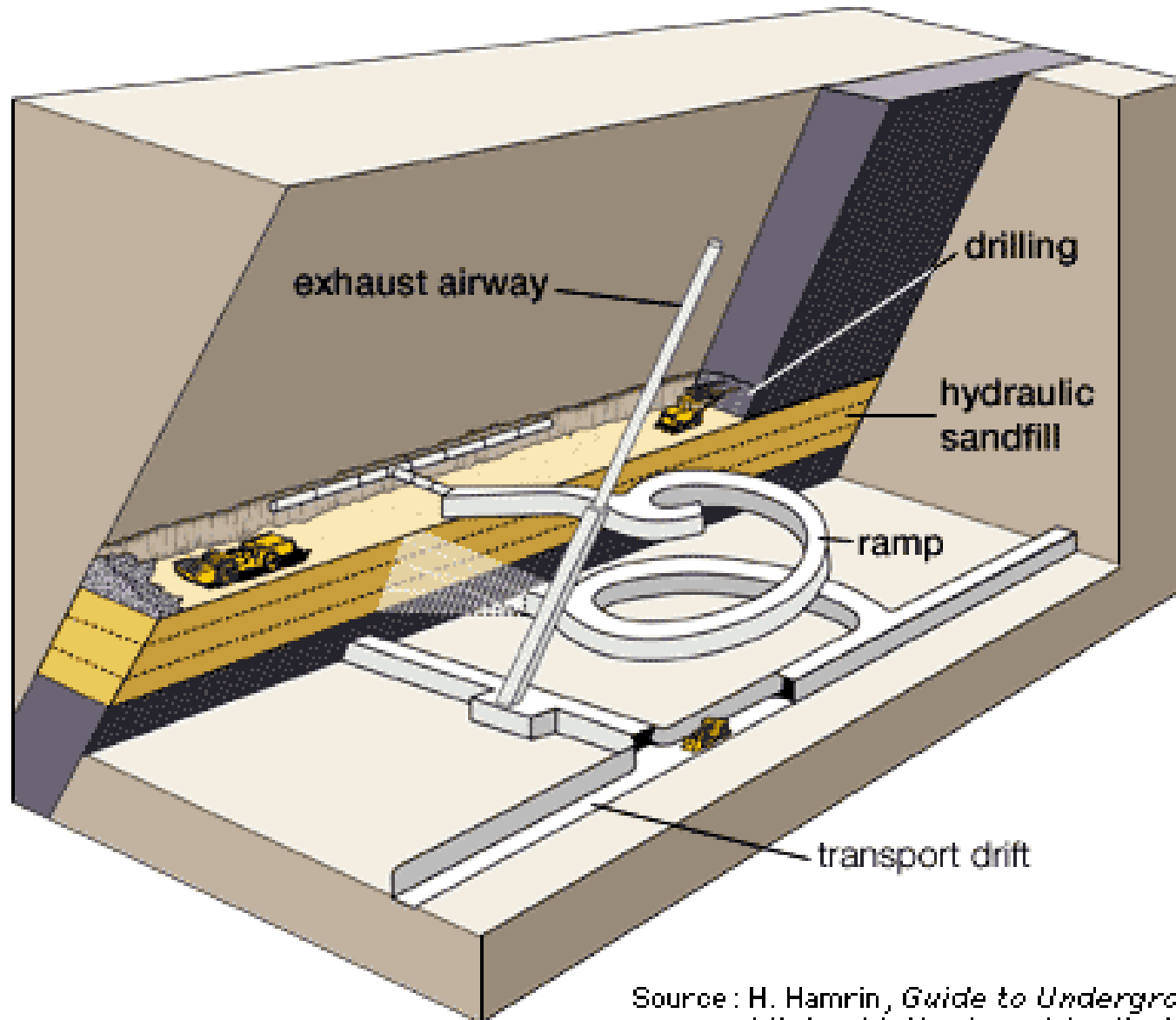
construcción para construcción minera y minerías

Metodos de Explotación

- Cut and Fill
- Shrinkage
- Room and Pilar
- Sub Level Caving
- Sub Level Stoping
- Block Caving
- Open Pit

