

Taller de planificación minera 2015

Planificación a Cielo Abierto DOPPLER

Expositor: Gonzalo Nelis



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

Contenido

- Presentación
- Características
 1. Manejo de modelos de bloques
 2. Cálculo de precedencias
 3. Metodología tradicional de planificación
 4. BOS2M
- Próximas Características



Delphos Open Pit Planner DOPPLER

- Es la herramienta de planificación minera a cielo abierto desarrollada en Delphos.
- Su **objetivo** es asistir al planificador en la toma de decisiones para **maximizar el valor del negocio**.



fcfm

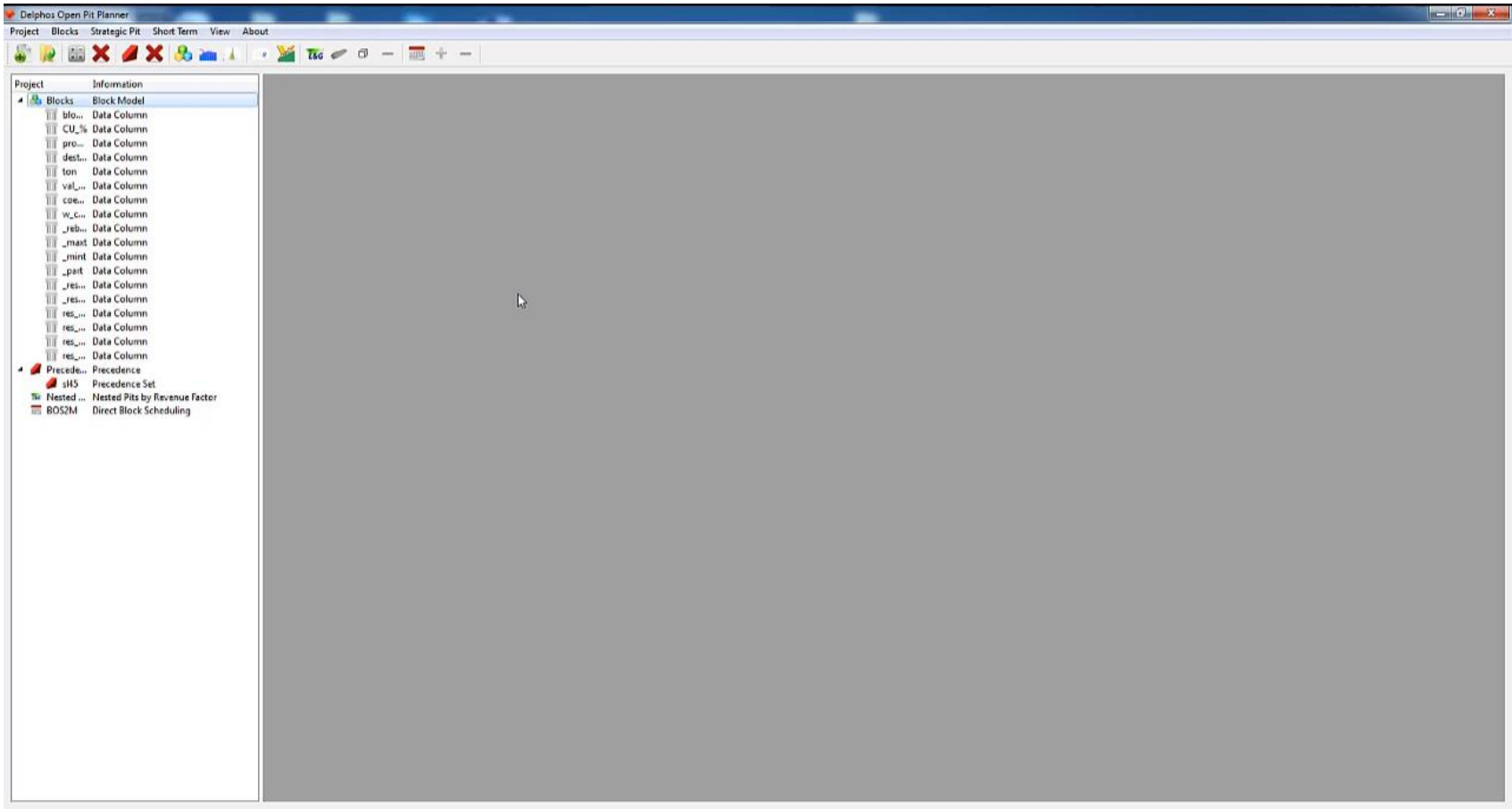
Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

DOPPLER



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

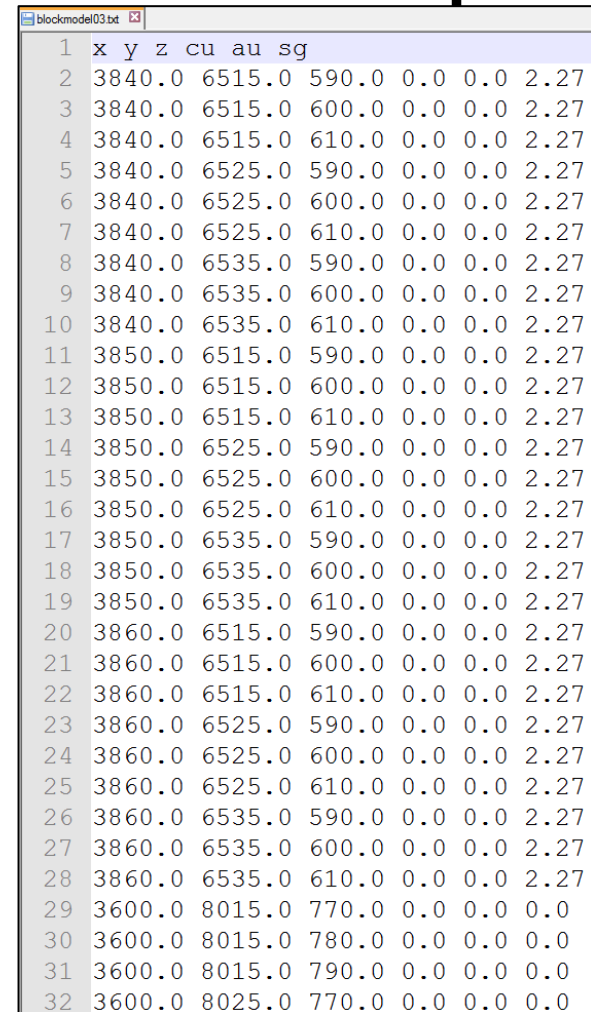
¿Qué hace DOPPLER?

- Existen 4 módulos principales:
 1. Manejo y visualización de modelos de bloques
 2. Cálculo de precedencias.
 3. Metodología tradicional de planificación.
 4. BOS2M: Secuenciamiento directo de bloques.



