



PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

"FUNDAMENTOS DE LA PLANIFICACIÓN MINERA"

03 de octubre de 2025



FUNDAMENTOS DE LA PLANIFICACIÓN MINERA

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA, DE
CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO
EN LAS OPERACIONES.

03 de octubre de 2025

INICIO →



MÓDULO 2

PLANIFICACIÓN DE LARGO PLAZO



Ámbitos de Planificación de largo plazo

- Revisión y actualización de planes estratégicos (RDP)
- Plan de vida útil.
- Plan de 5 años
- Declaración de reservas



Actividades:

- Definición de Pit Final.
- Definición de secuencia minera de extracción.
- Desarrollo de planes mineros de extracción por fase banco.
- Desarrollo de planes de alimentación a procesos.
- Cálculo de requerimientos y reemplazo de equipos mineros.
- Evaluación económica de planes mineros.
- Determinación de recursos y reservas minera.
- Análisis de riesgos.

Dónde quedamos...

...Estabamos en que, el EPF, recomendado por el RDP, entregó el tamaño adecuado de Plantas de Procesos, la captura de información y el análisis y compromisos de obtención de habilitadores y que en el EF se afina el proyecto definitivo como Greenfield o como crecimiento marginal.

Ahora veremos las etapas de elaboración de los planes de largo plazo



Planificación de Largo Plazo y Valorización



La planificación de Largo Plazo tiene como función la elaboración del plan de estratégico del negocio de la faena minera, para que en conjunto con Finanzas se genere la estimación de los flujos de caja en el valor de largo plazo, desde el año en que se inicia el proyecto que da lugar al PLP, hasta agotar las reservas de la faena.



Se elaboran planes anuales que contienen los compromisos de largo plazo de producciones, movimientos de masa, generación de rechazos de cada etapa, consumo de insumos de la cadena de valor, siendo los recursos eléctricos y de agua los más importantes.



Lo anterior se hace, reuniendo la información provista por diferentes disciplinas, en que Geología aporta la información de las subdisciplinas de Geociencias. El área de Finanzas entrega la estimación de los parámetros de mercado de los metales, de insumos principales (Petróleo, Tires, EE, Ácido Sulfúrico y otros vectores relevantes).



Se incorporan nuevas tecnología. Usualmente, se requiere de un nivel de madurez ≥ 7



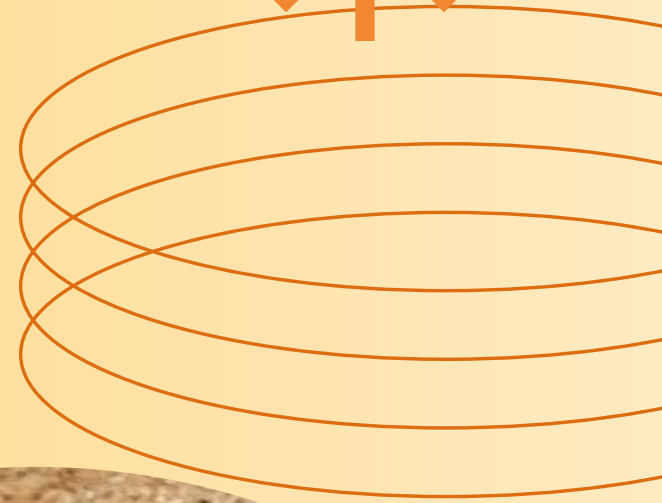
Se proponen los KPIs de Equipos y Procesos (algunos son aspiracionales comparado con los reales pasados, lo que cuando no se cumplen, derivan en atrasos en los desarrollos de la(s) mina(s)



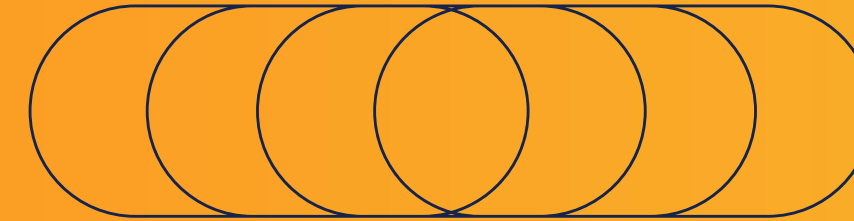
Con los resultados de los planes mineros se genera una primera valorización del plan como EBITDA + CAPEX, al llevar el EBITDA +CAPEX anual a VPN (VPN de EBITDA). Con este parámetro, se puede hacer una primera aproximación del valor del plan. Es muy útil para evaluar planes alternativos en la etapa de EPF.



Para efectuar el análisis de Flujo de Caja Libre, como valor del negocio se deben calcular, en conjunto con Finanzas, los impuestos, royalties mineros, otros royalties, depreciaciones. Compañías internacionales analizaran sus carteras de proyecto basado en el FDCD = VAN de FDC.



Planificación de Largo Plazo



➤ Reservas

➤ Secuencia de extracción

➤ Diseños de Fases

➤ Equipos de Carguío

➤ Plan de Minado y Producción - Serrucho

➤ Plan de Extracción y Depósito de Rechazos

➤ Valorización





Planificación de Largo Plazo - Reservas

- > Factores mineros
- > Factores metalúrgicos
- > Factores económicos
- > Factores de Infraestructura,
Medio Ambiente, Social, and Legal

Las reservas de un proyecto o faena son la porción del yacimiento que resulta en un valor económico positivo, considerando sólo los recursos medidos + indicados y los parámetros que se denominan factores modificantes.

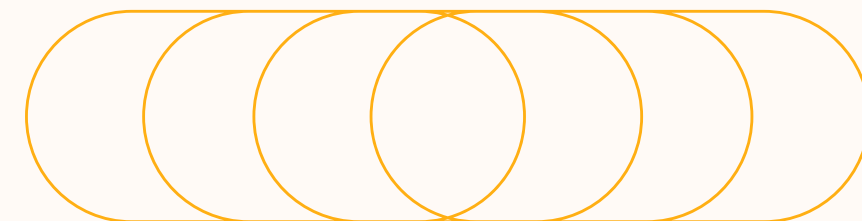
Empezaremos por revisar como se hace el pit óptimo.



Reservas: Definición de recursos M+I económicos (Envolvente Económica)

El software más usado es Whittle®, que fue desarrollado en 1965 por David Whittle, el cual en los 80's se pudo usar de forma masiva, por los altos requerimientos de Hardware. También está el Pit Optimizer de Datamine®. Ambos softwares usan el algoritmo de Lerchs-Grossman para encontrar la envolvente económica óptima para una serie de parámetros dados como input.

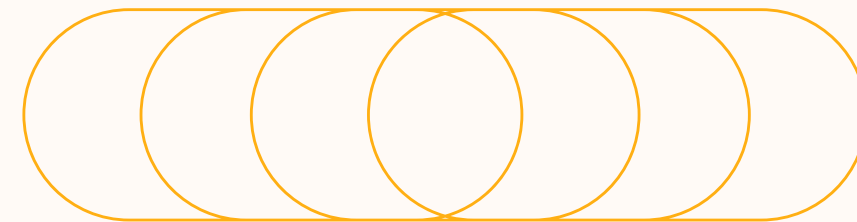
La mayoría de los SW de planificación minera contienen algoritmo L-G para definir el pit óptimo.





Reservas: Definición de recursos M+I económicos (Envolvente Económica)

Algoritmo de Korobov (o Móvil Cone / Cono Móvil): Es un método heurístico más rápido pero que no garantiza la optimalidad de la solución. Es útil para análisis preliminares rápidos o en depósitos muy simples. Algunos softwares (como Deswik) pueden ofrecerlo como una opción alternativa para ciertos escenarios, pero L-G sigue siendo el preferido para los estudios definitivos.



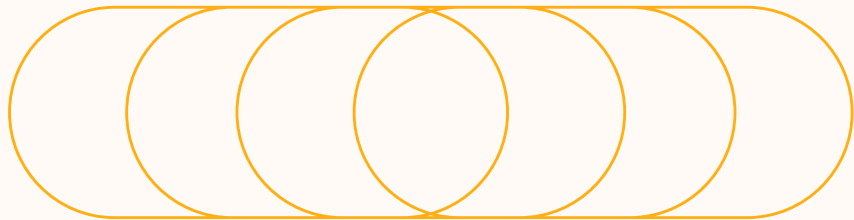
Reservas: Parámetros de entrada a Corrida Whittle

Muchos de los parámetros están contenidos en el modelo de bloques: leyes, recuperaciones, ángulos inter-rampa por sectores geotécnicos, topografía. Se ingresan los costos de las etapas, así como también los precios de venta de metales (incluyendo deducciones TC, RC), ley de corte

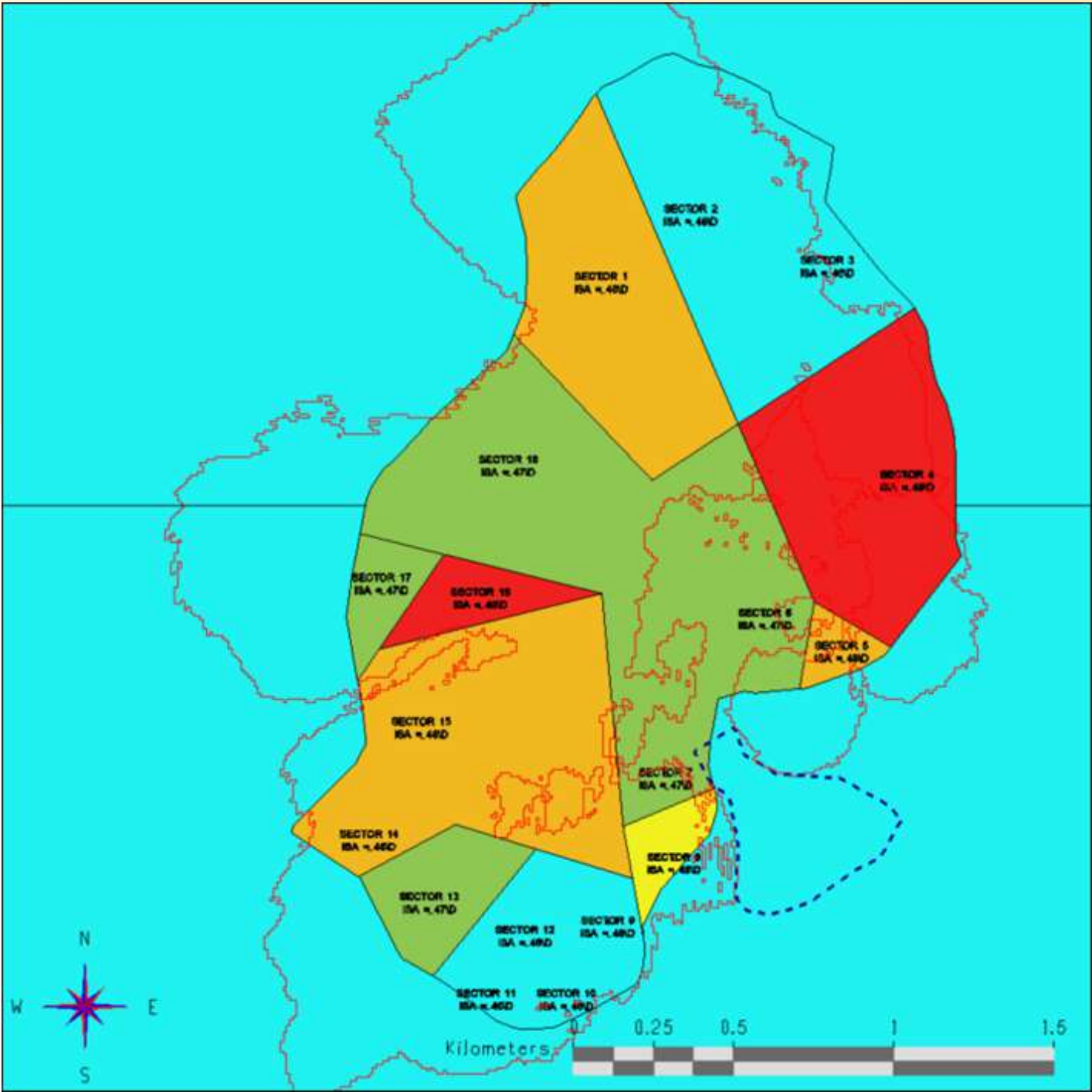
En general, se “fuerza” los ángulos inter-rampa, reduciéndolos en 2 o 3 grados para considerar que el ángulo global del pit diseñado incorpora rampas.