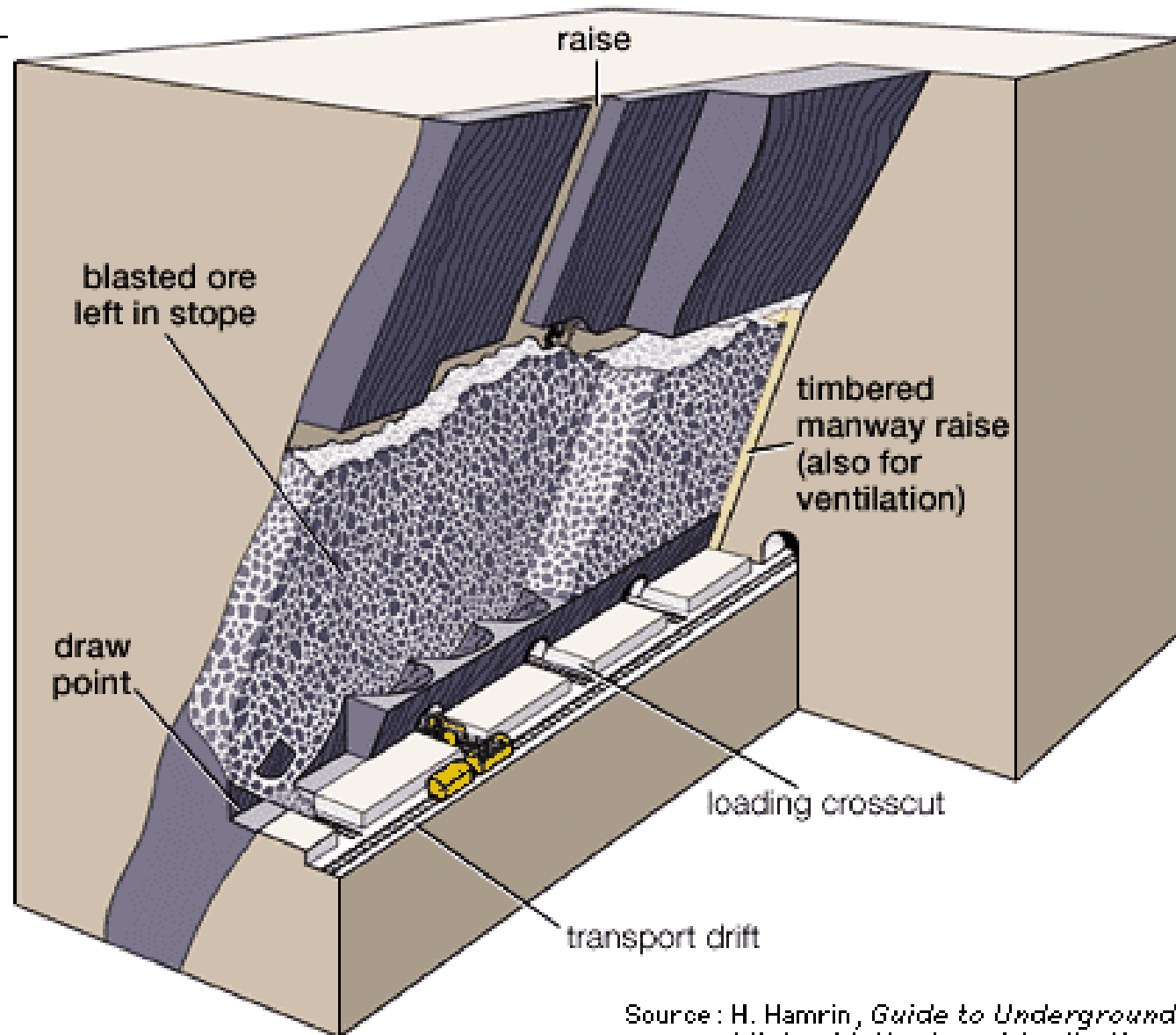


Corte y Relleno – Cut and Fill



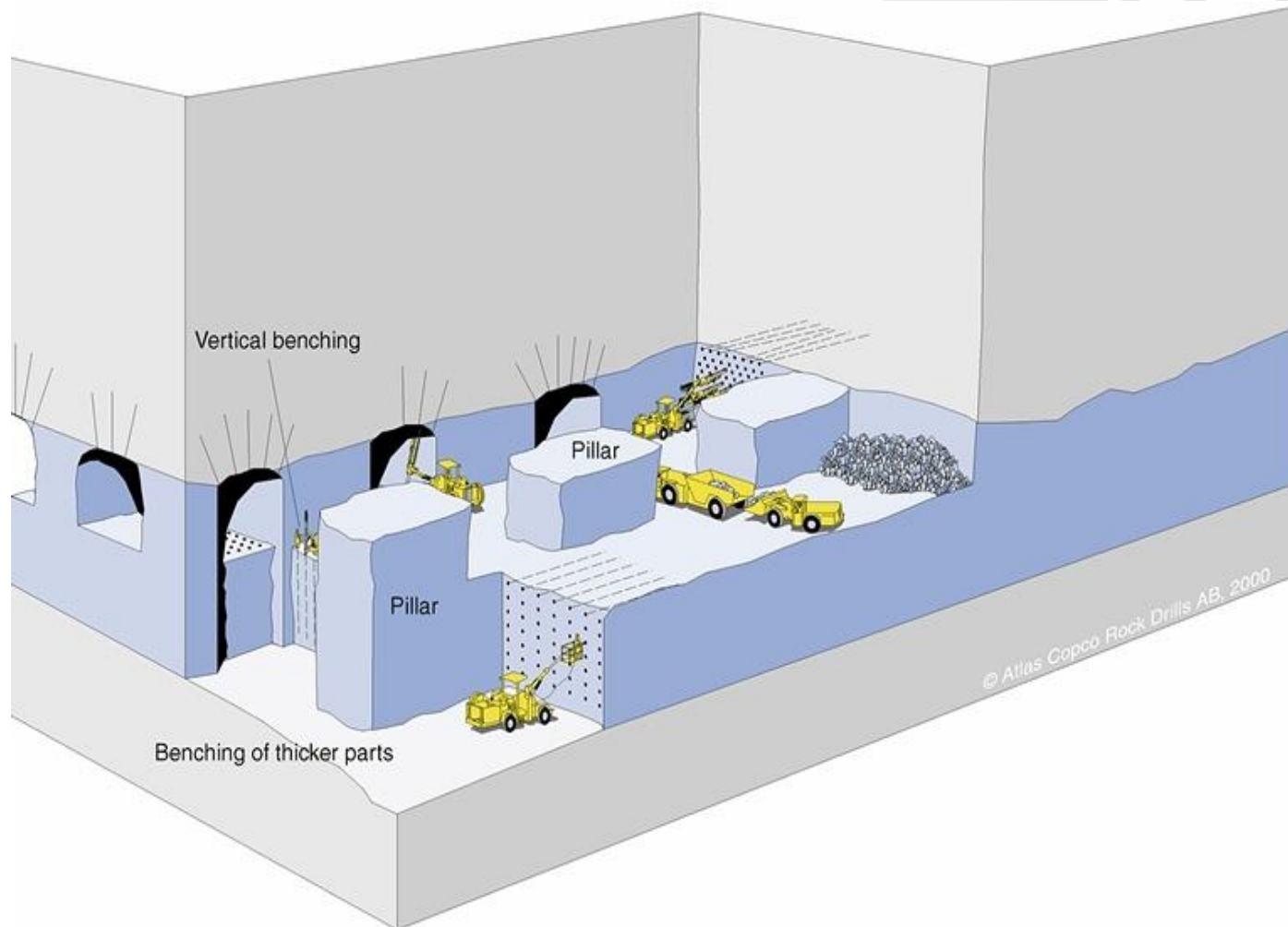
Source: H. Hamrin, *Guide to Underground Mining Methods and Applications* (Stockholm: Atlas Copco, 1997)