1. Manejo de Modelos de bloques

- DOPPLER trabaja con modelos de bloques como archivo de texto plano.
- Lee las variables tal como vienen en el archivo.



	x	y	z	cu	au	sg
1						
2	3840.0	6515.0	590.0	0.0	0.0	2.27
3	3840.0	6515.0	600.0	0.0	0.0	2.27
4	3840.0	6515.0	610.0	0.0	0.0	2.27
5	3840.0	6525.0	590.0	0.0	0.0	2.27
6	3840.0	6525.0	600.0	0.0	0.0	2.27
7	3840.0	6525.0	610.0	0.0	0.0	2.27
8	3840.0	6535.0	590.0	0.0	0.0	2.27
9	3840.0	6535.0	600.0	0.0	0.0	2.27
10	3840.0	6535.0	610.0	0.0	0.0	2.27
11	3850.0	6515.0	590.0	0.0	0.0	2.27
12	3850.0	6515.0	600.0	0.0	0.0	2.27
13	3850.0	6515.0	610.0	0.0	0.0	2.27
14	3850.0	6525.0	590.0	0.0	0.0	2.27
15	3850.0	6525.0	600.0	0.0	0.0	2.27
16	3850.0	6525.0	610.0	0.0	0.0	2.27
17	3850.0	6535.0	590.0	0.0	0.0	2.27
18	3850.0	6535.0	600.0	0.0	0.0	2.27
19	3850.0	6535.0	610.0	0.0	0.0	2.27
20	3860.0	6515.0	590.0	0.0	0.0	2.27
21	3860.0	6515.0	600.0	0.0	0.0	2.27
22	3860.0	6515.0	610.0	0.0	0.0	2.27
23	3860.0	6525.0	590.0	0.0	0.0	2.27
24	3860.0	6525.0	600.0	0.0	0.0	2.27
25	3860.0	6525.0	610.0	0.0	0.0	2.27
26	3860.0	6535.0	590.0	0.0	0.0	2.27
27	3860.0	6535.0	600.0	0.0	0.0	2.27
28	3860.0	6535.0	610.0	0.0	0.0	2.27
29	3600.0	8015.0	770.0	0.0	0.0	0.0
30	3600.0	8015.0	780.0	0.0	0.0	0.0
31	3600.0	8015.0	790.0	0.0	0.0	0.0
32	3600.0	8025.0	770.0	0.0	0.0	0.0



1. Manejo de Modelos de bloques

The screenshot shows a software application window with a menu bar (Project, Blocks, Strategic Pit, Short term, view, About) and a toolbar. On the left is a project tree with the following structure:

- Project
 - Blocks
 - Block Model
 - cu Data Column
 - au Data Column
 - sg Data Column
 - Precede... Precedence
 - Nested ... Nested Pits by Revenue Factor
 - BOS2M Direct Block Scheduling

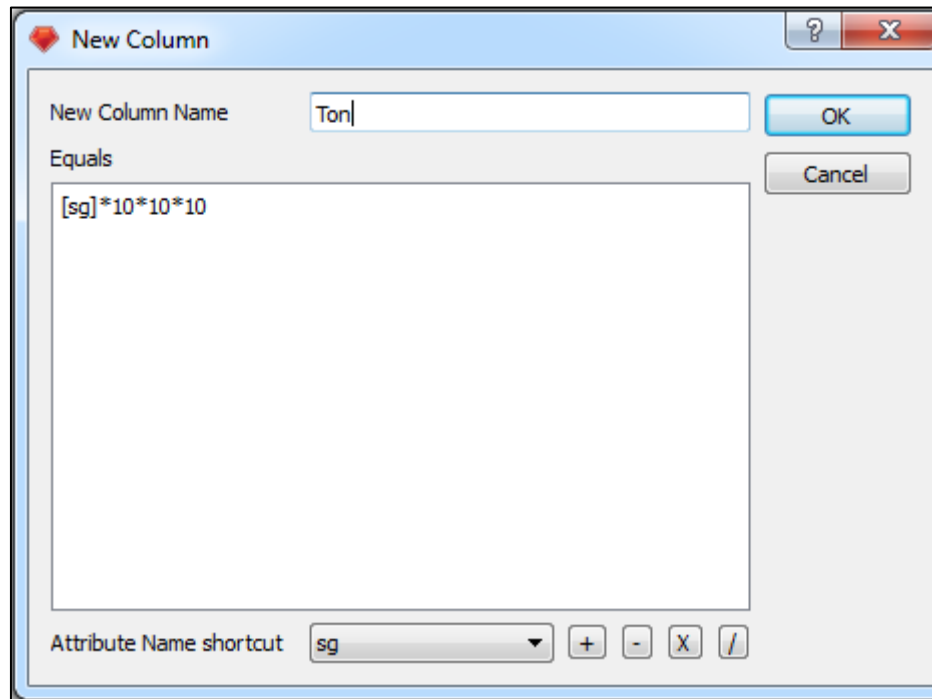
The main area displays a table with the following data:

	x	y	z	cu	au	sg	All
1	3840.00	6515.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00
2	3840.00	6515.00	600.00	0.00	0.00	2.27	1.00
3	3840.00	6515.00	610.00	0.00	0.00	2.27	1.00
4	3840.00	6525.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00
5	3840.00	6525.00	600.00	0.00	0.00	2.27	1.00
6	3840.00	6525.00	610.00	0.00	0.00	2.27	1.00
7	3840.00	6535.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00
8	3840.00	6535.00	600.00	0.00	0.00	2.27	1.00
9	3840.00	6535.00	610.00	0.00	0.00	2.27	1.00
10	3850.00	6515.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00
11	3850.00	6515.00	600.00	0.00	0.00	2.27	1.00
12	3850.00	6515.00	610.00	0.00	0.00	2.27	1.00
13	3850.00	6525.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00



1. Manejo de Modelos de bloques

- Se pueden hacer cálculos simples dentro del modelo:



1. Manejo de Modelos de bloques

- Se pueden hacer cálculos simples dentro del modelo:

Project	Information		x	y	z	cu	au	sg	All	Ton
Blocks	Block Model	1	3840.00	6515.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
cu	Data Column	2	3840.00	6515.00	600.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
au	Data Column	3	3840.00	6515.00	610.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
sg	Data Column	4	3840.00	6525.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
Ton	Computed Column	5	3840.00	6525.00	600.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
Precede...	Precedence	6	3840.00	6525.00	610.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
Nested ...	Nested Pits by Revenue Factor	7	3840.00	6535.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
BOS2M	Direct Block Scheduling	8	3840.00	6535.00	600.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
		9	3840.00	6535.00	610.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
		10	3850.00	6515.00	590.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
		11	3850.00	6515.00	600.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00
		12	3850.00	6515.00	610.00	0.00	0.00	2.27	1.00	2270.00



2. Cálculo de precedencias

- DOPPLER incorpora cálculo de precedencias por ángulo de talud:
 - Globales
 - Por Tipo de roca/Zona
 - Por Rosetta