Actividad	Unidad	Valor
Costo Mina	US\$/t movida	2.5
MCAF	US\$/t movida/ Delta Cota	0.003/.0002
Costo Conminución	US\$/ t mineral	6.0
Costo Concentración	US\$/ t Concentrado	4.0
Costo G&A	US\$/t Mineral	0.5
Precio Cu LP	US\$/Lb	4.5

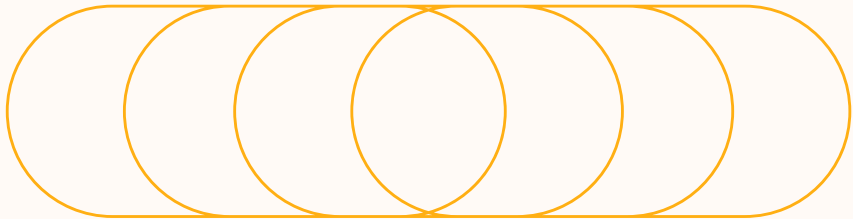
Adicionalmente, se ingresa el “paso” para el incremento de precios. Usualmente se da un paso de 0.2. Esto es lo que se denomina el Revenue Factor (RF), el cual para cada uno de estos “pasos” genera un cono con valor positivo.



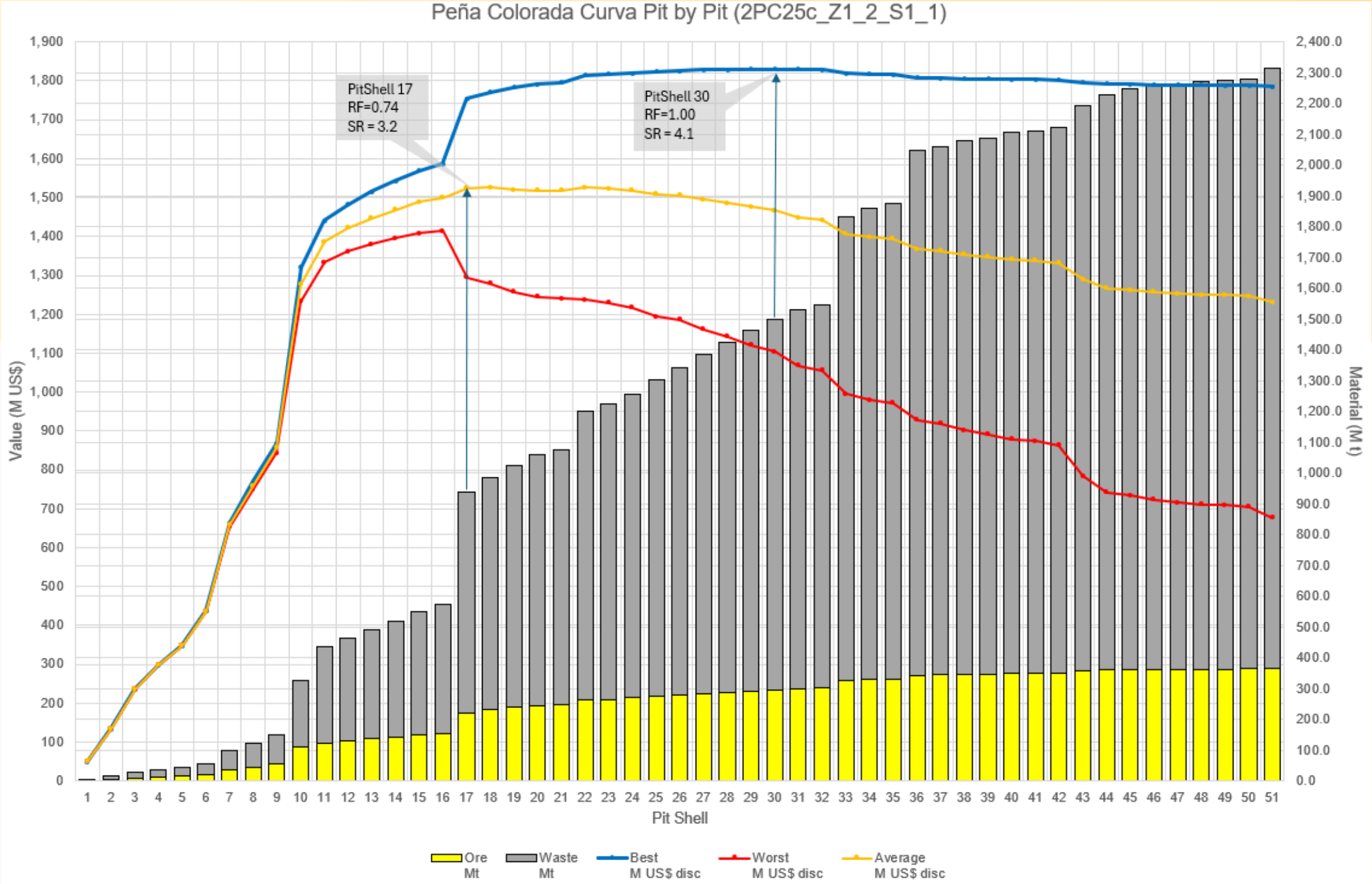
Reservas: Parámetros de Diseño por sector geotécnico



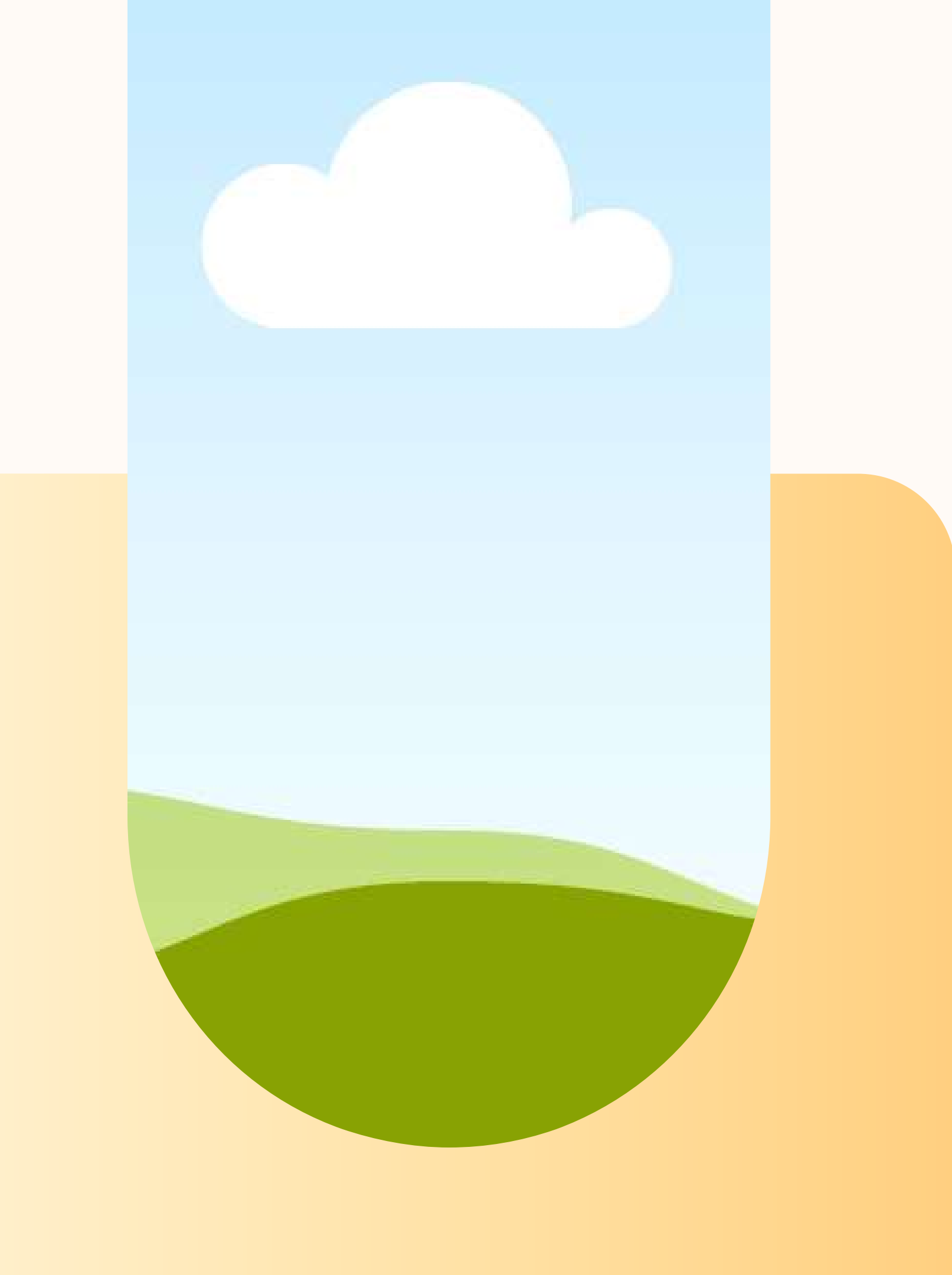
Sector Geotécnico	Code MS	Ángulo de Talud Inter-Rampa (°)	Ángulo de Talud Cara Banco (°)
8	1	45	75
2, 3, 9, 10, 11, 12, 20 & 21	2	46	75
6, 7, 13, 17 & 18	3	47	75
1, 5, 14 & 15	4	48	75
4 & 16	4	49	75
Relleno	6	29	35



Reservas: Evaluación de los resultados y grafica Pit by Pit



Final Pit	Rev Ftr	Price USD/t pellet	Material			Stripping Ratio W/O	Life Year
			Ore Mt	Waste Mt	Total Mt		
1	0.42	58.1	1.6	3.2	4.7	2.0	0.1
2	0.44	60.8	4.5	11.4	15.8	2.5	0.3
3	0.46	63.6	9.0	18.4	27.4	2.0	0.6
4	0.48	66.4	12.2	22.8	35.0	1.9	0.8
5	0.50	69.1	15.0	27.6	42.6	1.8	0.9
6	0.52	71.9	20.8	35.1	55.9	1.7	1.3
7	0.54	74.7	36.8	63.8	100.6	1.7	2.3
8	0.56	77.4	45.8	78.3	124.1	1.7	2.9
9	0.58	80.2	55.0	96.7	151.7	1.8	3.4
10	0.60	82.9	112.3	212.6	324.9	1.9	7.0
11	0.62	85.7	124.4	310.2	434.7	2.5	7.8
12	0.64	88.5	132.2	332.7	464.9	2.5	8.3
13	0.66	91.2	137.7	354.2	491.9	2.6	8.6
14	0.68	94.0	143.6	376.3	519.9	2.6	9.0
15	0.70	96.8	149.2	402.2	551.4	2.7	9.3
16	0.72	99.5	153.7	420.1	573.8	2.7	9.6
17	0.74	102.3	222.7	716.3	939.0	3.2	13.9
18	0.76	105.1	231.7	755.4	987.0	3.3	14.5
19	0.78	107.8	238.7	786.7	1,025.4	3.3	14.9
20	0.80	110.6	244.3	814.0	1,058.3	3.3	15.3
21	0.82	113.4	247.7	828.4	1,076.1	3.3	15.5
22	0.84	116.1	262.0	938.9	1,200.9	3.6	16.4
23	0.86	118.9	265.6	958.6	1,224.2	3.6	16.6
24	0.88	121.7	270.1	985.6	1,255.7	3.6	16.9
25	0.90	124.4	275.5	1,027.0	1,302.6	3.7	17.2
26	0.92	127.2	279.5	1,062.5	1,342.0	3.8	17.5
27	0.94	129.9	284.2	1,100.8	1,384.9	3.9	17.8
28	0.96	132.7	287.8	1,138.1	1,425.9	4.0	18.0
29	0.98	135.5	292.0	1,170.7	1,462.8	4.0	18.3
30	1.00	138.2	295.8	1,204.2	1,500.0	4.1	18.5
31	1.02	141.0	300.0	1,230.9	1,530.9	4.1	18.8
32	1.04	143.8	301.7	1,242.7	1,544.4	4.1	18.9
33	1.06	146.5	325.9	1,507.7	1,833.6	4.6	20.4
34	1.08	149.3	329.4	1,530.6	1,859.9	4.6	20.6
35	1.10	152.1	330.9	1,543.6	1,874.6	4.7	20.7
36	1.12	154.8	343.0	1,706.5	2,049.5	5.0	21.4
37	1.14	157.6	344.5	1,717.1	2,061.5	5.0	21.5
38	1.16	160.4	346.5	1,731.4	2,077.9	5.0	21.7
39	1.18	163.1	348.0	1,740.6	2,088.6	5.0	21.7
40	1.20	165.9	349.6	1,758.2	2,107.9	5.0	21.9
41	1.22	168.7	350.3	1,762.3	2,112.6	5.0	21.9
42	1.24	171.4	351.7	1,771.1	2,122.8	5.0	22.0
43	1.26	174.2	357.8	1,836.1	2,193.8	5.1	22.4
44	1.28	177.0	360.6	1,869.5	2,230.2	5.2	22.5
45	1.30	179.7	361.6	1,884.8	2,246.4	5.2	22.6
46	1.32	182.5	362.5	1,896.8	2,259.3	5.2	22.7
47	1.34	185.2	363.2	1,902.3	2,265.4	5.2	22.7
48	1.36	188.0	363.6	1,907.3	2,270.9	5.2	22.7
49	1.38	190.8	363.8	1,909.7	2,273.5	5.2	22.7
50	1.40	193.5	364.4	1,913.6	2,278.0	5.3	22.8
51	1.42	196.3	366.5	1,946.9	2,313.4	5.3	22.9



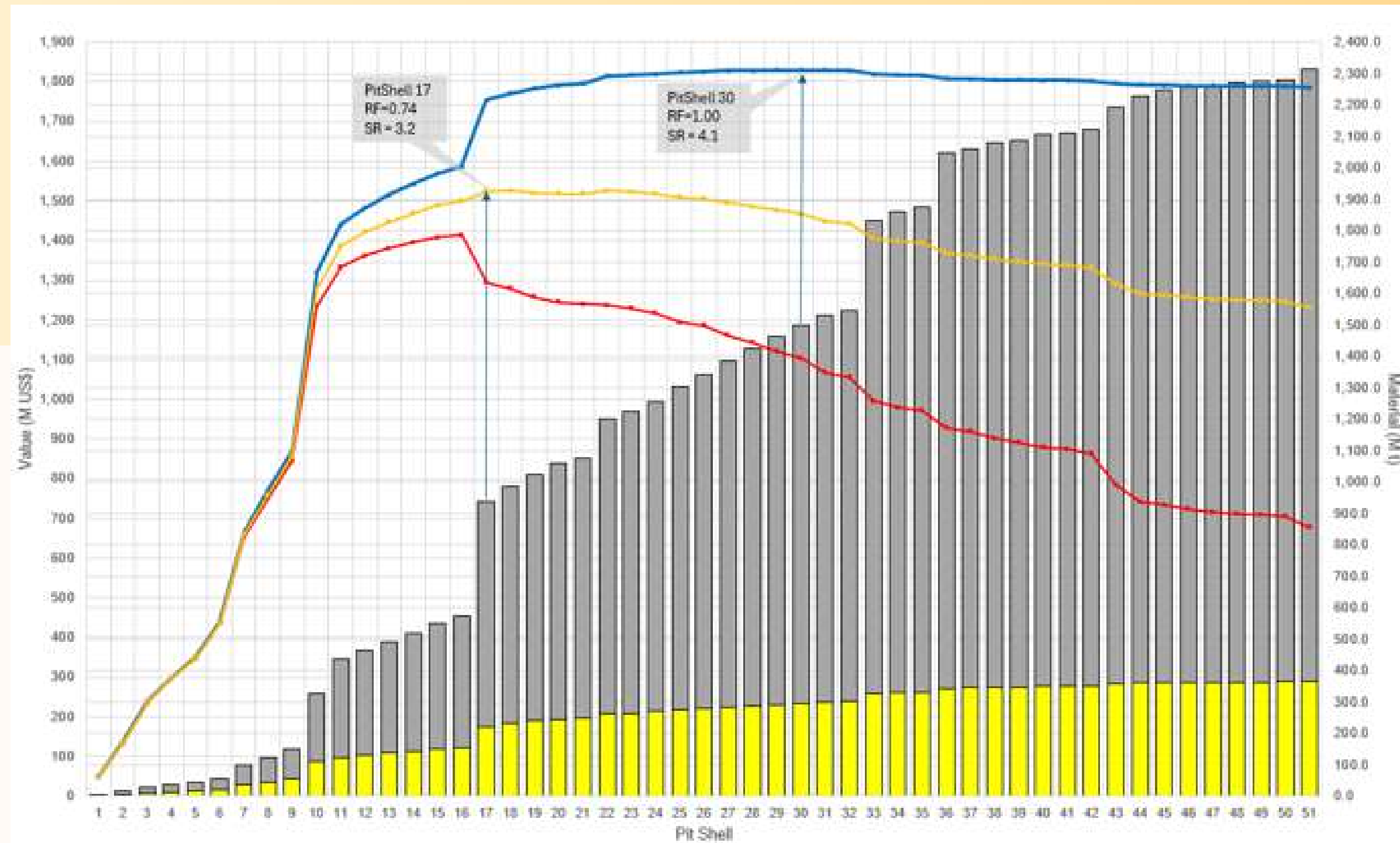
Reservas

Se selecciona la envolvente Whittle, según criterio de la empresa. Usualmente se emplea el pit suavizado y con rampas de $RF=1$, aunque no represente el óptimo económico en el largo plazo, pero es un criterio aceptado por los estándares internacionales (JORC, NI 43-101).

¿Por qué no siempre es el óptimo económico?

Porque la agregación de valor del entorno al $RF=1$ es muy marginal y en algunos casos negativas. Es una práctica de algunas compañías, efectuar un análisis marginal de fases, para estimar el orden de magnitud de aporte (o destrucción) de valor a la Compañías.

Reservas



Reservas: Factores Modificantes (1 de 2)

Se requiere que el reporte de reservas contenga la separación probadas y probables.
Se explique los sustentos de los diferentes Factores Modificantes, con Transparencia, Materialidad y la debida Competencia del Profesional que firma las reservas

1

Factores Mineros (o de Viabilidad de Extracción)

- Método de Explotación.
- Consideraciones Geotécnicas.
- Estimación de Dilución y Recuperación Minera.
- Recuperación Minera: El porcentaje de mineral in-situ que se logra extraer y enviar a la planta.

2

Factores Metalúrgicos (o de Procesamiento)

- Método de Procesamiento: Conminución (chancado, molienda), lixiviación, flotación.
- Parámetros geo-metalúrgicos y metalúrgicos: Recuperación, Calidad de productos.

3

Factores Económicos

- Precios de los Commodities:
- Costos de Operación (OPEX).
- Costos de Capital (CAPEX).
- Impuestos, Regalías y Participaciones.



Reservas: Factores Modificantes (2 de 2)

4

Factores Ambientales

- EIA/DIA.
- Plan de Cierre y Pasivos Ambientales.
- Manejo de relaves, depósitos de rípios y aguas.

5

Factores Sociales y de Comunidades

- Acuerdos con comunidades locales.
- Licencia Social para operar.
- Reasentamiento de poblaciones, si es necesario.

6

Factores Gubernamentales

- Estabilidad política y jurídica del país.
- Títulos mineros en regla (concesiones).
- Permisos y autorizaciones clave (agua, uso de suelo, etc.).

7

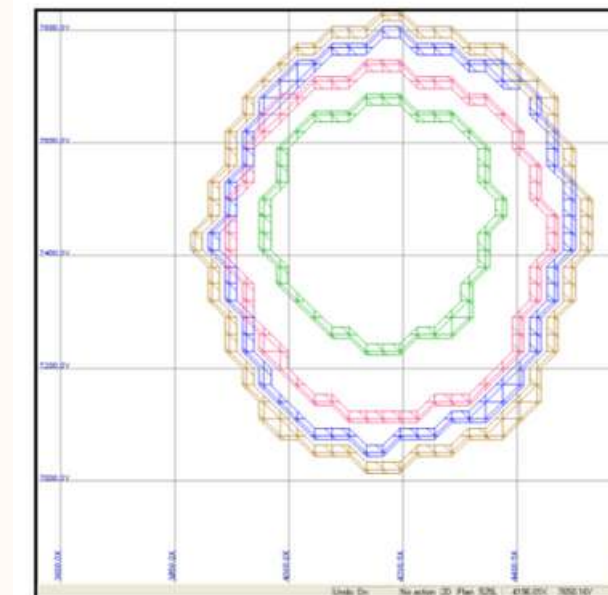
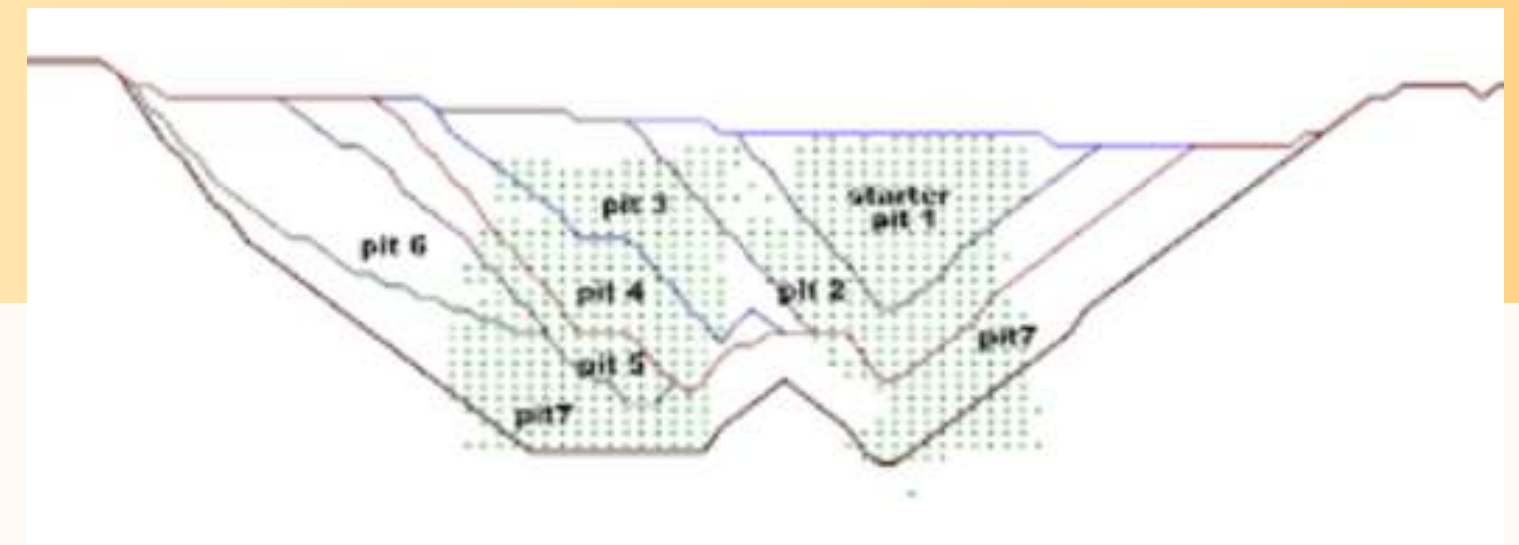
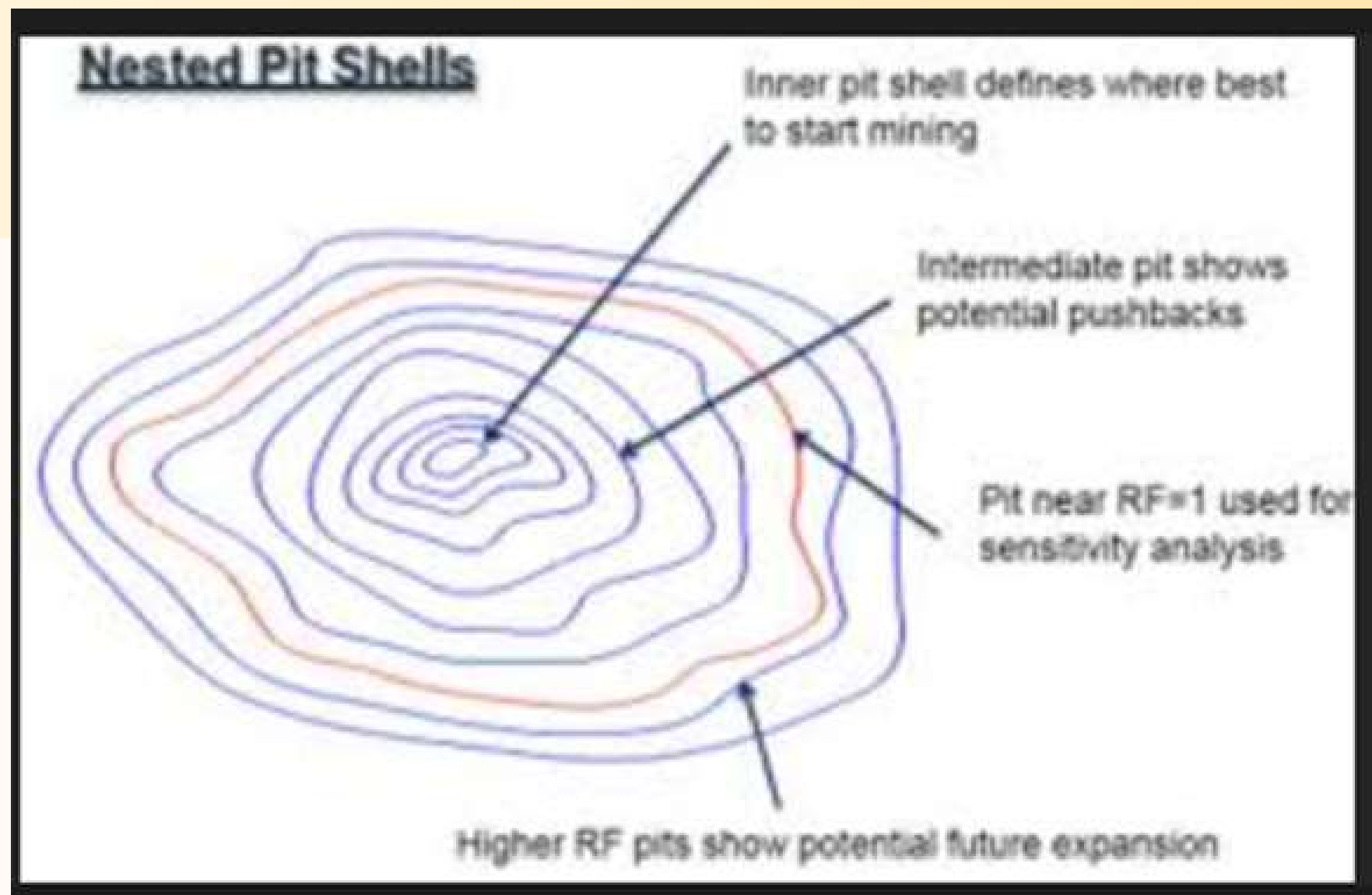
Infraestructura e Insumos clave

- Territorio.
- Construcciones según los métodos de explotación y procesamiento.
- Energía y Agua.



Planificación de Largo Plazo - Secuenciamiento

Definido el pit final, se desarrolla una parte clave en la optimización del plan minero, esto es la secuencia de minado.



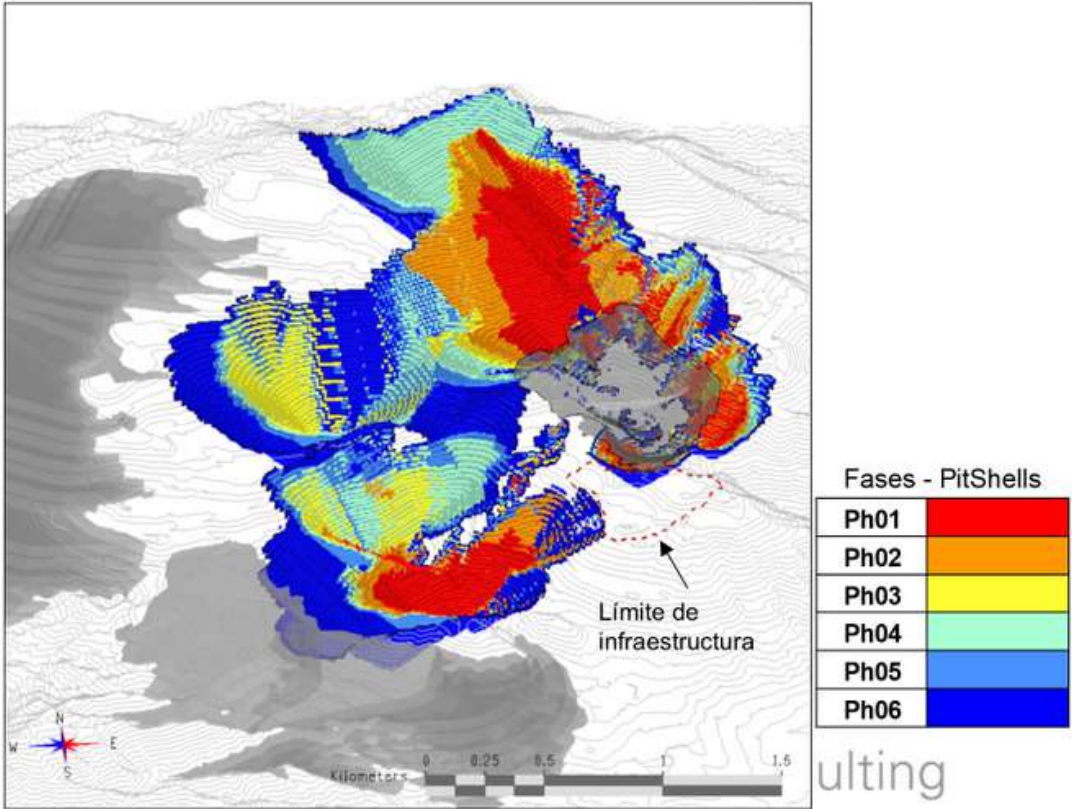
Planificación de Largo Plazo: Secuencia de fases

La salida de Whittle (o similar) entrega los conos anidados, de los cuales se seleccionan los conos para elaborar las fases.

Selección de las Fases de Minado (Pit Shells)

Final Pit	Rev Ftr	Price USD/t pellet	Material			Stripping Ratio	Life Year
			Ore Mt	Waste Mt	Total Mt	W/O	
1	0.42	58.1	1.6	3.2	4.7	2.0	0.1
2	0.44	60.8	4.5	11.4	15.8	2.5	0.3
3	0.46	63.6	9.0	18.4	27.4	2.0	0.6
4	0.48	66.4	12.2	22.8	35.0	1.9	0.8
5	0.50	69.1	15.0	27.6	42.6	1.8	0.9
6	0.52	71.9	20.8	35.1	55.9	1.7	1.3
7	0.54	74.7	36.8	63.8	100.6	1.7	2.3
8	0.56	77.4	45.8	78.3	124.1	1.7	2.9
9	0.58	80.2	55.0	96.7	151.7	1.8	3.4
10	0.60	82.9	112.3	212.6	324.9	1.9	7.0
11	0.62	85.7	124.4	310.2	434.7	2.5	7.8
12	0.64	88.5	132.2	332.7	464.9	2.5	8.3
13	0.66	91.2	137.7	354.2	491.9	2.6	8.6
14	0.68	94.0	143.6	376.3	519.9	2.6	9.0
15	0.70	96.8	149.2	402.2	551.4	2.7	9.3
16	0.72	99.5	153.7	420.1	573.8	2.7	9.6
17	0.74	102.3	222.7	716.3	939.0	3.2	13.9
18	0.76	105.1	231.7	755.4	987.0	3.3	14.5
19	0.78	107.8	238.7	786.7	1,025.4	3.3	14.9
20	0.80	110.6	244.3	814.0	1,058.3	3.3	15.3
21	0.82	113.4	247.7	828.4	1,076.1	3.3	15.5
22	0.84	116.1	262.0	938.9	1,200.9	3.6	16.4
23	0.86	118.9	265.6	958.6	1,224.2	3.6	16.6
24	0.88	121.7	270.1	985.6	1,255.7	3.6	16.9
25	0.90	124.4	275.5	1,027.0	1,302.6	3.7	17.2
26	0.92	127.2	279.5	1,062.5	1,342.0	3.8	17.5
27	0.94	129.9	284.2	1,100.8	1,384.9	3.9	17.8
28	0.96	132.7	287.8	1,138.1	1,425.9	4.0	18.0
29	0.98	135.5	292.0	1,170.7	1,462.8	4.0	18.3
30	1.00	138.2	295.8	1,204.2	1,500.0	4.1	18.5

Número Fases	6		
Reservas Minerales	295.8 Mt		
Toneladas x Fase	49.3 Mt/Fase		
Proyectado (Mt Mineral)		PitShells	Mt Mineral
Fase: 1	49.3	PitShell-8 -->	45.8
Fase: 2	98.6	PitShell-10 -->	112.3
Fase: 3	147.9	PitShell-15 -->	149.2
Fase: 4	197.2	PitShell-17 -->	222.7
Fase: 5	246.5	PitShell-21 -->	247.7
Fase: 6	295.8	PitShell-30 -->	295.8



Planificación de Largo Plazo: Secuencia de fases por DBS



DBS (Direct Block Scheduling) es una herramienta nueva para establecer la secuencia óptima. A diferencia de los SW basados en L-G, que secuencian por precios crecientes de forma atemporal, el DBS considera el valor en el tiempo al aplicar la tasa de descuento del VAN, buscando que los grupos de bloques que más aportan salgan primero.



En lugar de secuenciar fases predefinidas, el DBS evalúa cada bloque individualmente y le asigna un período de extracción (ej., año 1, año 2, etc.) basándose en reglas económicas y de precedencia, con el objetivo de maximizar el Valor Presente Neto (VPN) del proyecto.



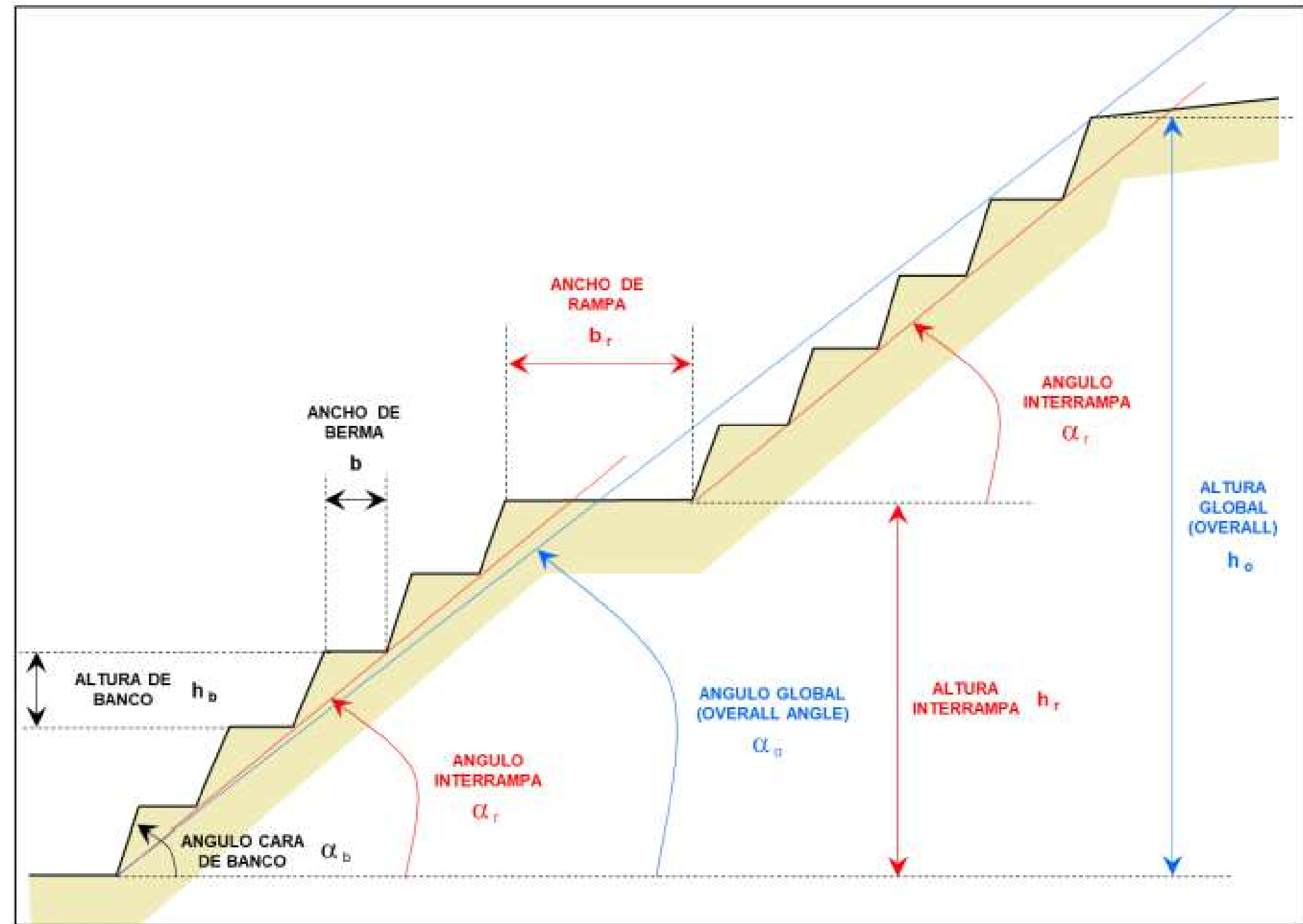
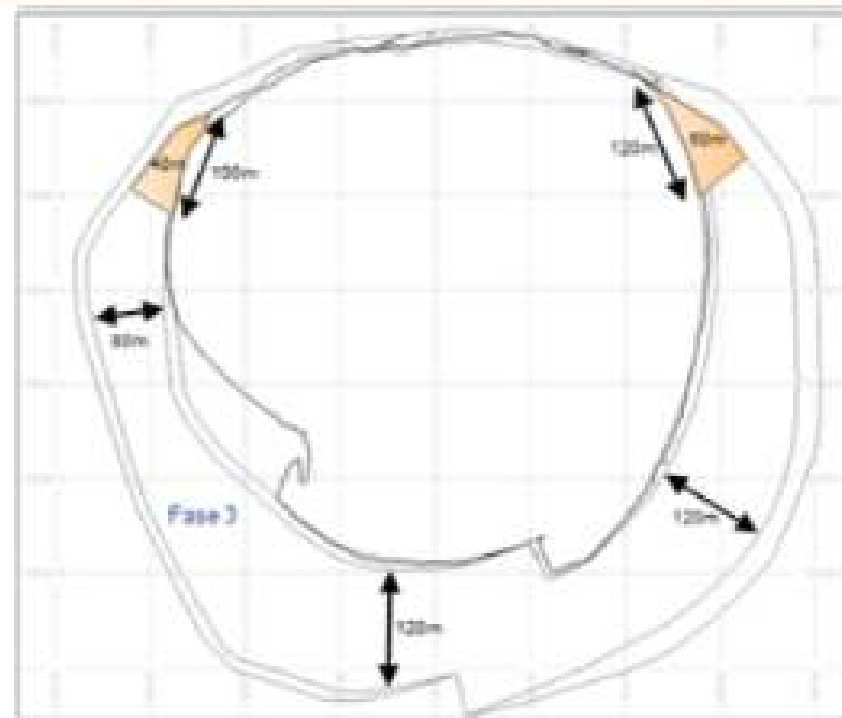
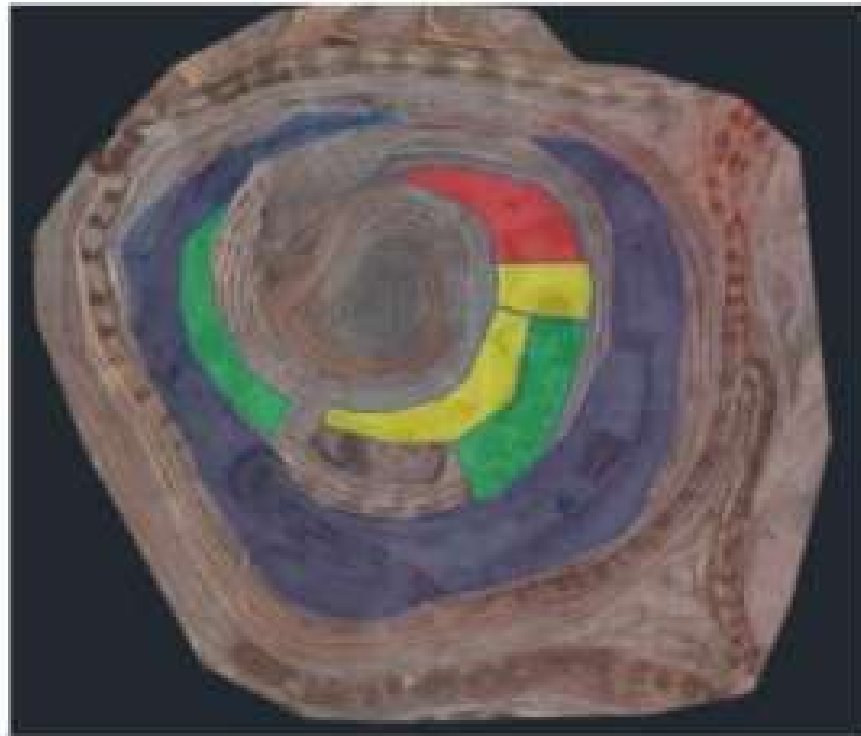
En mi experiencia, en pórfidos de cobre no se aprecia diferencias relevantes en el secuenciamiento, al comparar el método basado en Whittle con DBS. Probablemente, debido a que en este tipo de yacimientos no existen zonas “spot” con leyes significativamente más altas que el promedio del yacimiento. Puede ser en yacimientos auríferos y/o yacimientos polimetálicos.

Planificación de Largo Plazo: Diseño de fases

Los diseños de fases se ejecutan a partir de la secuencia previamente establecida y requiere las siguientes actividades:

- 1 Suavizamiento de conos seleccionados.
- 2 Consideraciones geotécnicas: El diseño requiere cumplir con el IRA y el ángulo cara de banco.
- 3 El ángulo global es la resultante de cumplir los ángulos IRA y cara de banco, además de las rampas que pasan por el sector de la fase.
- 4 Anchos operacionales adecuados para que el carguío cumpla las productividades comprometidas.
- 5 Se proponen los KPIs de Equipos y Procesos (algunos son aspiracionales comparado con los reales pasados, lo que cuando no se cumplen, derivan en atrasos en los desarrollos de la(s) mina(s)
- 6 Estrategia de acceso desde los bancos a superficie. El sistema de rampas idealmente debe generar conexiones entre rampas de fases, de modo de evitar que las rampas sean auto-contenidas en la fase, incrementando la RLM de la fase.

Planificación de Largo Plazo: Diseño de fases



Diseño de Fases: Puntas Estrechhas



Puntas estrechas impiden el acceso de camiones en buenas condiciones de safety, y ubicarse para ser cargados. Esto impacta negativamente en la productividad de la mina

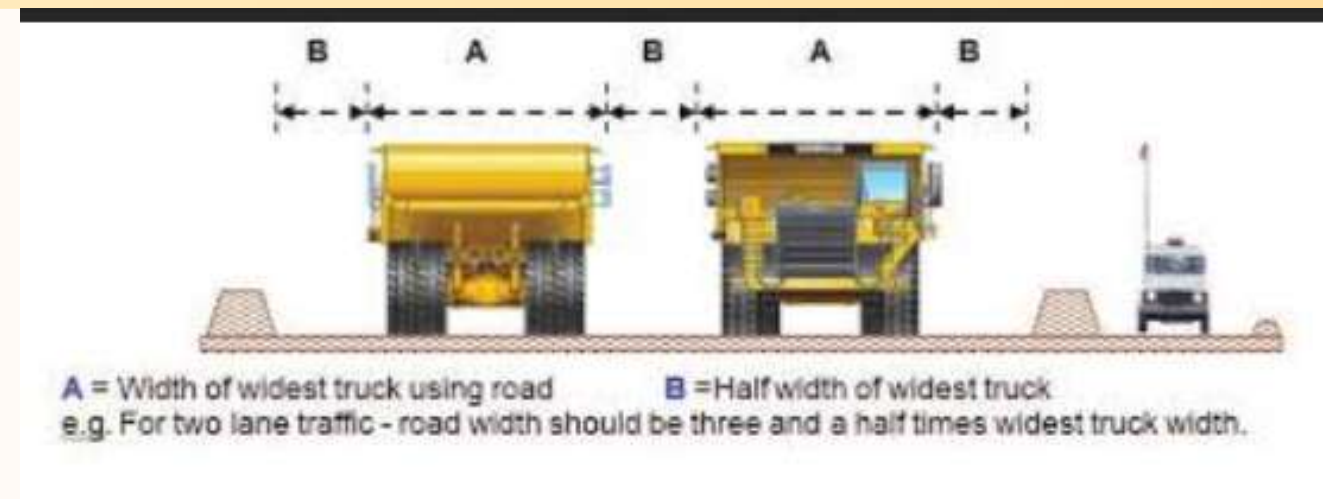
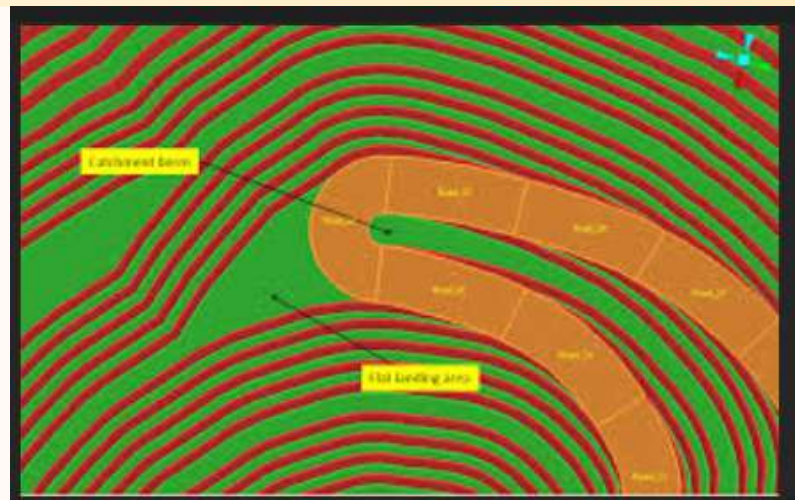
Diseño de Fases: Pérdida de la berma por punta de baja productividad



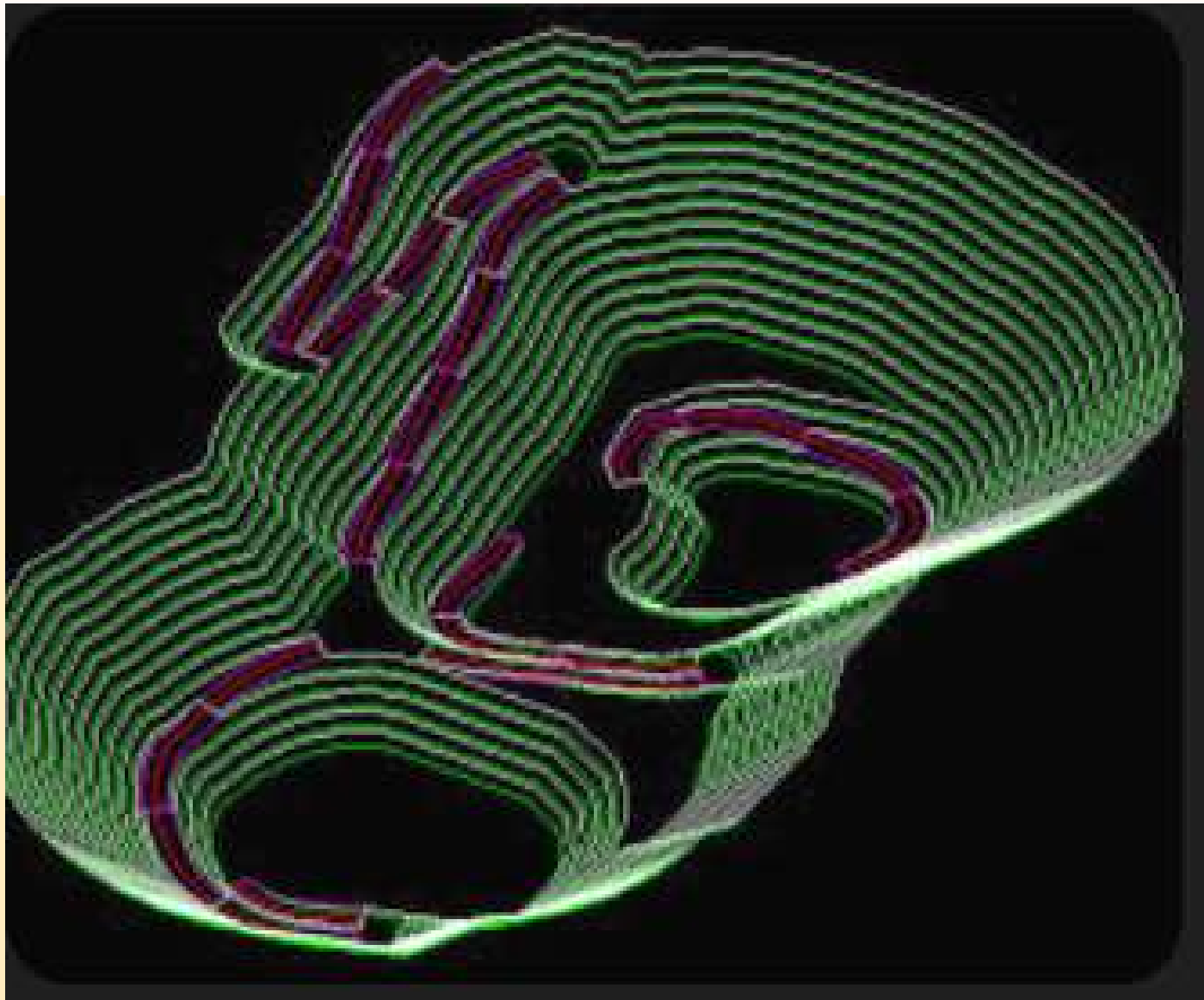
Planificación de Largo Plazo: Diseño de Rampas

Parámetros y consideraciones:

- 1 Ancho de rampa: Está dado por el ancho del camión de transporte seleccionado. Cuando se generan anchos menores se dificulta el flujo de camiones en la rampa, por demoras.
- 2 Switchbacks: Se requiere que dos camiones puedan hacer el giro correctamente, para ellos es clave que el ancho del switchback permita que el camión que está por dentro haga su radio de giro.
- 3 Las pendientes de las rampas en general son de 10%, con algunas excepciones de 12%. Rampa con más pendiente tiene menor cuerda (largo), pero disminuye la velocidad y exige más los componentes.
- 4 La pista debe cumplir con una carpeta de rodado de buena calidad: impacto en costos de neumáticos y velocidad



Planificación de Largo Plazo: Diseño de Rampas



- > La estrategia de salida desde los bancos de las fases es parte importante del diseño. El número de switch-backs que pasan en una pared impacta en la RLM de la fase.
- > La conectividad de rampas entre la fase en desarrollo y las rampas de fases previas es un factor para minimizar riesgos de corte de rampas.
- > La congestión en rampas debe ser evitada, cuando una fase tiene rampa única se puede producir congestión de camiones, impactando negativamente la productividad del conjunto pala-camión.



Leyes de Corte

- **Ley de Corte Crítica:** Es aquella ley que, al enviar la unidad de tonelaje de mineral a proceso, ésta genera beneficio nulo. Es decir, aquella ley que genera ingresos iguales a los costos de minado, procesamiento y comercialización.
- **Ley de Corte Marginal:** En forma simplificada, ésta se calcula con la misma fórmula del cálculo de la ley de corte crítica, pero considerando el costo mina igual a cero. Este concepto sirve para visualizar la existencia de materiales que debiendo ser minados. Por lo general con este concepto se realiza el manejo de stocks.
- **Ley de Corte de Trade-Off:** Se usa para definir qué proceso usar:



- 1: LdC crítica Proc 1.
- 2: Ld C crítica Proc 2.
- 3: Ley de Corte Tradeoff, entre los dos procesos.

Ley de Corte (Lane)



Concepto de Lane: El señor Lane indica que la ley de corte es variable en el tiempo. Que en periodos de altos precios debería subirse la ley de corte  sube la ley media y sube la cantidad de cobre producido.



Otro concepto que plantea es el costo de oportunidad: se puede postergar el envío a Proceso de un bloque de baja ley (por sobre la ley de corte marginal), para que entre un bloque de mayor ley. Así, se mejora el VPN del proyecto. El bloque de baja ley es enviado a stock, para posteriormente ser alimentado a Proceso, cuando las leyes de la mina son más bajas.

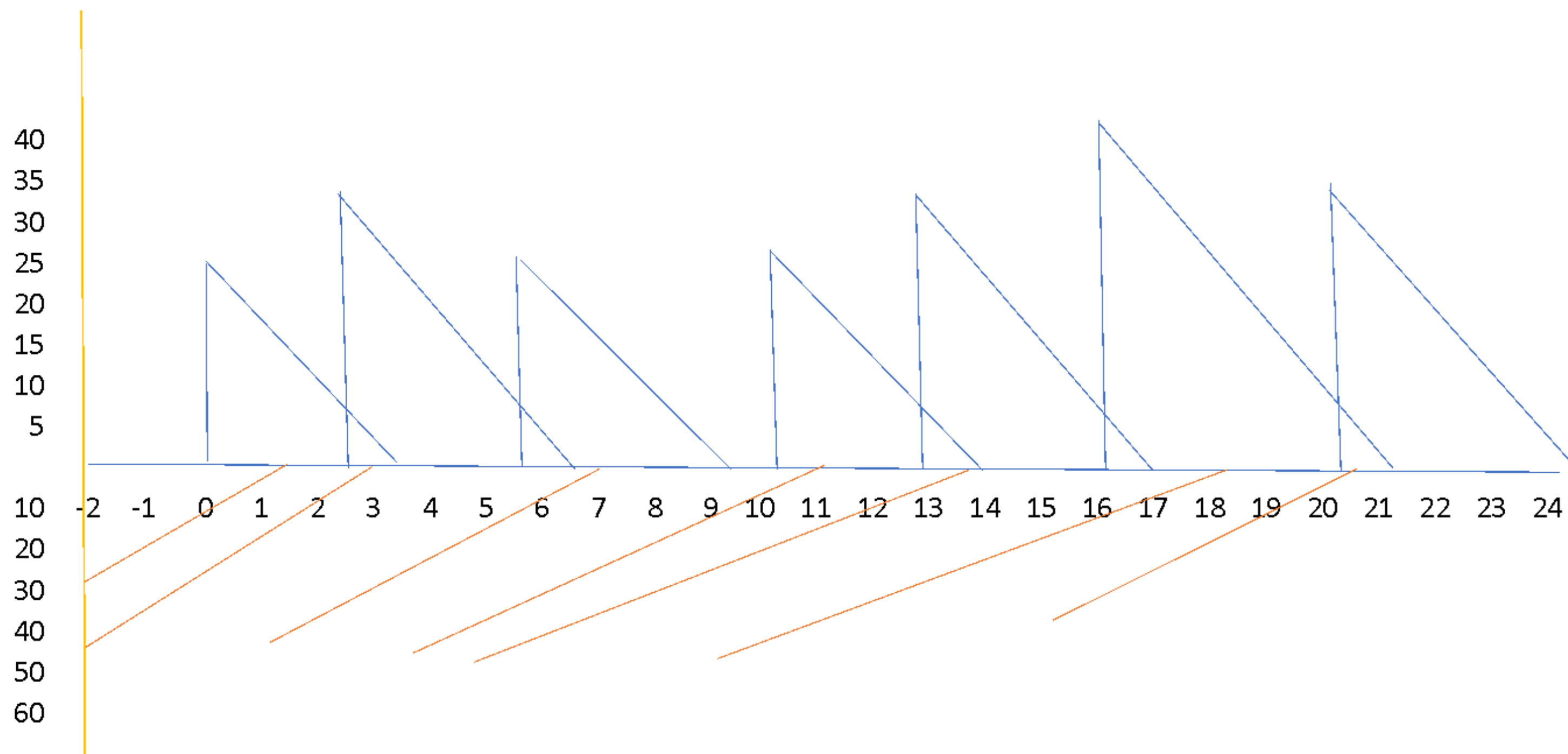


Planificación de Largo Plazo: Plan de Minado y programa de producción (PMP)

El PMP busca la maximización del VAN basado en:

- Determinar tonelajes y leyes de mineral a Proceso, basado en la secuencia de extracción.
- Mantener continuidad de alimentación a las Plantas de Proceso (Serrucho).
- Mantener un Movimiento de materiales estable, en caso de aumentos de extracción mina se requiere que este incremento se mantenga por periodos mínimos razonables.
- Cumplimiento del Desarrollo de la secuencia de fases, previamente analizado.
- Mantener un número de fases por periodo, que permitan una adecuada programación de equipos e infraestructura mina.
- Definición de tamaño de equipos según los requerimientos de extracción mina.
- Tasas de productividad de equipos mina dentro de valores de benchmark, excepciones justificadas.
- Adecuado el manejo de stocks.
- Tasa de Profundización (sinking rate) apropiado para la geometría de fases y capacidades de los equipos mina.

Planificación de Largo Plazo: Inventario y Consumo de Mineral (Serrucho)



Tasa de Profundización de una fase (Sinking rate)



El sinking rate de una fase es la capacidad de avance vertical de una fase en el tiempo. Esta tasa depende de la geometría, tonelaje y capacidad de los equipos de carguío que desarrollan la fase.

El parámetro más común en la planificación de largo plazo es N° de bancos/Año.

En una fase de un rajo abierto se trabaja usualmente en un banco, a veces se puede trabajar en 2 bancos simultáneamente, con algunas dificultades de espacio para la perforación y el transporte.

Por lo anterior, la velocidad de avance vertical de la fase, está definido por el nivel de actividad que se pueda ejecutar.

En general, como regla del dedo se tiene que:



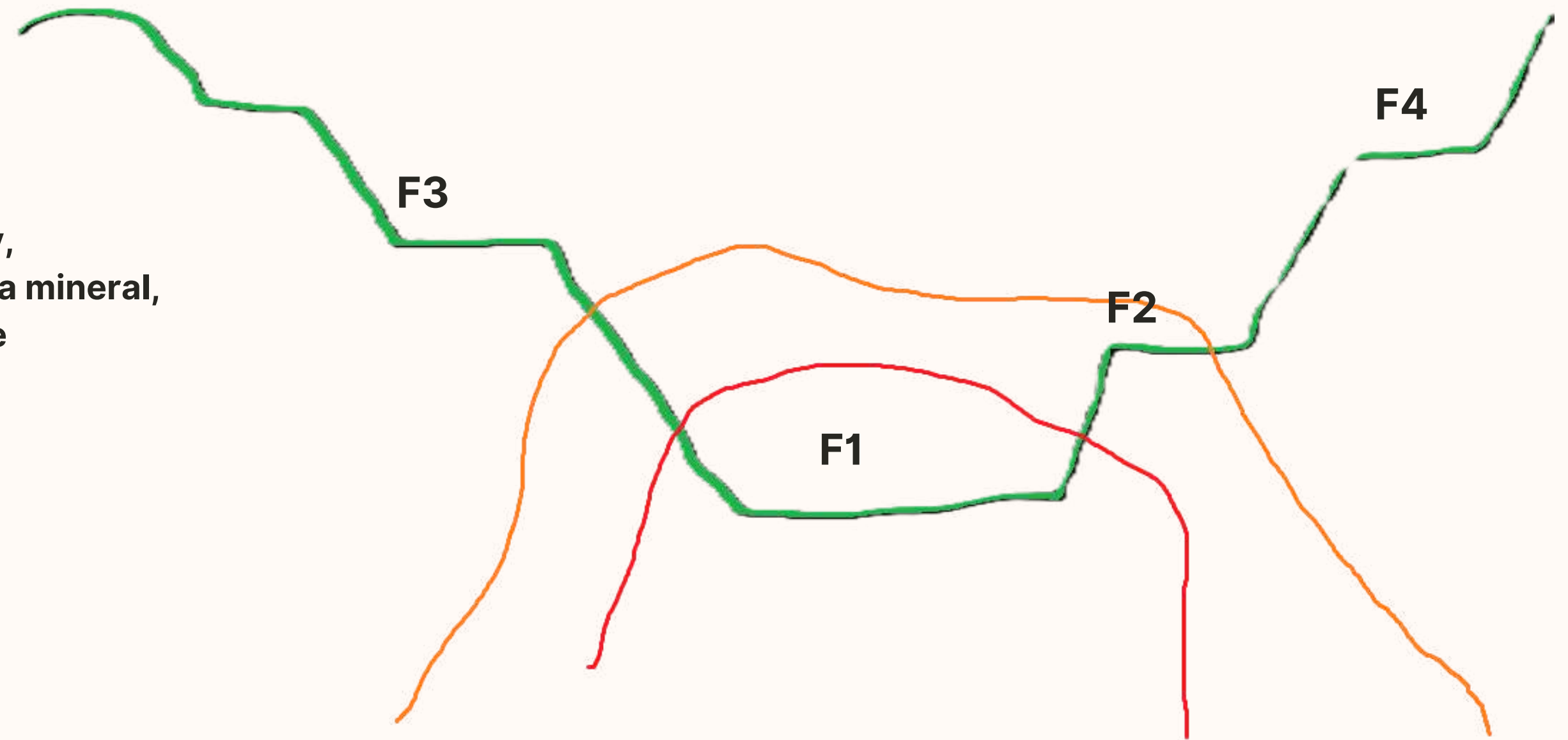
Calificación	N°Bancos/Año
Viable	≤ 8
Exigido	10
Extremo	12



Avance de Fases (sección)

Se observa que hay 4 fases activas:

- F1 rematando en el fondo,
- F2 entrando en mineral de baja ley,
- F3 en desarrollo, cercano a llegar a mineral,
- F4 iniciando el desarrollo de lastre



Plan de Minado y programa de producción (PMP): Calidad del Plan

La calidad del plan se puede cuantificar, verificando:

- 1 Se obtiene el “next best ore”.
- 2 Inventario y Consumo de Minerales con leyes medias alcanzables en el tiempo (serrucho).
- 3 Movimiento de Mina Estable, con incrementos/reducciones anticipadas (El Mov Mats no puede ser con variaciones bruscas, porque si sube en un año o dos se puede resolver con Contratistas, si el movimiento baja los equipos quedan en reserva (sin uso)).
- 4 Soporte razonable de Productividad de Fases
- 5 Sinking Rate alcanzable
- 6 Número de Fases Activas
- 7 Mínima o Nula congestión de Tráfico en rampas activas

Botaderos de Lastre

- Estabilidad geotécnica (Suelo estable, ángulo de talúd final; Altura Total).
- Canales de Contorno (captura de potencial de generación ácida).
- Modulado: Se elaboran módulos con el propósito de sectorizar el Botadero, para optimizar los costos de transporte.
- Diseño de Bermas, taludes altura de capas.
- Monitoreo.

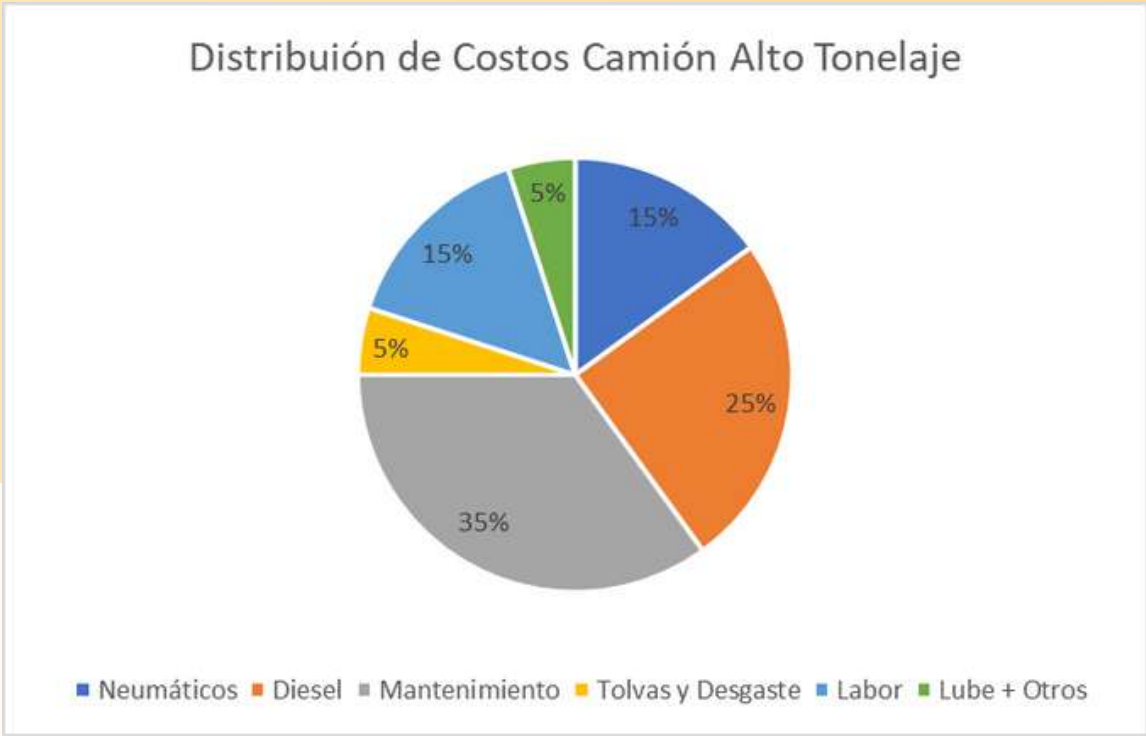
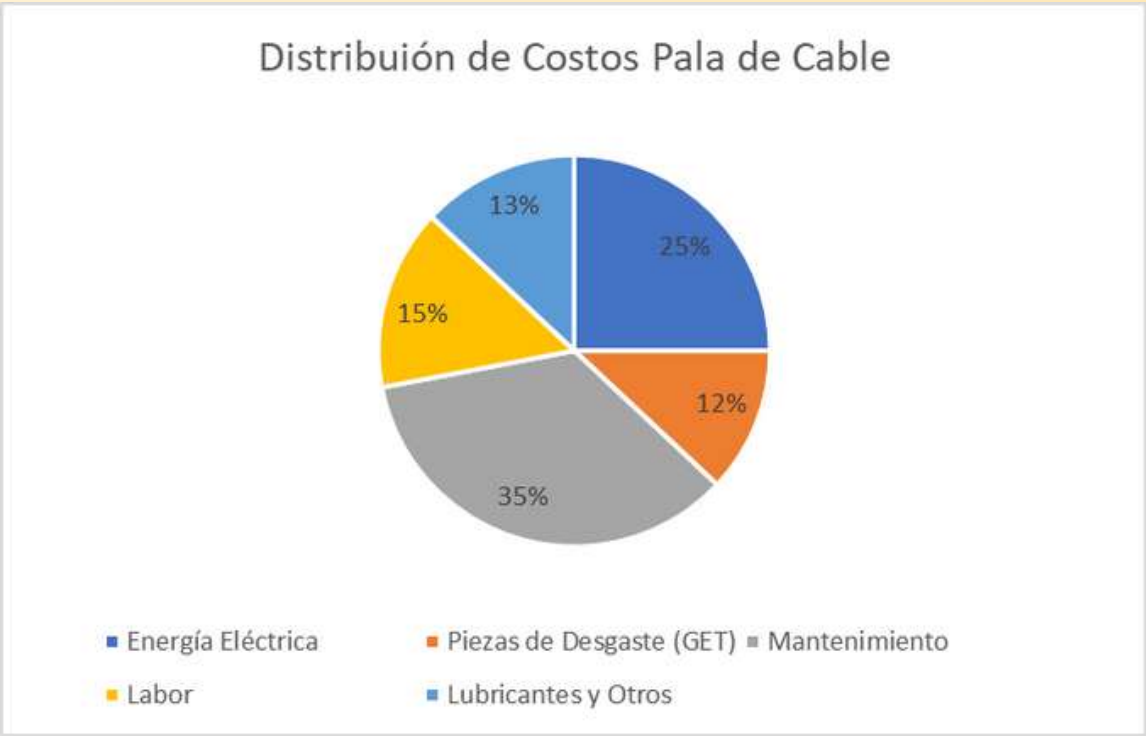


Costeo del Plan

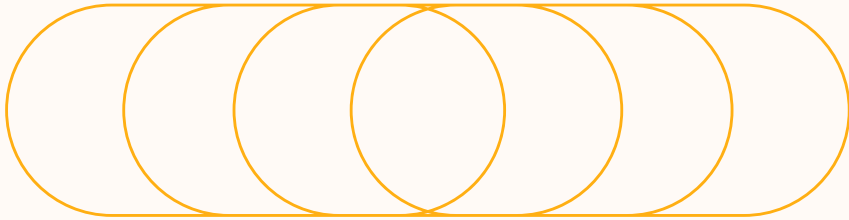
Se efectúa analizando los costos por operaciones unitarias relevantes en todo el proceso:

Mina	Planta Concentradora	Planta Hidro
Perforación	Chancado	Chancado
Carguío	Molienda	Aglomeración
Transporte	Concentración	Apilado
Equipos de Apoyo	Transporte de Pulpas	Lixiviación
G&A	Filtrado Concentrado	Manejo Soluciones
	Manejo Puerto	Extracción Por Solventes
	Relaves/Ripios	Electro-Winning
	G&A	G&A

Estructura de Costos Mina (aproximado):



Oper Unitaria	US\$/t
Perforación	0.18
Tronadura	0.30
Carguío	0.32
Transporte	1.00
Eq Servicio	0.35
G&A	0.25
Total	2.40



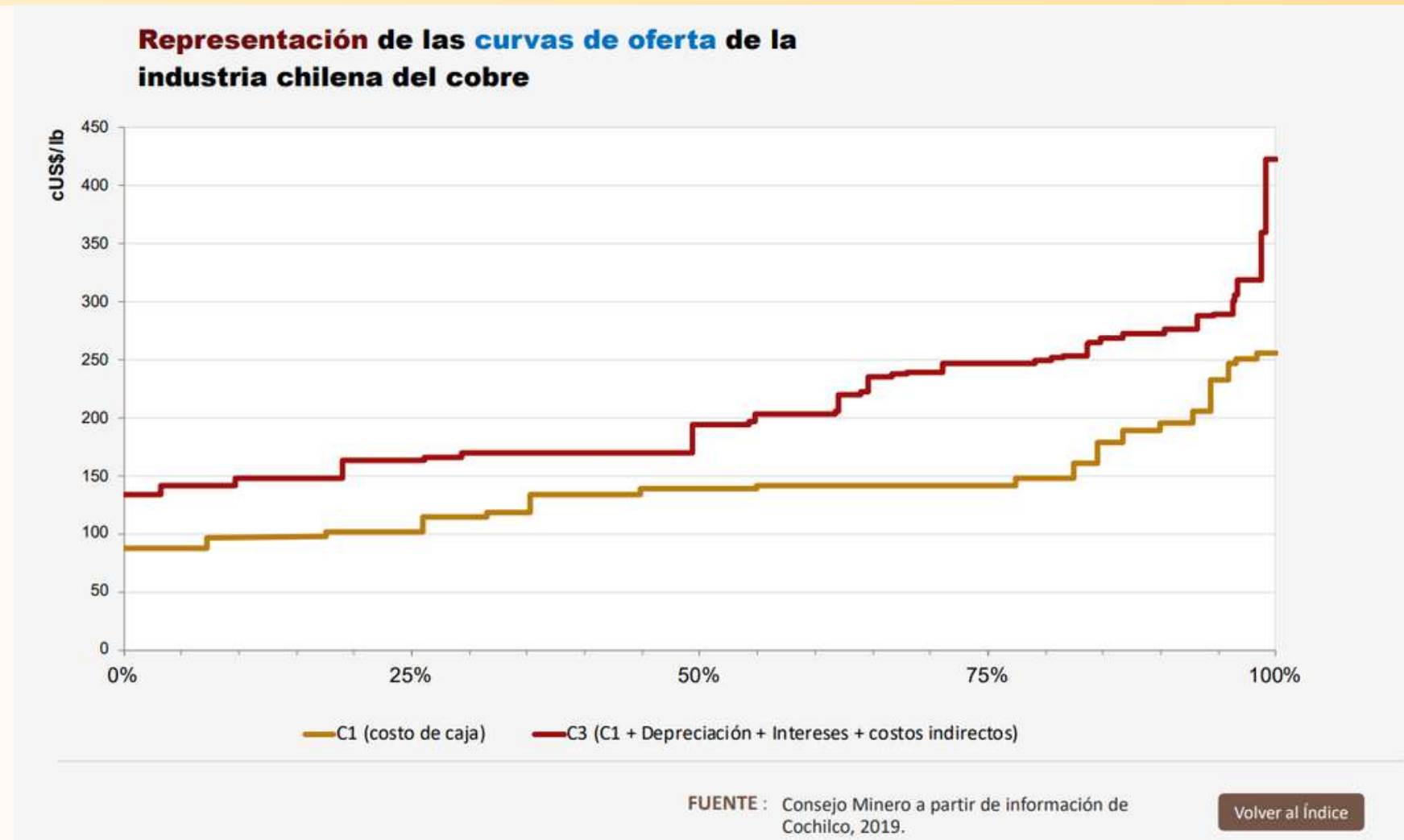
Competitividad en Costos

Costo C1: Son los costos operacionales directos: Mina, Proceso, Transportes; descontando los ingresos por subproductos.

Costo C2: C1 + Capital de Sustaining + Depreciación.

Costo C3: Costos Totales para operar y hacer crecer la Operación: C1 + C2 + Corporativo + Exploraciones.

Para verificar la competitividad de Costos de una Compañía se usan las curvas C1 y C3.



Flotas de Equipos Mina – Compra de Equipos nuevos

La primera actividad es dimensionar el tamaño de las flotas, los cuales están en función del tamaño y geometría de la porción del yacimiento a extraer, así como también de la tasa de extracción requerida.

El número de camiones de transporte depende de la tasa de extracción, pero además de las distancias y pendientes que el camión debe recorrer entre la fuente y el destino del material. Para cuantificar la flota se requiere simular los tiempos de ciclo de transporte.

Los equipos de apoyo
(Auxiliares) se determinan en
función de:

- Bulldozer: los frentes de carguío y botaderos activos, patios de perforación.
- Wheel Dozer, Motoniveladora, Camión Regador: Longitud de rutas de transporte activas.

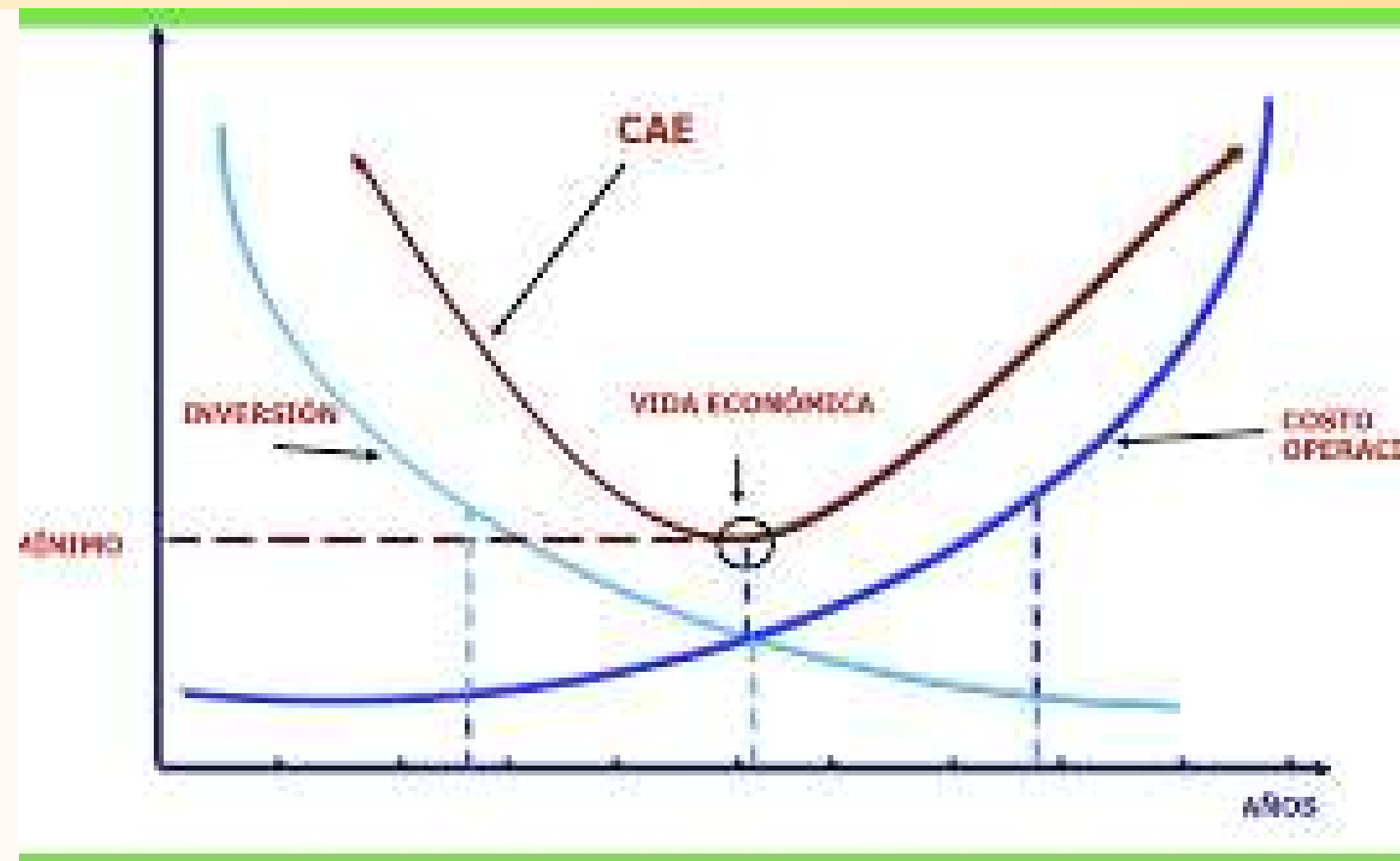
Para calcular los tamaños de
flota se deben considerar los
siguientes parámetros:

- Disponibilidad Física: Es el % de tiempo que el equipo está en condiciones de operar.
- UEBD: Es el % de tiempo en que el equipo está operando en “lo que tiene que hacer”.
- Rendimiento: Es la capacidad instantánea de producción de un equipo.



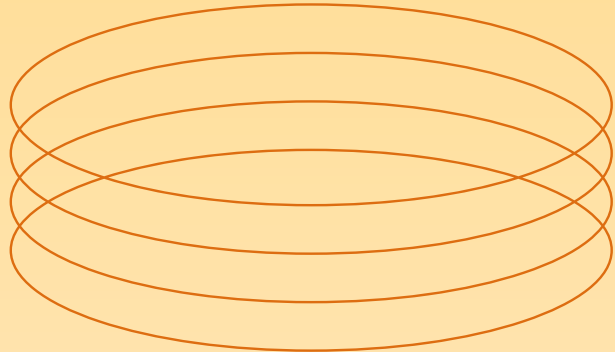
Flotas de Equipos Mina – Reemplazo de equipos

Si bien en la etapa de proyecto se calcula el reemplazo de equipos mina en base a las horas de vida estimadas de benchmark. Cercano a las fechas en que se cumple la vida útil, previo a la decisión se requiere un análisis de Valor Actualizado de Costos (VAC). Se comparan los costos de operación del equipo a reemplazar versus el costo de operación del equipo nuevo. El mayor peso en dichos costos, lo tienen los costos de mantenimiento y el capex del equipo nuevo



Evaluación Económica PMP – Ingresos

- En base al plan de producción de metales se calculan los ingresos por periodo.
- Los ingresos por Concentrado se calculan en base al vector de precio del metal + precio de los sub-productos por el tonelaje y leyes del concentrado de Cobre menos deducciones por impurezas y humedad, menos TC y RC.
- El TC (Treatment Charge) es el costo de fundición y tiene un valor aproximado de 100 US\$/t de Concentrado.
- El RC (Costo de Refinación) es el costo de la refinería que produce un cátodo con pureza de. Su valor aproximado es de 10 cent/libra de cobre.
- Los ingresos asociados a producción de cátodos se calculan con el peso del cátodo x el vector de precio del Cobre, con premios y/o castigos según tabla (Página 47: Calidad de cátodos).



Evaluación Económica PMP

> Gastos Operacionales

Los gastos operacionales se calculan en base a los costos unitarios de cada etapa del proceso, anteriormente vistos.

> Capex

Son las inversiones efectuadas para poner en operación un proyecto Greenfield más las inversiones que se requieren a través del tiempo para mantener la Operación funcionando según los planes (Sustaining capex). Los más relevantes son los reemplazos de equipos mina y los gastos para mantener la infraestructura de procesos (Revisar página 42).

Evaluación Económica PMP: Parámetros relevantes de la Evaluación

- 1 Flujo de Caja Operacional.
- 2 Flujo de Caja: Flujo de Caja Operacional + Capex.
- 3 EBITDA: Ganancias Operacionales (Ingresos - Costos).
- 4 VAN del proyecto: Valor Actualizado Neto de los Flujos de Caja. Se utiliza la tasa de descuento para “traer” los flujos de caja a una fecha determinada. Se usa para valorizar un proyecto minero o un PMP asociado al proyecto o a un plan de negocios . La tasa de descuento normalmente varía entre 8 a 12%.
- 5 TIR: Tasa Interna de Retorno: Es la tasa de descuento que hace el VAN de los Flujos de Caja igual a cero, es decir sirve decidir si se usan los fondos para desarrollar el plan de negocios propuesto o se hace otra cosa con esos fondos (si están disponibles). Si la TIR es menor a las tasa de descuento previamente mencionadas, el proyecto presentaría un valor negativo.
- 6 TRC: Tiempo de Recuperación del capital: Es el tiempo en que un proyecto recupera la inversión.



GRACIAS