SHRINKAGE

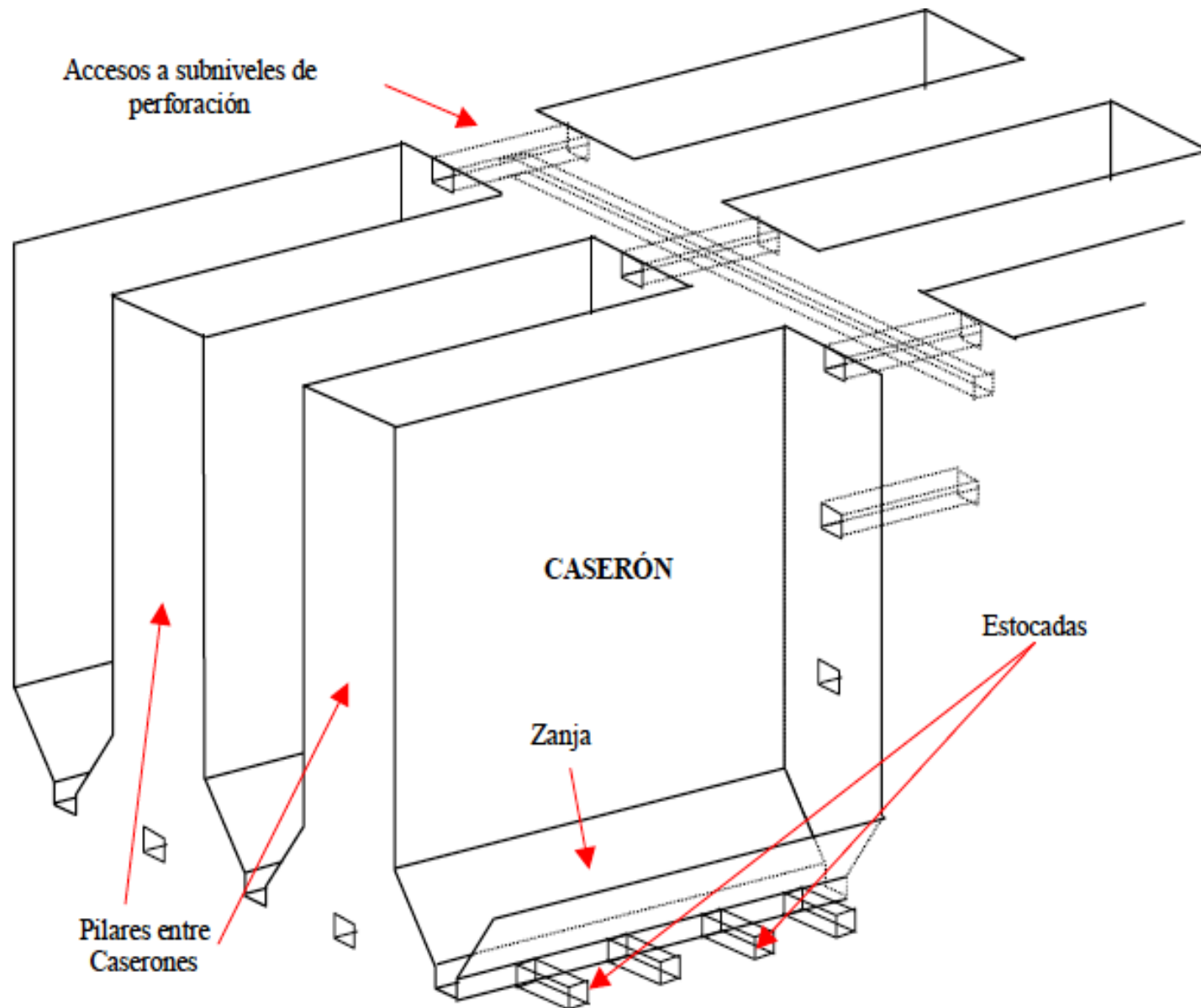


Source: H. Hamrin, *Guide to Underground Mining Methods and Applications* (Stockholm: Atlas Copco, 1980)