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

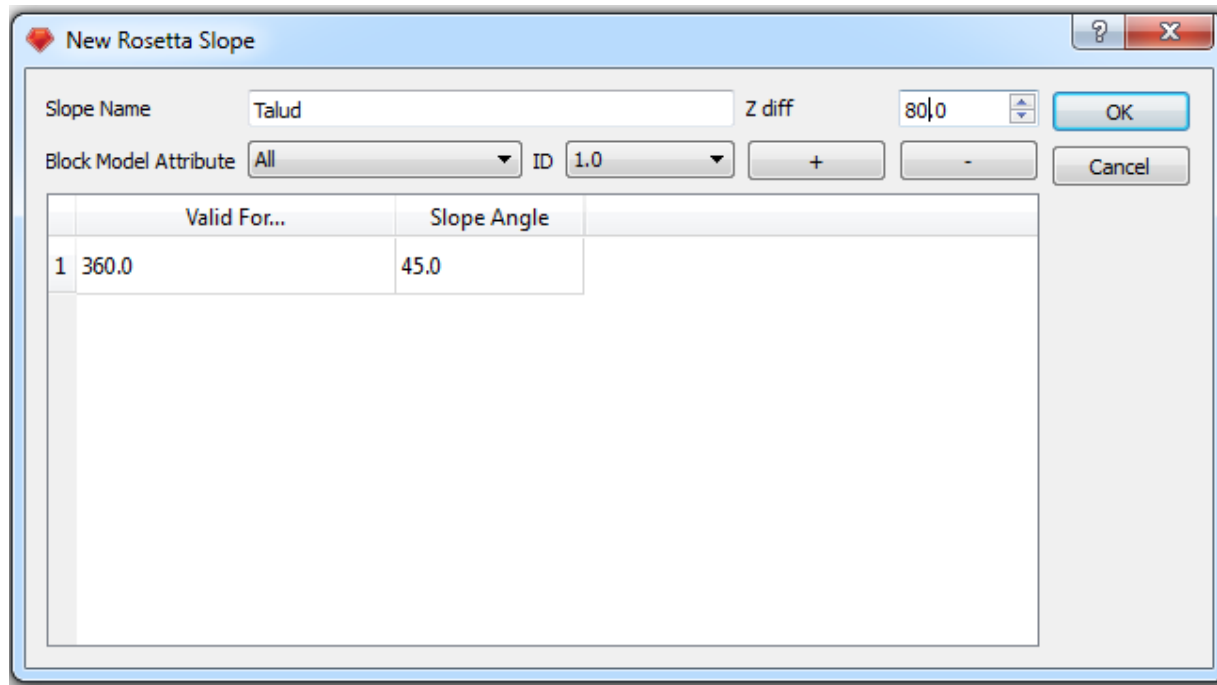


DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

2. Cálculo de precedencias

- DOPPLER incorpora cálculo de precedencias por ángulo de talud:



	Valid For..	Slope Angle
1	360.0	45.0



3. Metodología Tradicional

- DOPPLER incorpora el cálculo de pits anidados:

erties

me
ested Pits 0

Type
Nested Pits Instance

Nested Pits Parameters

Mine Cost

Revenue Factor From: 0.40
Revenue Factor To: 1.00
Step: 0.020

Tonnage Attribute: ton
Save Block Values as (Prefix): value
Save Pits as (Prefix): npit
Use precedence set: sl45

Valuation Parameters

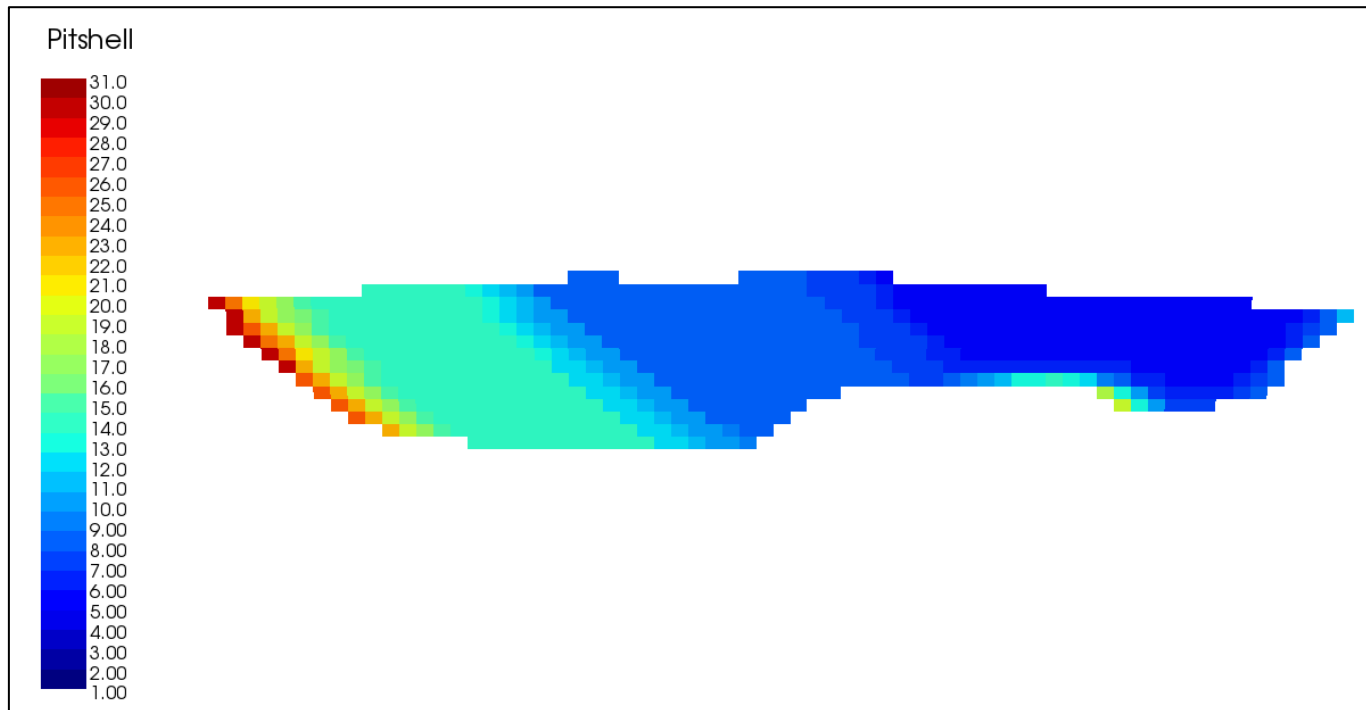
	Price	Factor	Recovery	Sell Cost	Processing Cost	Grade
1	2.1	2204.6	0.85	0.3	8	CU_%
2	1000	$35274/10^6$	0.9	20	8	AU

Add Material
Remove Material
-> Copy Row



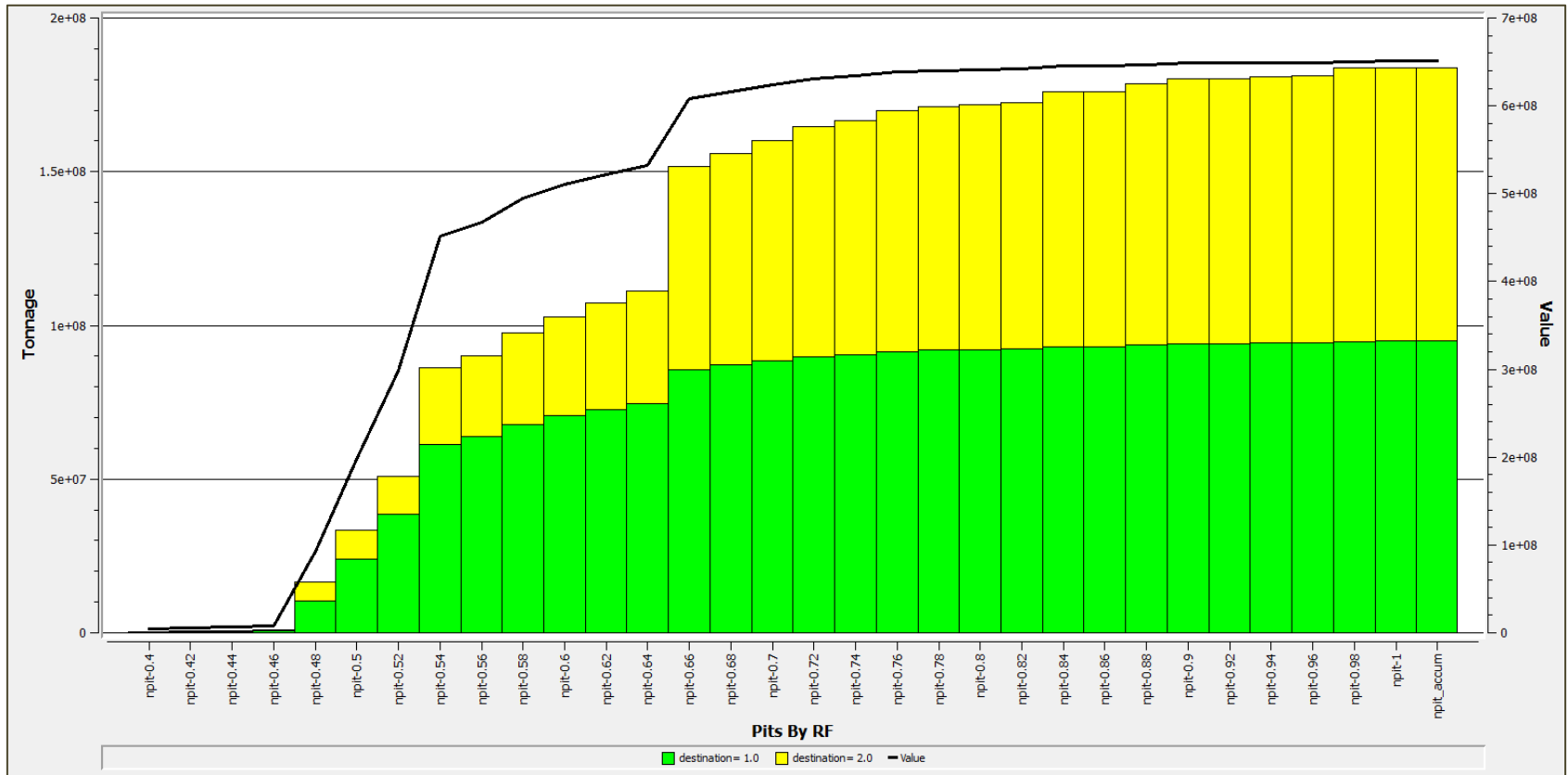
3. Metodología Tradicional

- DOPPLER incorpora el cálculo de pits anidados:



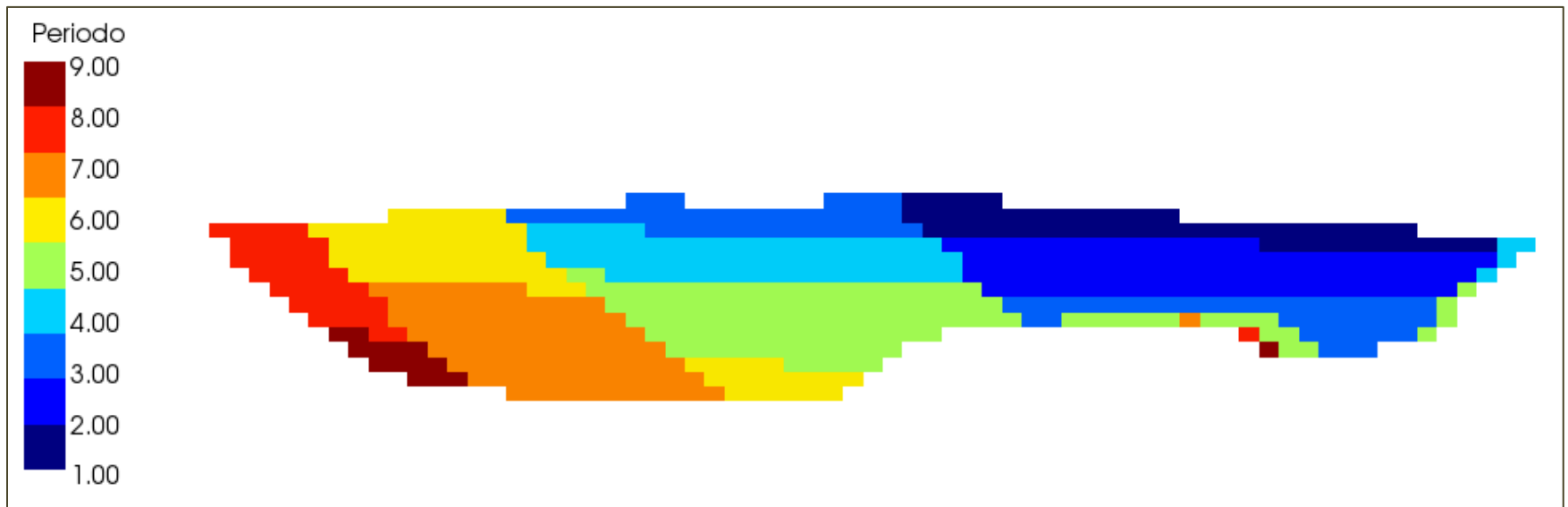
3. Metodología Tradicional

- DOPPLER incorpora el cálculo de pits anidados:



3. Metodología Tradicional

- Y también el cálculo de planes de producción por best, worst y specified case:



4. BOS2M

Blending **O**ptimization **S**equencing and
Scheduling **M**ulti-destination

- DOPPLER incorpora las capacidades de BOS2M, un **agendador directo de bloques**.