Cámaras y Pilares (Room and Pillar)

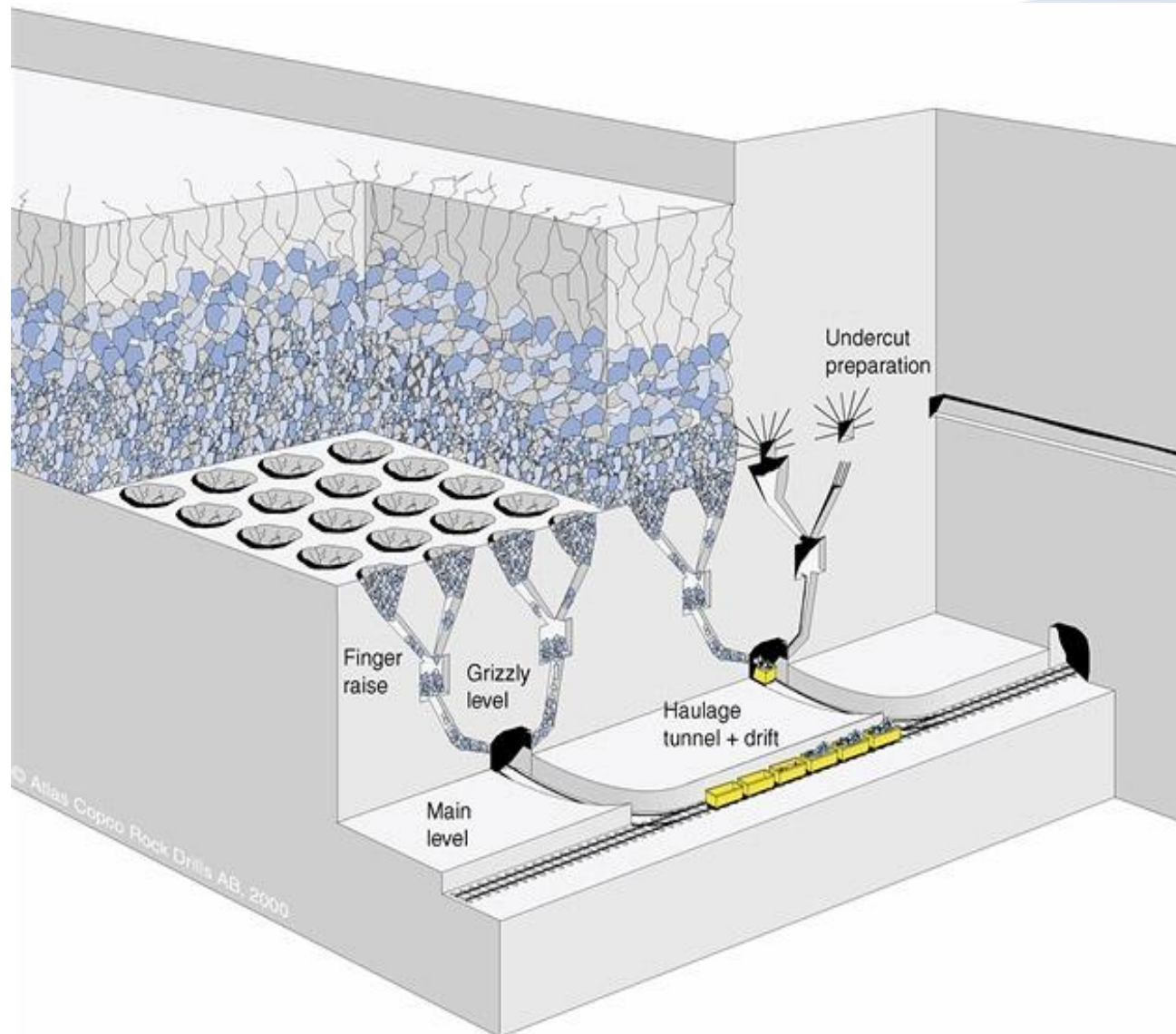


Esquema en Sub Level Stopping

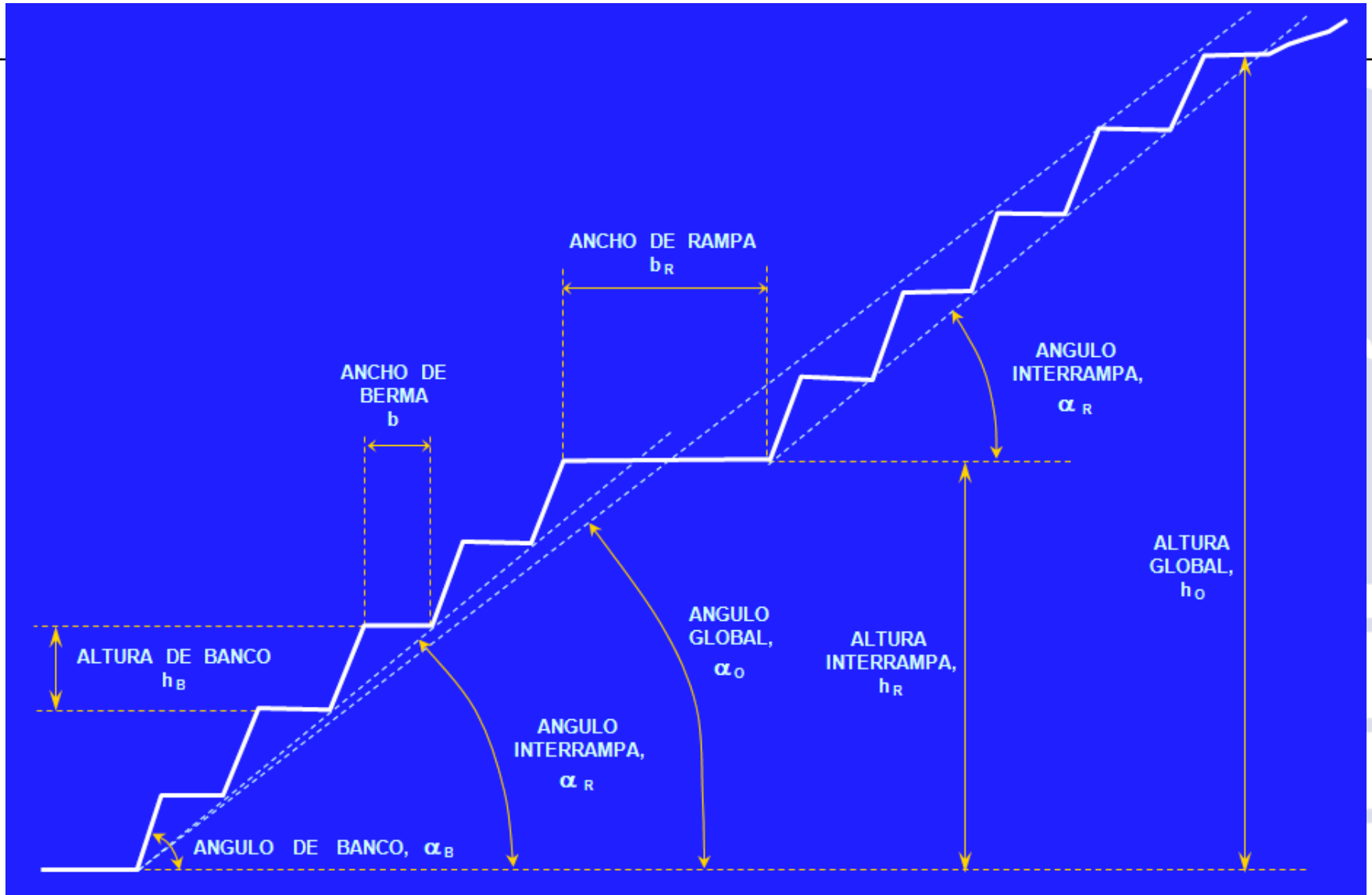


Esquema de una explotación por Sub Level Stopping

Hundimiento por Bloques o Block Caving



Rajo Abierto - Open Pit



Comparación relativa de Costos (Operación e Inversión)

Método			Tipo de Acceso		Tipo de Acceso		Tipo de Acceso	
			Galería	Pique	Galería	Pique	Galería	Pique
Cut and Fill	Ritmo de Prod	ton/día	200		1000		2000	
	Costo Oper+Inv	(1)	23.5	24.6	14.2	14.8	11.7	12.1
	Tot Inversión	Mill us\$	12.0	15.8	21.9	27.3	36.3	43.6
Shrinkage	Ritmo de Prod	ton/día	200		1000		2000	
	Costo Oper+Inv	(1)	19.1	20.1	11.0	11.7	10.6	11.2
	Tot Inversión	Mill us\$	10.7	14.7	21.7	27.0	38.2	42.2
Sub Level (Stoping) Long Hole	Ritmo de Prod	ton/día	800		4000		8000	
	Costo Oper+Inv	(1)	6.3	6.7	3.8	4.1	3.6	3.8
	Tot Inversión	Mill us\$	18.4	22.2	45.6	56.4	70.9	95.3
Room & Pilar	Ritmo de Prod	ton/día	1200		8000		14000	
	Costo Oper+Inv	(1)	7.3	8.0	4.4	4.5	3.2	3.6