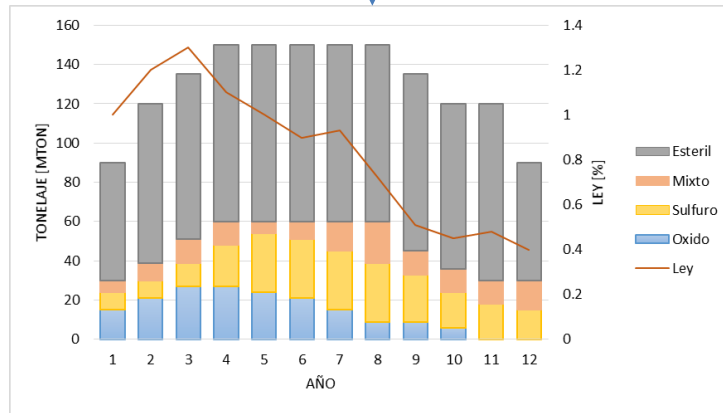
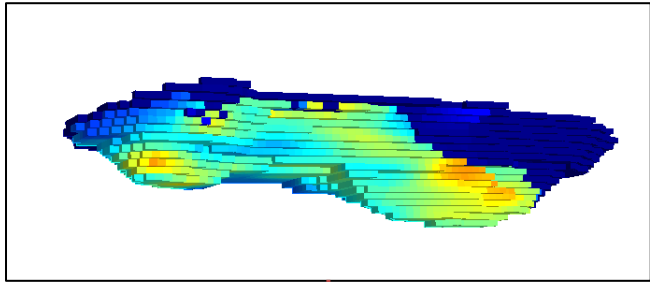
fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

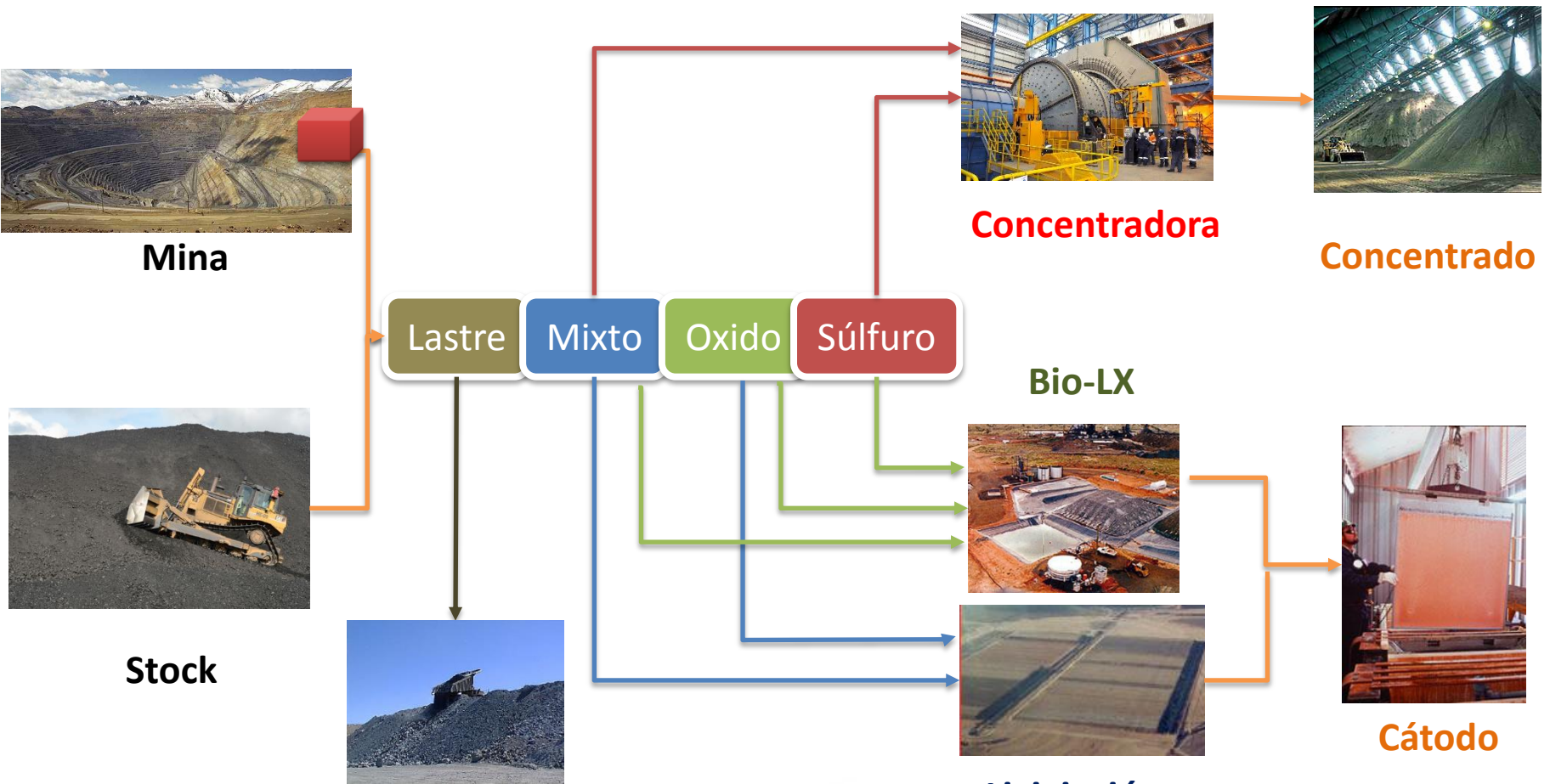


4. BOS2M

- BOS2M elije, para cada bloque:
 - Periodo de extracción (¿Cuándo?)
 - **Destino (entre varias alternativas posibles)**
- Sujeto a restricciones de:
 - Capacidad
 - **Mezcla**
 - Talud
- Con el objetivo de:
 - **Maximizar el VAN/Finos o minimizar costos**