	Tot Inversión	Mill us\$	30.6	35.7	93.2	107.8	117.1	130.5
Sub Level Caving	Ritmo de Prod	ton/día	4000		8000		14000	
	Costo Oper+Inv	(1)	4.8	5.6	3.8	4.5	3.5	3.9
	Tot Inversión	Mill us\$	48.4	74.6	86.2	126.5	139.3	181.3
Block Caving	Ritmo de Prod	ton/día	20000		30000		45000	
	Costo Oper+Inv	(1)	1.6	1.9	1.3	1.7	1.3	1.7
	Tot Inversión	Mill us\$	69.1	94.9	100.9	141.3	137.3	216.4

(1) us\$/ton en Comparación relativa al Rajo de 80.000 Ton/día y REM 1

Información base de InfoMine abril 2009 expresada en terminos relativos

Comparación relativa de Costos Rajo Abierto

Costo de Operación y de Capital año 2008

		REM		REM		REM		REM
Ton/día		1:1		2:1		4:1		8:1
250	(1)	5.2		5.9		8.1		13.1
500	(1)	3.8		5.7		7.5		10.9
1000	(1)	3.3		4.3		6.2		10.0
2000	(1)	2.8		3.7		5.6		9.6
5000	(1)	1.6		2.2		3.3		6.1
10000	(1)	1.4		1.9		3.3		5.9
20000	(1)	1.2		1.9		3.0		5.6
40000	(1)	1.2		1.8		3.0		5.5
80000	(1)	1.0		1.7		2.8		5.3
(1)	Comparación relativa al Rajo de 80.000 Ton/día y REM 1							