4. BOS2M

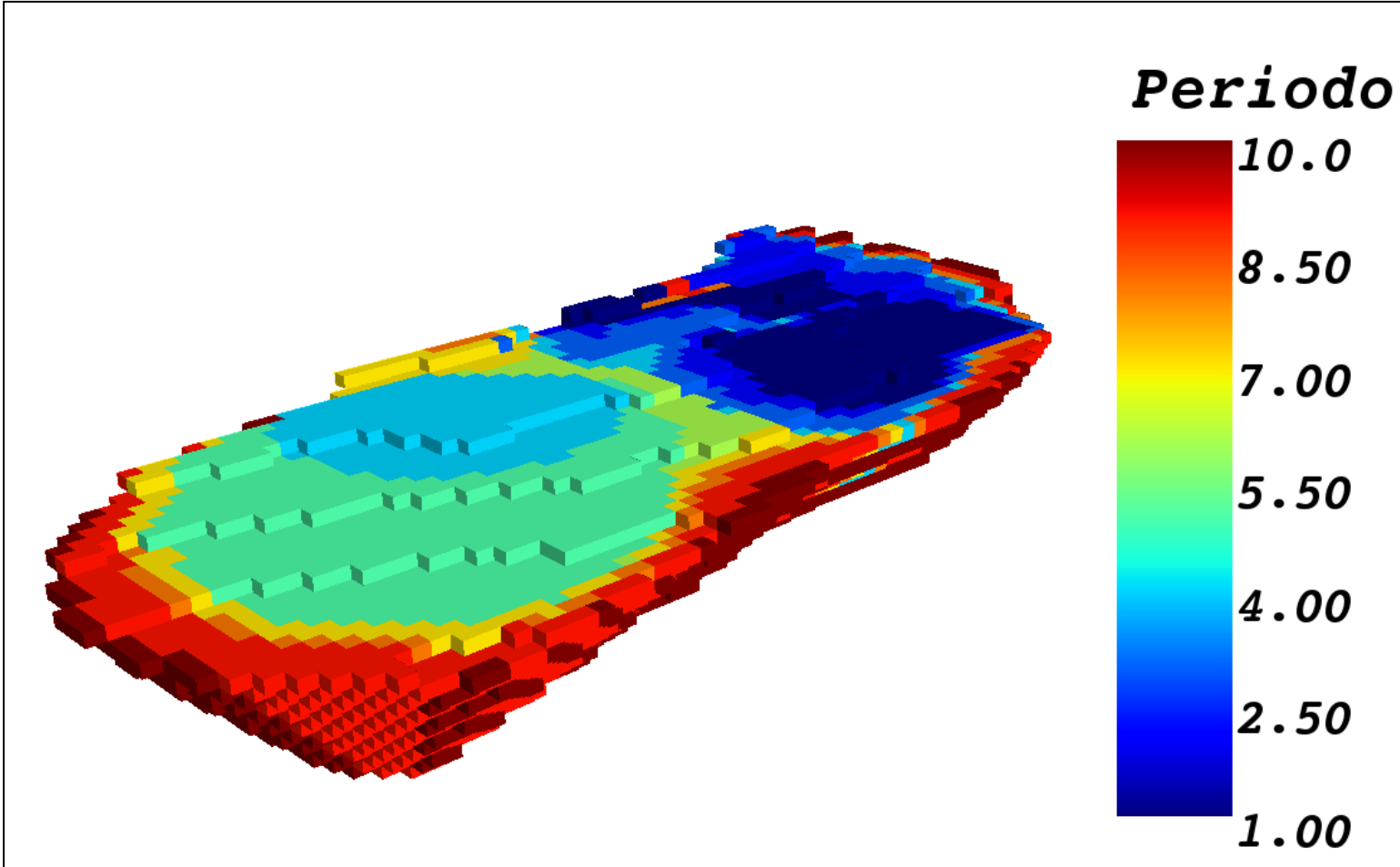


4. BOS2M

- **Blending:**
 - Respeta leyes máximas y mínimas en cada proceso
 - Contenido de contaminantes u otros elementos
- **Capacidad**
 - Respeta las capacidades de cada proceso, y de cada nodo.
- **Determina la ley de corte óptima de cada proceso.**



4. BOS2M



4. BOS2M (ejemplo 1)

- Pórfido de cobre
- Trimestre (13+ semanas)
- 10,000 bloques aprox.
- Capacidad Mina= 220 Ktpd, Capacidad de proceso= 50 Ktpd
- 2 Stocks (OX & SUL)
- Restricciones geometalúrgicas (mezcla):

Period	Days	Campaign	LIMITS					
			Mine (Kt)	Plant (Kt)	Clacid (Kg/t)	CO3 (%)	F_Geomet (%)	Blend (%)
1	14	Sulphides	3,080	700	0.8	1.2	20	25
2	14	Sulphides	3,080	700	0.8	1.2	20	25
3	14	Sulphides	3,080	700	0.8	1.2	20	25
4	14	Sulphides	3,080	700	0.8	1.2	20	25
5	14	Sulphides	3,080	700	0.8	1.2	20	25
6	7	Sulphides	1,540	350	0.8	1.2	20	25
7	14	Oxides	3,080	700	-	1.2	20	25
8	1	Oxides	220	50	-	1.2	20	25



4. BOS2M (ejemplo 1)

Caso Base

Origen	Periodo								Total Cobre Fino [t]
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Mina	12,621	18,795	14,136	12,653	10,382	8,295	5,305	647	82,634
Stock Sulfuros	-	-	2,446	1,266	825	408	-	-	4,945
Stock Óxidos	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total Cobre Fino [t]	12,621	18,795	16,582	13,919	11,207	8,703	5,305	647	87,779

Resultado BOS2M

Origen	Periodo								Total Cobre Fino [t]
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Mina	6.613	16.784	19.124	21.714	19.298	9.910	15.861	1.011	110.316
Stock Sulfuros	3.468	323	0	0	0	0	0	0	3.790
Stock Óxidos	0	0	0	0	0	0	37	0	37
Total Cobre Fino [t]	10.081	17.106	19.124	21.714	19.298	9.910	15.898	1.011	114.143

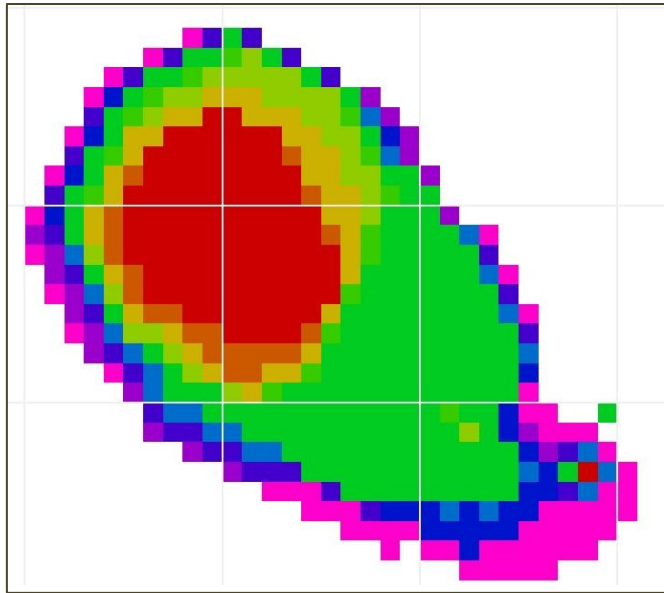
Resultado Manual *guiado* con BOS2M

Origen	Periodo								Total Cobre Fino [t]
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Mina	8,218	12,978	16,846	20,785	19,843	7,698	11,324	1,195	88,886
Stock Sulfuros	482	-	-	509	-	-	-	-	991
Stock Óxidos	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total Cobre Fino [t]	8,701	12,978	16,846	21,293	19,843	7,698	11,324	1,195	99,877

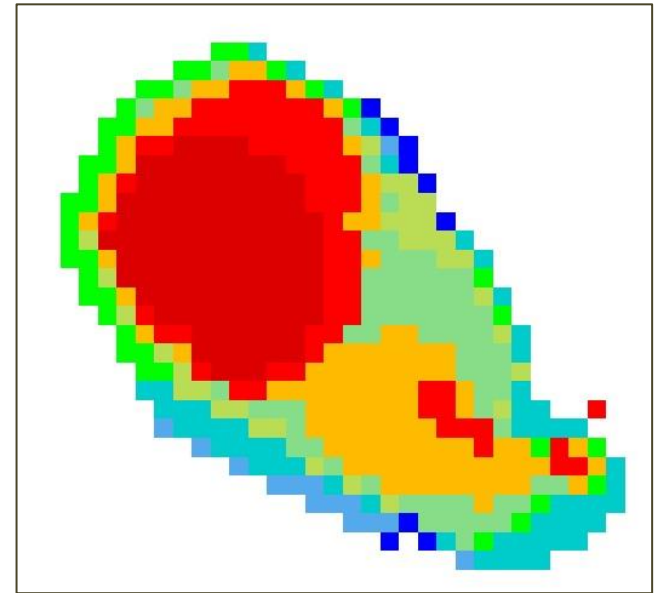
4. BOS2M (ejemplo 2)

Solución

Whittle



BOS2M



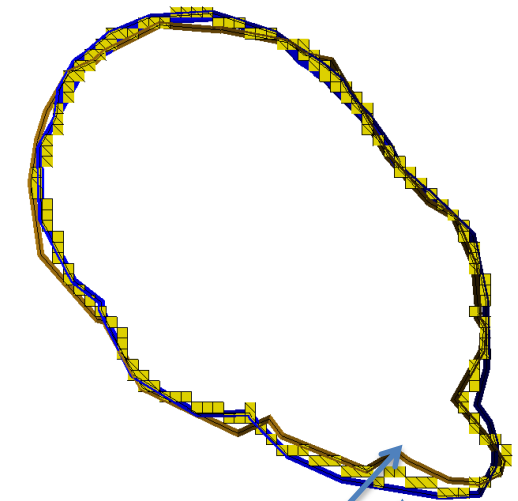
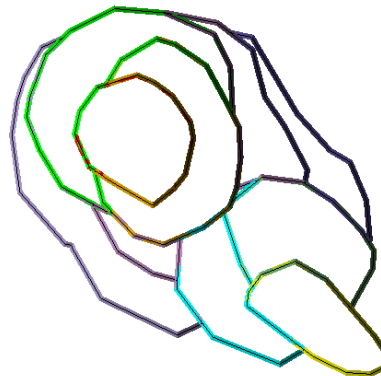
4. BOS2M (ejemplo 2)

Fases Operativas

- **Whittle:**
 - 19 pits anidados.
 - 11 fases.



- **BOS2M:**
 - 11 Periodos
 - 9 Fases.



Diseño final
BOS2M

Diseño final LG

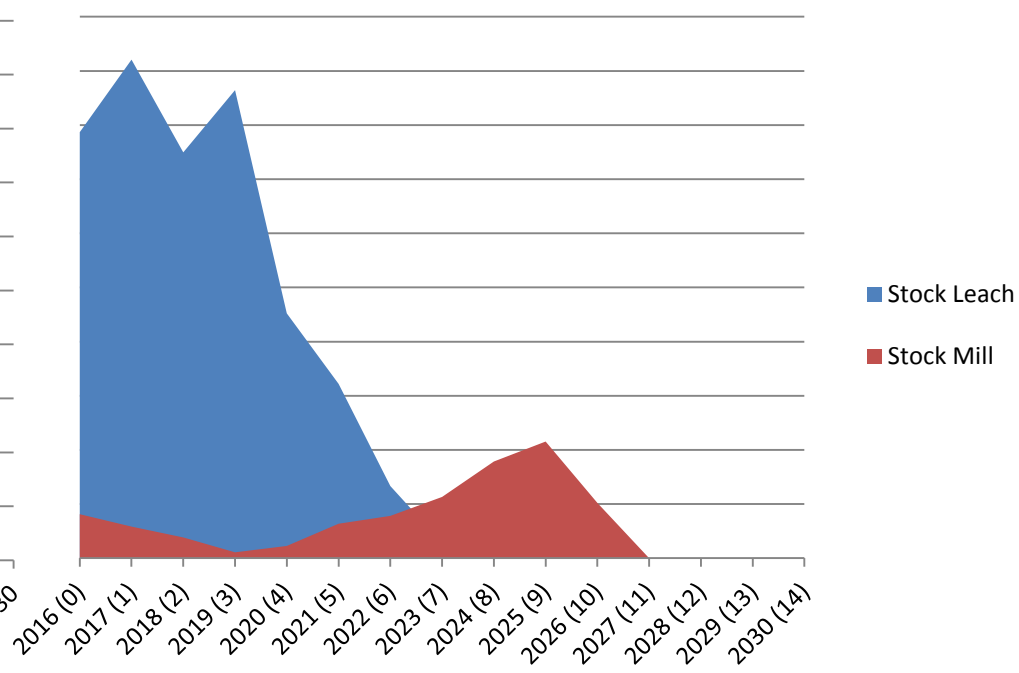
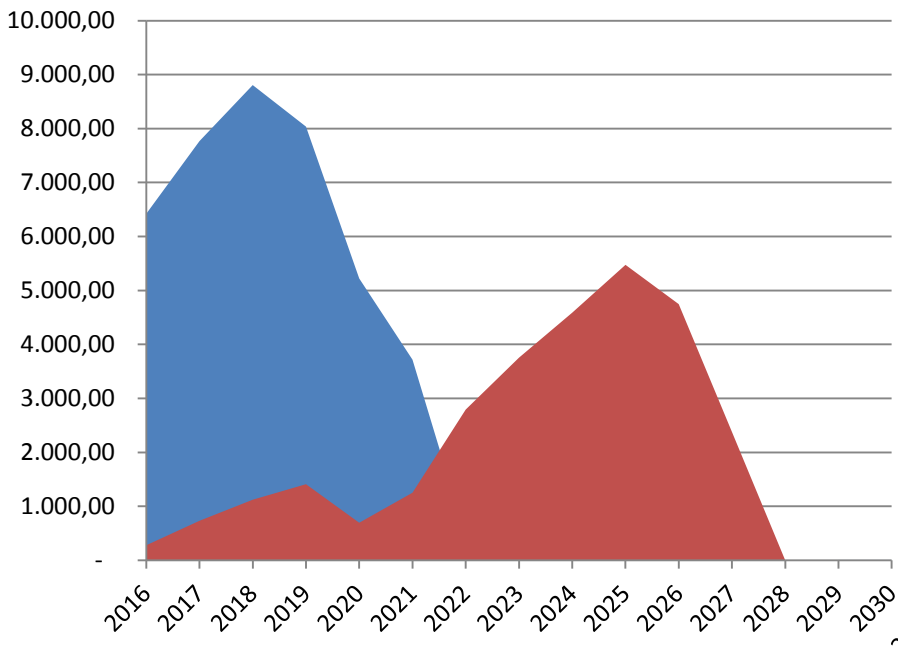