Variación de Costos en Rajos

(cent us\$/ton movida)

Perforación	4	31
Tronadura	7	26
Carguío	8	25
Transporte	25	80
Apoyo	6	12
Administración	3	19
Suma	53	193
Rango real us\$/ton	0,9	1,8

Costos directos sin inversión

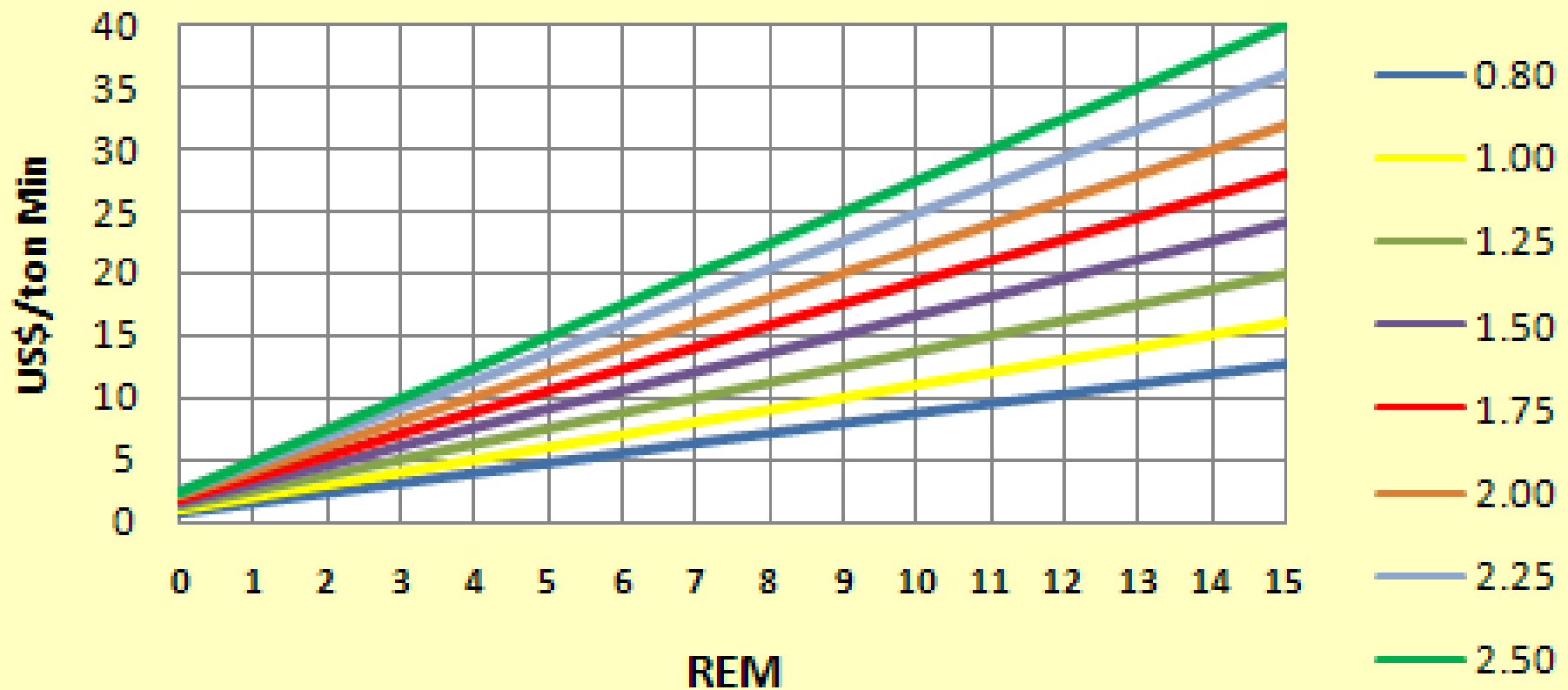
Rango real no es la suma

Factores para elegir el método de Explotación

- Factores Geográficos, Clima, ubicación, etc.
- Factores Políticos, Ambientales, Humanos
- Geología y conformación del cuerpo
- Factibilidad técnica mecánica de rocas
- Tamaño del cuerpo, recursos
- Nivel de inversión, tiempo de desarrollo
- Costo de Operación

Costo mina US\$/ton de Mineral

$C^*(1+REM)$



Etapas de Planificación Largo Plazo

Metodología	<u>Pit Final</u>	<u>Secuencia</u>	<u>Diseño Fases</u>	<u>Ley de Corte</u>	<u>Programa Producción</u>	<u>Evaluación Económica</u>	Metodología
	Conos basados en un precio y costos de largo plazo	Se define con Pit anidados con costos constantes y precios decrecientes	Basado en la secuencia económica se incorporan rampas y aspectos operativos	Ley mínima de envío a planta en el periodo para maximizar VPN	Con ley de corte y secuencia definida por las fases se calcula el programa	Basado en horas y tonelajes requeridos se estiman los insumos requeridos	
	Un limite para las reservas mineras que resultan económicamente explotables	Primer Pit con mineral de mayor ley y mejor beneficio que el Pit siguiente	Geometría de fases para construcción y cubicación de materiales	Estrategia de ley de corte para cubicar y programar	Tonelaje y ley a extraer por periodo	Estimación Gastos e inversiones requeridos	
Debilidad	No considera el tiempo	No considera todos los aspectos operativos	Se aleja del optimo económico	Suponer una serie de precios para el largo plazo	No entrega información sobre la certeza del plan	Se requeriría iteración adicional del proceso	Debilidad

Metodología

Resultado

Debilidad

Metodología

Resultado

Debilidad

Que debe contener un Plan Minero maduro

- 1.- Diseño de Rajo y botaderos, de acuerdo a las especificaciones geotécnicas , en minas Subterráneas igualmente la distancia entre pilares, dimensiones de galerías, especificación de fortificaciones, etc)
- 2.- Diseños “operativos” que incluyen las dimensiones requeridas por los equipos para una operación segura y eficiente
- 3.- Fotos (Planos) con la situación al final de cada período (meses para el primer año , cada 2 o 3 meses el segundo año y cada año posteriormente
- 4.- Programa de producción con los tonelajes de alimentación a planta con sus leyes , recuperaciones y características relevantes para la metalúrgia para cada período. Requerimientos de equipos (Horas) y sus rendimientos por periodo.
- 5.- Programa de desarrollo para cada periodo, requerimientos de equipos para desarrollo y sus rendimientos, Perfil de dotaciones.
- 6.- Costos de operación y desarrollo por período. Programa de reposición de equipos)
- 7.- Evaluación económica final y Sensibilidades

TONELAJE REMANENTE POR FASES

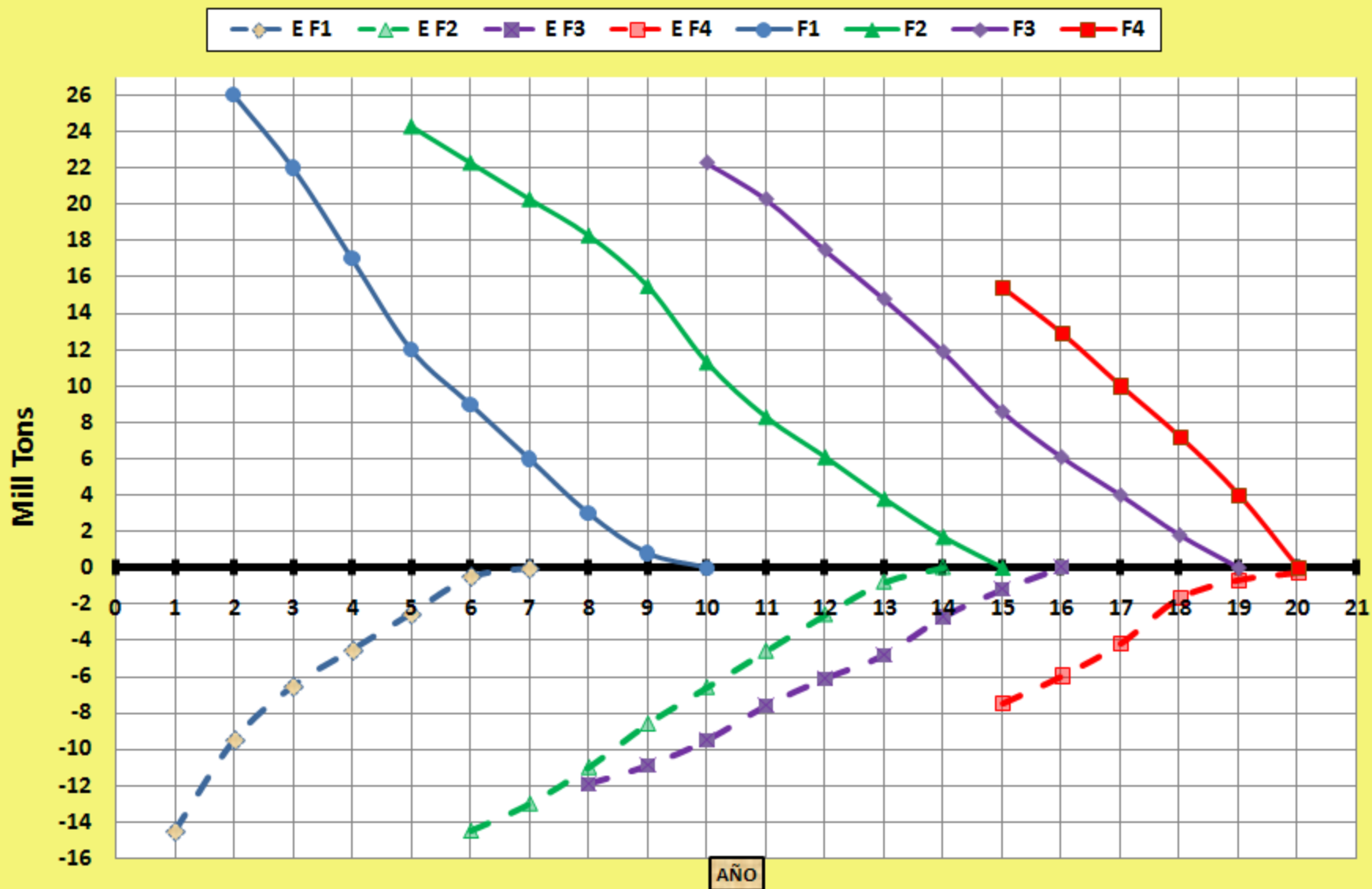
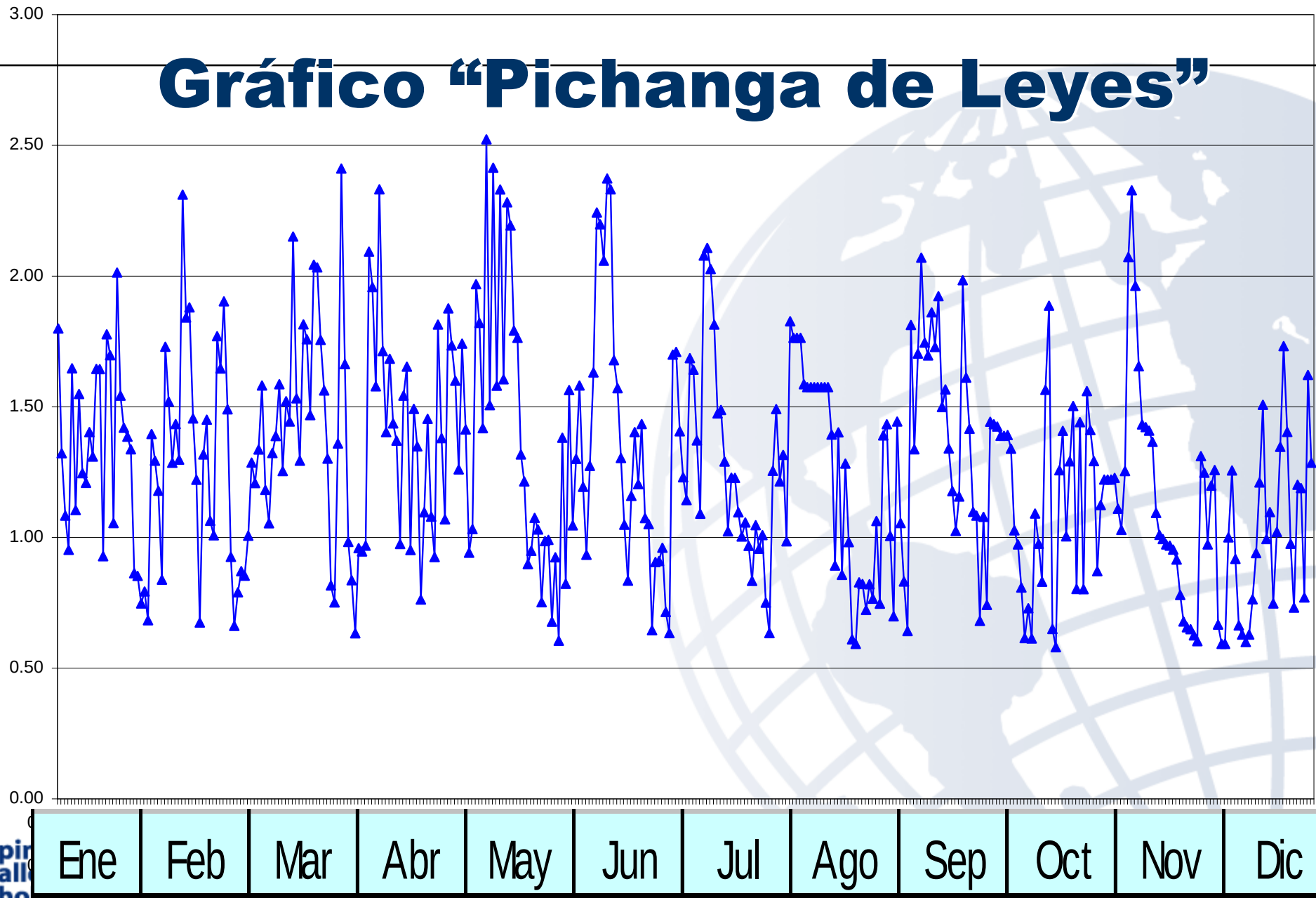


Gráfico “Pichanga de Leyes”



FORM 43-101 F1 TECHNICAL REPORTS TABLE OF CONTENTS

TITLE

PAGE

CONTENTS OF THE TECHNICAL REPORT

		2
Item 1:	Title Page	2
Item 2:	Table of Contents	2
Item 3:	Summary	2
Item 4:	Introduction and Terms of Reference	2
Item 5:	Property Description and Location	3
Item 6:	Accessibility, Climate, Local Resources, Infrastructure and Physiography	4
Item 7:	History	4
Item 8:	Geological Setting	4
Item 9:	Deposit Types	4
Item 10:	Mineralization	5
Item 11:	Exploration	5
Item 12:	Drilling	5
Item 13:	Sampling Method and Approach	5
Item 14:	Sample Preparation and Security	6
Item 15:	Data Corroboration	6
Item 16:	Adjacent Properties	7
Item 17:	Mineral Processing and Metallurgical Testing	7
Item 18:	Mineral Resource and Mineral Reserve Estimates	7
Item 19:	Other Relevant Data and Information	9
Item 20:	Interpretation and Conclusions	9
Item 21:	Recommendations	9
Item 22:	References	9
Item 23:	Date	9
Item 24:	Additional Requirements for Technical Reports on Development Properties and Production Properties	9
Item 25:	Illustrations	10