4. BOS2M (ejemplo 2)

Uso de Stocks

Whittle

BOS2M

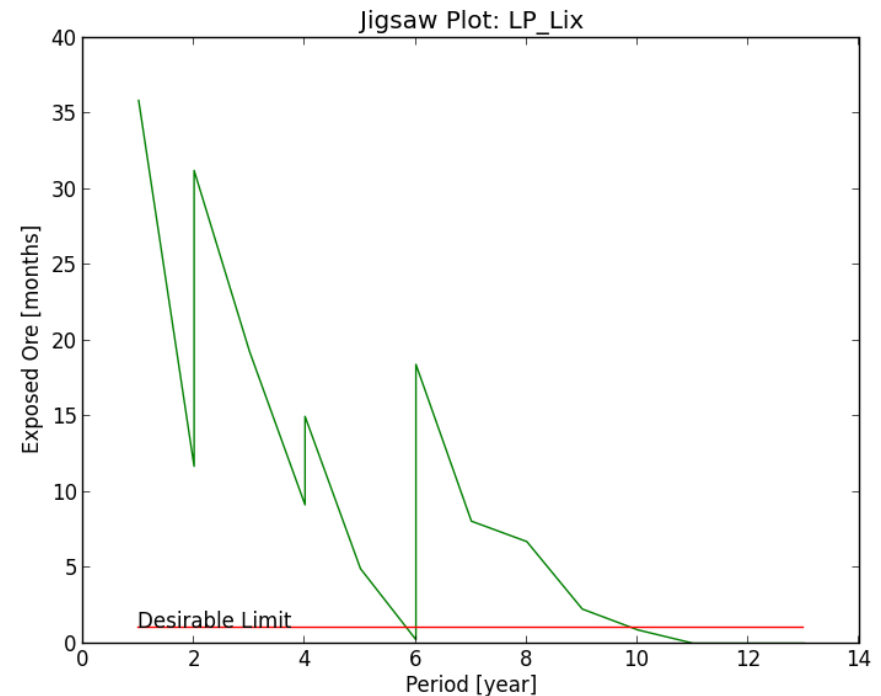
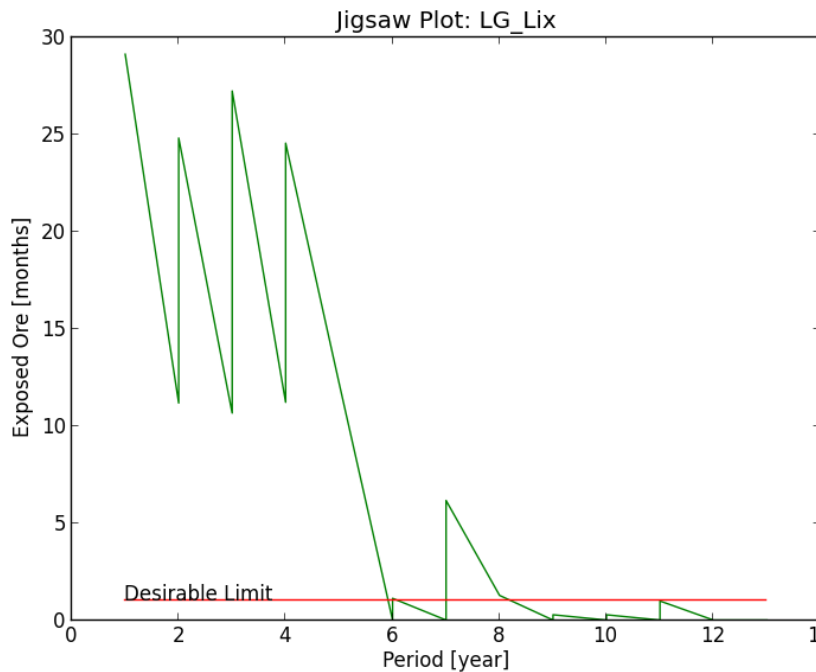


4. BOS2M (ejemplo 2)

Mineral Expuesto

Whittle

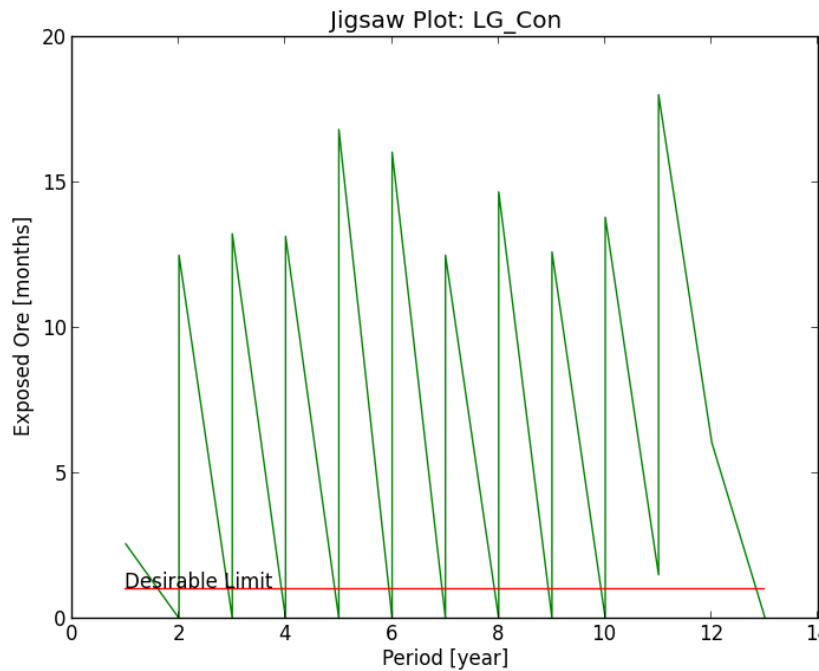
BOS2M



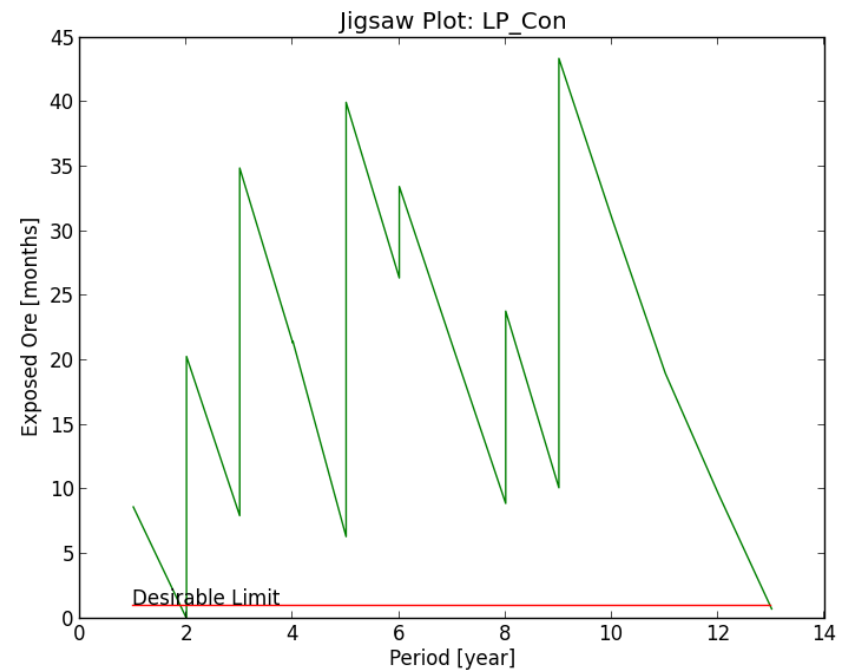
4. BOS2M (ejemplo 2)

Mineral Expuesto

Whittle



BOS2M



4. BOS2M (ejemplo 2)

Indicadores

- Stockpiles (**BOS2M**)
- Mineral Expuesto (**BOS2M**)
- VAN (**BOS2M**)

Plan	VAN (A.D.)	VAN (D.D)	Max Oxid	Max Sulf
Whittle	MUS\$ 289.1	MUS\$ 202.9	8.9 Mton	5.4 Mton
BOS2M	MUS\$ 334.7	MUS\$ 203.6	9.1 Mton	2.0 Mton



En el futuro...

- Muchas más funciones (MineLink)
 - Definición de SMU's y Accesibilidad
 - Análisis de Riesgo
 - Agendamiento bajo incertidumbre



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

Muchas Gracias!

¿Preguntas?



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER