

# Taller: Herramientas y Metodologías para la Estimación de R&R Minerales



Implementación de metodologías avanzadas de estimación y clasificación de R&R en un ambiente colaborativo con la plataforma 3DEXPERIENCE®



Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras

Presentado por:  
María Angélica GONZÁLEZ  
Sr Services Manager – LATAM

23 de marzo de 2021

## 3DEXPERIENCE®

# ¿Cómo logro lo que quiero?

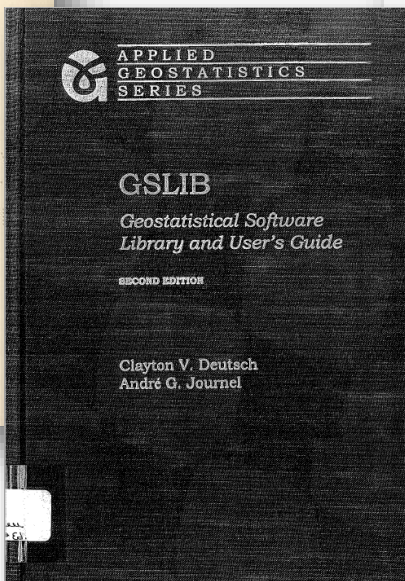
## De las buenas ideas, al diseño y su implementación

### The Design of Experiments

By

R. A. Fisher, Sc.D., F.R.S.

Formerly Fellow of Gonville and Caius College, Cambridge  
Honorary Member, American Statistical Association  
and American Academy of Arts and Sciences  
Galton Professor, University of London



### Preface to the First Edition

The primary goal of this work is to present a geostatistical software library known as GSLIB. An important prerequisite to geostatistical case studies and research is the availability of flexible and understandable software. Flexibility is achieved by providing the original FORTRAN source code. A detailed description of the theoretical background along with specific application notes allows the algorithms to be understood and used as the basis for more advanced customized programs.

The three main chapters of this guidebook are based on the three major problem areas of geostatistics: quantifying spatial variability (variograms), generalized linear regression techniques (kriging), and stochastic simulation. Additional utility programs and problem sets with partial solutions are given to allow a full exploration of GSLIB and to check new software installations.

This guidebook is aimed at graduate students and advanced practitioners of geostatistics; it is not intended to be a theoretical reference textbook. Proofs, lengthy theoretical discussions, and heavy matrix notation are omitted as much as possible. Instead, this guidebook contains many footnotes, application notes, brief warnings, and multiple cross references.

The GSLIB source code has been assembled from programs developed and used at Stanford University over the course of 12 years. These programs are constantly questioned and modified to handle new algorithms. GSLIB is not a commercial product and carries no warranties, software support, or maintenance. Undoubtedly, there will be "bugs" left in the published version of the programs, most of them introduced during the rewriting of the code and thus the sole responsibility of the authors of this guide. Even though the main avenues of these programs have been tested and used extensively there are simply too many possible combinations of input data and parameters to ensure bug-free programs.

We would like to acknowledge the many graduate students who have contributed to GSLIB during their stay at Stanford University. This text is dedicated to them and to future generations who will continue to make GSLIB a living, evolving collection of programs.

Stanford, California  
June 1996

C.V.D.  
A.G.J.

vi

### How Mining Companies Improve Share Price by Destroying Shareholder Value

By B E Hall<sup>1</sup>

#### Abstract

For some years, the mining industry has been consistently delivering returns below the market average. One of the causes is a disconnect between what is perceived to drive value creation by many industry analysts and senior executive executives, and what actually drives the intrinsic value of mining operations. The perverse effect is that strategies that should increase value are perceived to have the potential to drive share prices down, and vice versa.

This paper challenges common perceptions of what drives a mining company's value. Shareholder evidence suggests that the big driver of value in the market, and hence in many boardrooms, are such things as increasing the reserves and production rate, and reducing unit operating costs. However, while the quoted reserves may actually be overestimated, and hence unresponsive to the economic, this does not imply that they are optimal. Often, a progression of the quoted reserves reduces the potential value of the operation. Ideal prices increase, increased production rates, and operating cost reductions are all seen as conditions or actions that can improve value, and lead to world grade realizations, thereby increasing the reserves. However, modern swing theory and studies conducted by the author and his colleagues show clearly that, while breakeven swing grades will fall in these circumstances, optimum swing may be much less volatile, and may even increase.

Results from case studies indicate that value is maximised by right-sizing, not maximising the production expansion, and by optimising the swing strategy. Values of many existing underground mining operations can be increased significantly by a substantial swing grade increase. Also, an increase in domestic risk, and hence reduced exports, can occur using typical (but) mine planning strategies if prices received are lower than predicted. Since this is often the case, low industry returns may be a direct result of typical strategic mine planning practices.

Relative, single quantitative techniques are available to provide senior decision makers with information needed to assess the tradeoffs between their many conflicting enterprise goals, and the balance between risk and reward. Often this information is not being generated at all. If it is, decisions affecting the value of the company are occurring by default or relatively low levels within the hierarchy, with senior executives apparently unaware of them or their potential impact. The paper concludes that without a reevaluation of the way mining processes are valued, in demand proven value optimisation from mining plans by boards and mining analysts, the industry will continue to deliver below average returns.

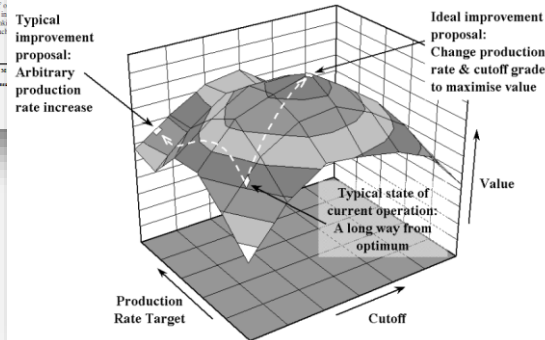
#### Introduction

For many years it has been a common complaint that

improvements in mining are in delivering poor returns, at their true cost of value underperformance is a lack on value of the cutoff grade derived - some form of a grade that are implicit in become defects high-cost they are recognised as well

a breakeven places the mine on a path whose implicit strategy is to ensure that every home that is mined covers the costs that were included in the breakeven calculation. There is no logic who this should create a need of

Figure 2 – Finding and Climbing the Hill of Value





# Caso de Estudio N°1

## Implementación del Método de Clasificación de Recursos mediante un Estudio de Espaciamiento de Sondajes (DSS)

Presentado por:  
María Angélica GONZÁLEZ  
Sr Services Manager – LATAM

23 de marzo de 2021

# Propuesta Conceptual y Primeras Aplicaciones

De B. Davis, 1997 a Harry Parker/George Verly

8104 S. Harrison Circle  
Littleton, CO 80122-3169  
Phone: 303 727 8116  
Fax: 303 936 0333

**Fax**

To: Tom John From: Bruce M. Davis

Fax: 416 365 6870 Date: January 10, 2001

Phone: 416 365 6855 Pages: 5

Re: Confidence Limits for Classification CC:

Urgent  For Review  Please Comment  Please Reply  Please Recycle

•Comments: The MRDI standard for classification is based on relative confidence limits as follows:  
+/-15% with 90% confidence for one quarter (3 months): Measured Resources  
+/-15% with 90% confidence for one year (12 months): Indicated Resources

The attached paper describes several methods for calculating the confidence intervals. The one I described over the phone is given under the heading Large Sample Normal Theory. Note there are some marginal explanations included. The paper only describes the procedure for one year. In the case of one quarter the divisor is 3 instead of 12. Further the examples use just one block that represents a whole quarter. In most cases, I use a block that represents production for one month and follow the procedure described on the first page of the paper.

This paper does not say so, but it is SME preprint 97-5. It was presented in February 1997.

*Bruce M. Davis*

| Post-It Fax Note | 7871         | Date    | 1/10/01        |
|------------------|--------------|---------|----------------|
| To:              | Tom John     | From:   | Bruce M. Davis |
| On:              | MRDI         | On:     | Bruce M. Davis |
| Phone #          |              | Phone # |                |
| Fax #            | 416-365-6870 | Fax #   |                |

•Comments: The MRDI standard for classification is based on relative confidence limits as follows:

+/-15% with 90% confidence for one quarter (3 months): Measured Resources

+/-15% with 90% confidence for one year (12 months): Indicated Resources

The attached paper describes several methods for calculating the confidence intervals. The one I described over the phone is given under the heading Large Sample Normal Theory. Note there are some marginal explanations included. The paper only describes the procedure for one year. In the case of one quarter the divisor is 3 instead of 12. Further the examples use just one block that represents a whole quarter. In most cases, I use a block that represents production for one month and follow the procedure described on the first page of the paper.

This paper does not say so, but it is SME preprint 97-5. It was presented in February 1997.

*Bruce M. Davis*

# Propuesta Conceptual y Primeras Aplicaciones

De B. Davis, 1997 a Harry Parker/George Verly

8104 S. Harrison Circle  
Littleton, CO 80122-3169  
Phone: 303 727 8116  
Fax: 303 936 0333

**Fax**

To: Tom John From: Bruce M. Davis

Fax: 416 365 6870 Date: January 10, 2001

Phone: 416 365 6855 Pages: 5

Re: Confidence Limits for Classification CC:

Urgent  For Review  Please Comment  Please Reply  Please Recycle

•Comments: The MRDI standard for classification is based on relative confidence limits as follows:  
+/-15% with 90% confidence for one quarter (3 months): Measured Resources  
+/-15% with 90% confidence for one year (12 months): Indicated Resources

The attached paper describes several methods for calculating the confidence intervals. The one I described over the phone is given under the heading Large Sample Normal Theory. Note there are some marginal explanations included. The paper only describes the procedure for one year. In the case of one quarter the divisor is 3 instead of 12. Further the examples use just one block that represents a whole quarter. In most cases, I use a block that represents production for one month and follow the procedure described on the first page of the paper.

This paper does not say so, but it is SME preprint 97-5. It was presented in February 1997.

*Bruce M. Davis*

| Post-it Fax Note | 7871         | Date    | 1/10/01             |
|------------------|--------------|---------|---------------------|
| To:              | Tom John     | From:   | Bruce M. Davis      |
| On:              | MRDI         | Co:     | Littleton, Colorado |
| Phone #          | 416-365-6870 | Phone # |                     |
| Fax #            | 416-365-6855 | Fax #   |                     |

•Comments: The MRDI standard for classification is based on relative confidence limits as follows:

+/-15% with 90% confidence for one quarter (3 months): Measured Resources

+/-15% with 90% confidence for one year (12 months): Indicated Resources

The attached paper describes several methods for calculating the confidence intervals. The one I described over the phone is given under the heading Large Sample Normal Theory. Note there are some marginal explanations included. The paper only describes the procedure for one year. In the case of one quarter the divisor is 3 instead of 12. Further the examples use just one block that represents a whole quarter. In most cases, I use a block that represents production for one month and follow the procedure described on the first page of the paper.

This paper does not say so, but it is SME preprint 97-5. It was presented in February 1997.

*Bruce M. Davis*

► Sacamos todo el depósito de una vez

▷ Producción = totalidad del mineral estimado

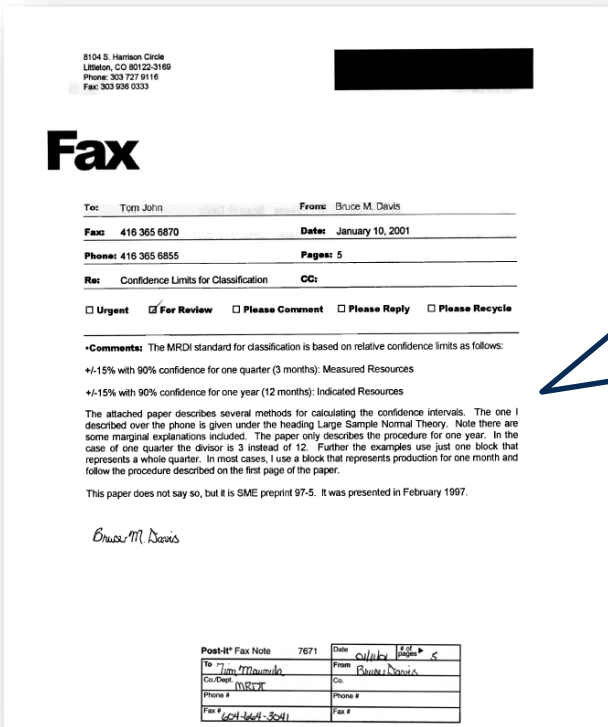
► Estimación **insesgada globalmente** (media global de los datos = media global estimada)

→ Certidumbre total



# Propuesta Conceptual y Primeras Aplicaciones

De B. Davis, 1997 a Harry Parker/George Verly



•**Comments:** The MRDI standard for classification is based on relative confidence limits as follows:

+/-15% with 90% confidence for one quarter (3 months): Measured Resources

+/-15% with 90% confidence for one year (12 months): Indicated Resources

The attached paper describes several methods for calculating the confidence intervals. The one I described over the phone is given under the heading Large Sample Normal Theory. Note there are some marginal explanations included. The paper only describes the procedure for one year. In the case of one quarter the divisor is 3 instead of 12. Further the examples use just one block that represents a whole quarter. In most cases, I use a block that represents production for one month and follow the procedure described on the first page of the paper.

This paper does not say so, but it is SME preprint 97-5. It was presented in February 1997.

Bruce M. Davis

► Sacamos todo el depósito de una vez ► Sacamos un bloque al año

▷ Producción = totalidad del mineral estimado

▷ Producción = un bloque

→ Incertidumbre máxima 😞

► Estimación **insesgada globalmente** (media global de los datos = media global estimada)

→ Certidumbre total



# Propuesta Conceptual y Primeras Aplicaciones

De B. Davis, 1997 a Harry Parker/George Verly

## ► Generalidades:

- ▷ DSS es una herramienta que ayuda a encontrar la malla de sondajes adecuada para clasificar recursos, basándose en:
  - El plan de producción.
  - La variografía.

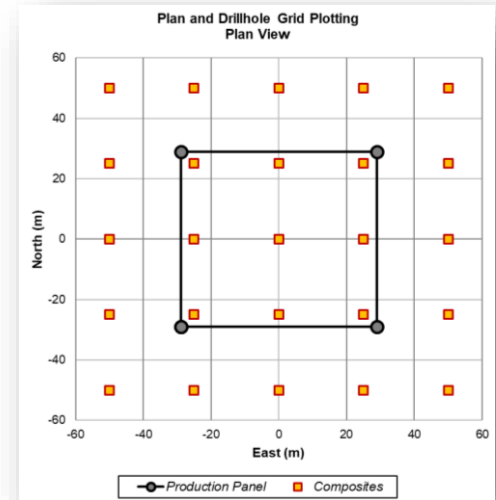
## ► Objetivos:

- ▷ Evaluar el error porcentual para una malla de sondajes particular, con el fin de determinar si ésta permitiría clasificar recursos medidos e indicados.

## ► Meta:

- ▷ Candidatos a Recursos Medidos: Bloques estimados con un 15% de RSE en un intervalo de confianza del 90%, para un panel de producción trimestral.
- ▷ Candidatos a Recursos Indicados: Bloques estimados con un 15% de RSE en un intervalo de confianza del 90%, para un panel de producción anual.

## Single Block Kriging



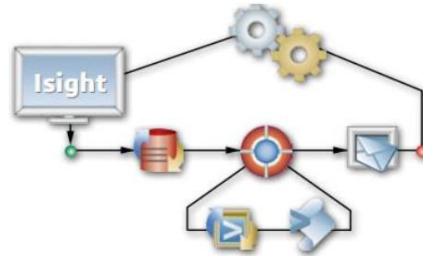
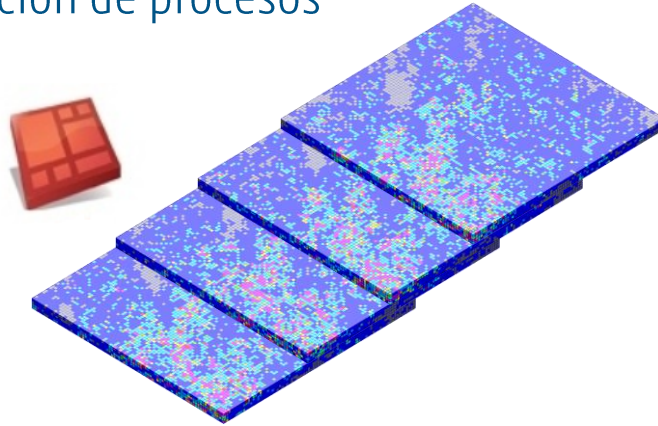
# Implementación con innovación

Simulaciones + automatización de procesos

 **GEOVIA** Surpac



 **SIMULIA** Isight



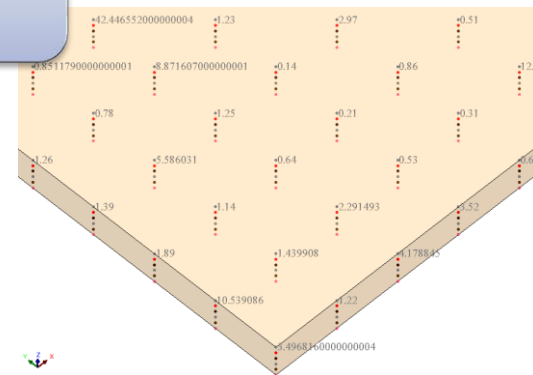
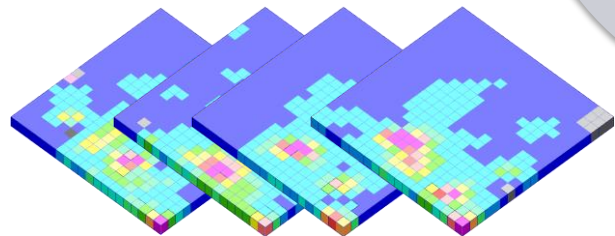
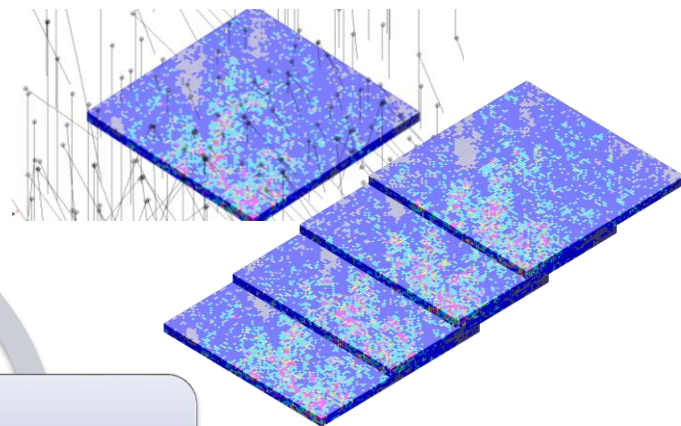
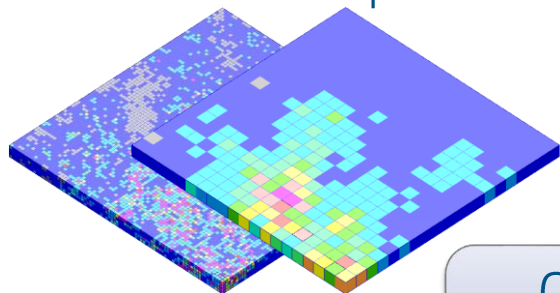
- ▶ Simulación Condicional
- ▶ Automatización mediante Macros

- ▶ Composición y automatización de procesos
- ▶ Procesamiento y exportación de resultados



# Implementación con innovación

Diseño Conceptual



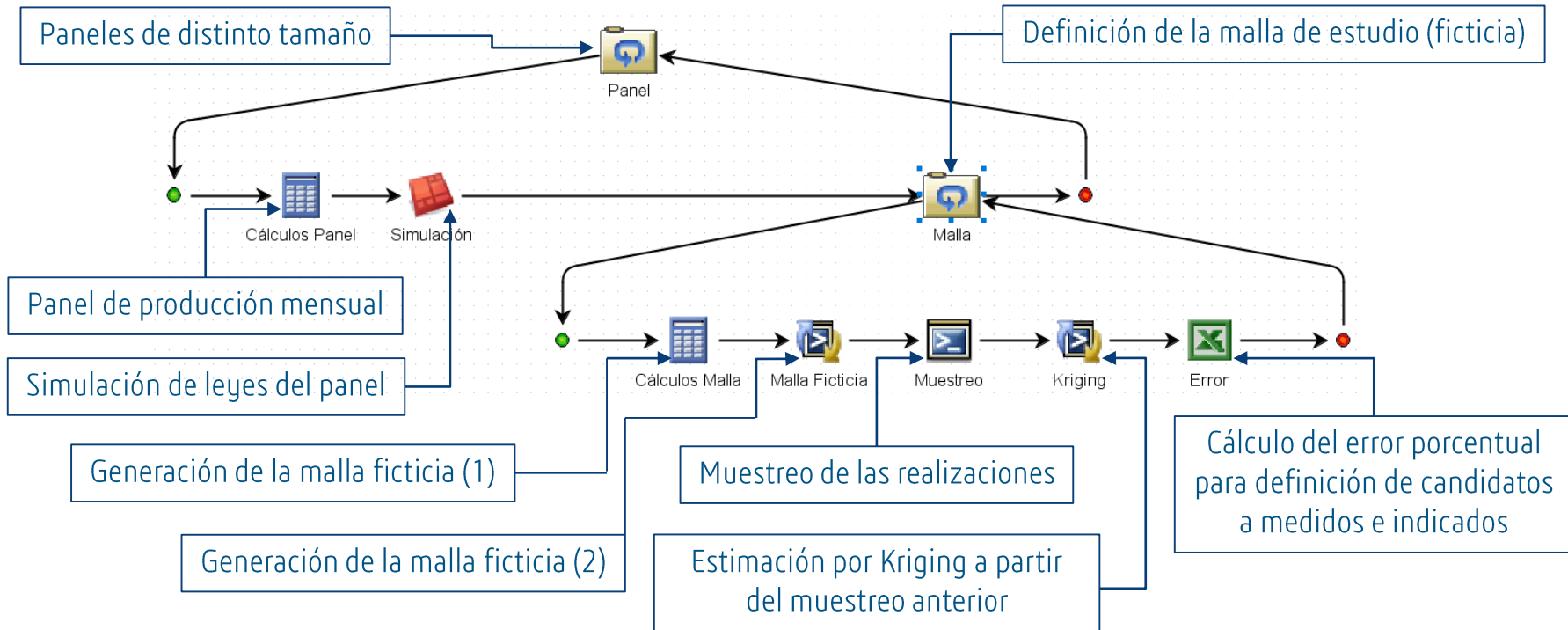
# Implementación con innovación

Flujo Simulación-Muestro-Estimación en GEOVIA Surpac™



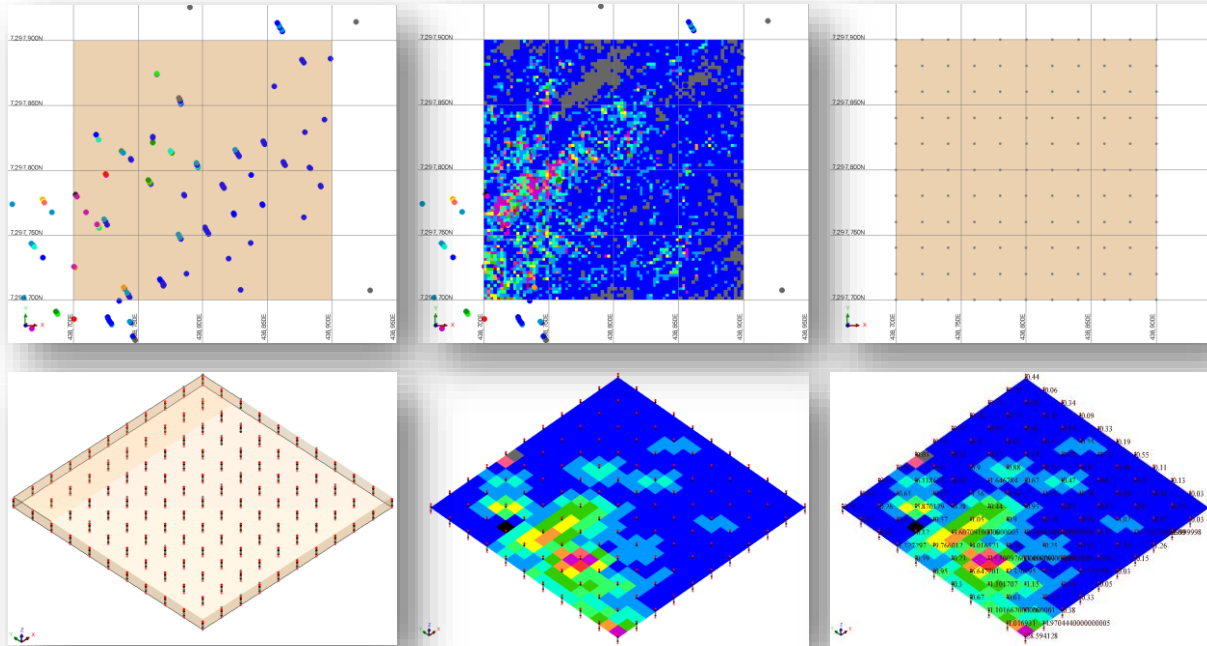
# Implementación con innovación

## Flujo de trabajo en SIMULIA Isight™



# Implementación con innovación

Detalle de las corridas – paneles de producción mensual



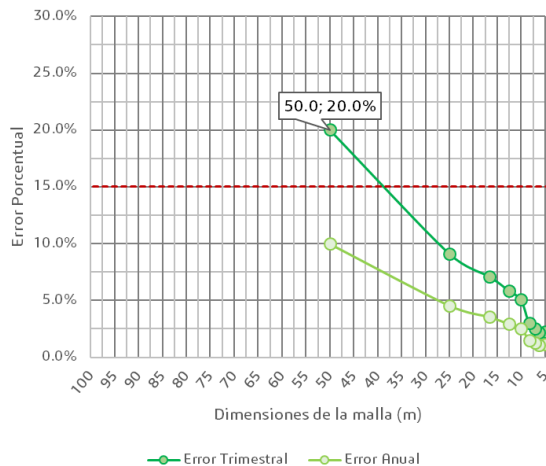
- ▶ 11 paneles producción
  - ▷ Desde 100x100x10 m<sup>3</sup>; 9,000 tpd
  - ▷ Hasta 200x200x10 m<sup>3</sup>; 36,000 tpd
- ▶ 15 realizaciones/panel
- ▶ 11 mallas ficticias por panel
  - ▷ Desde 2 muestras/lado
  - ▷ Hasta 20 muestras/lado

Tiempo Ejecución ~ 6 h

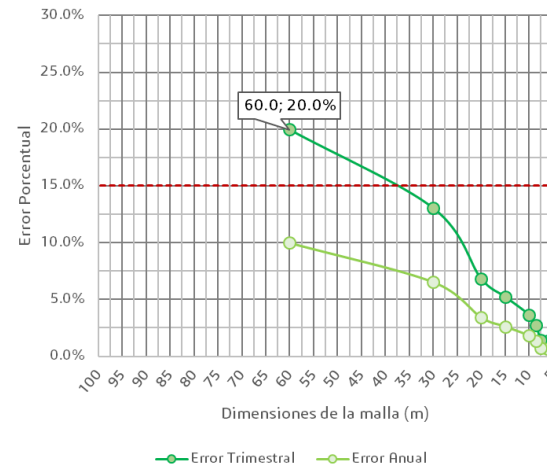
# Resultados

## Errores porcentuales

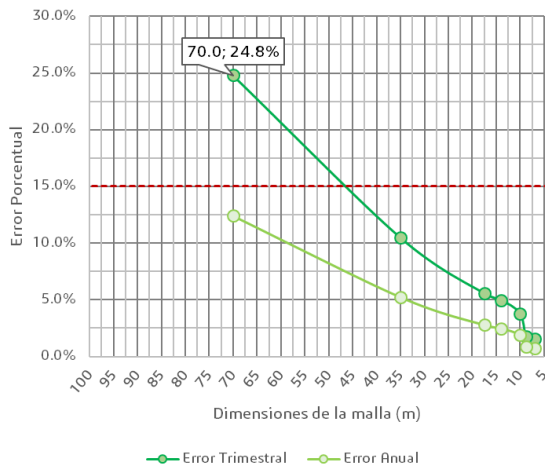
Panel 100 x 100 - 9 ktpd



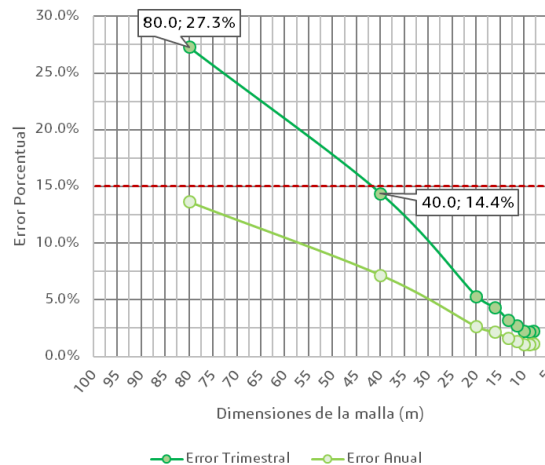
Panel 120 x 120 - 13 ktpd



Panel 140 x 140 - 17.6 ktpd



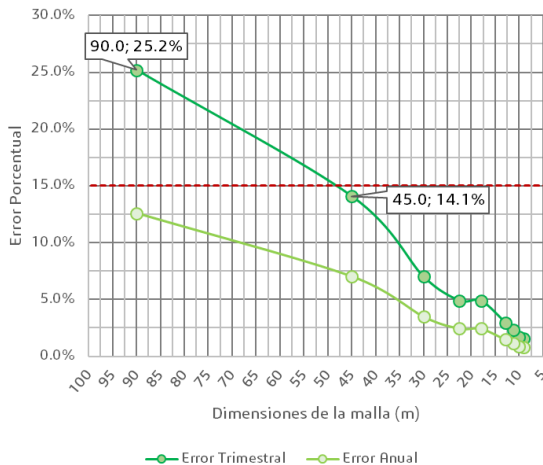
Panel 160 x 160 - 23 ktpd



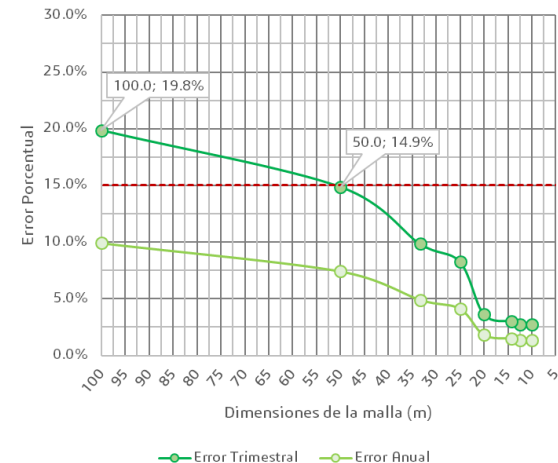
# Resultados

## Errores porcentuales

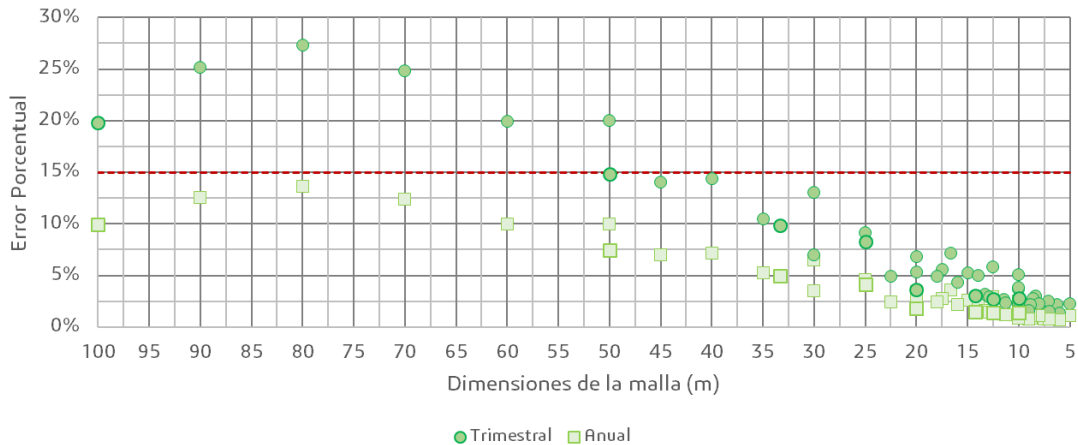
Panel 180 x 180 - 29.2 ktpd



Panel 200 x 200 - 36 ktpd



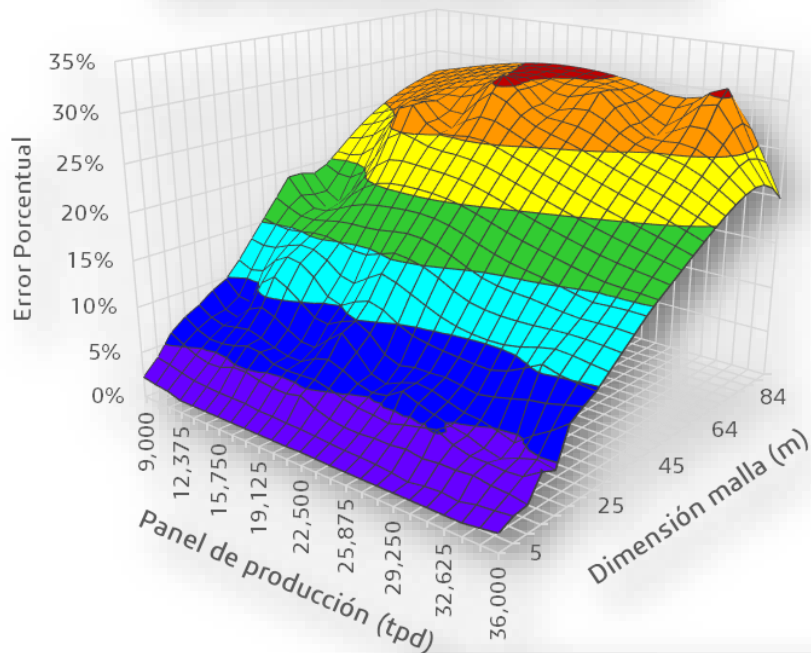
Paneles de 100x100 (9 ktpd) a 200x200 (36 ktpd)



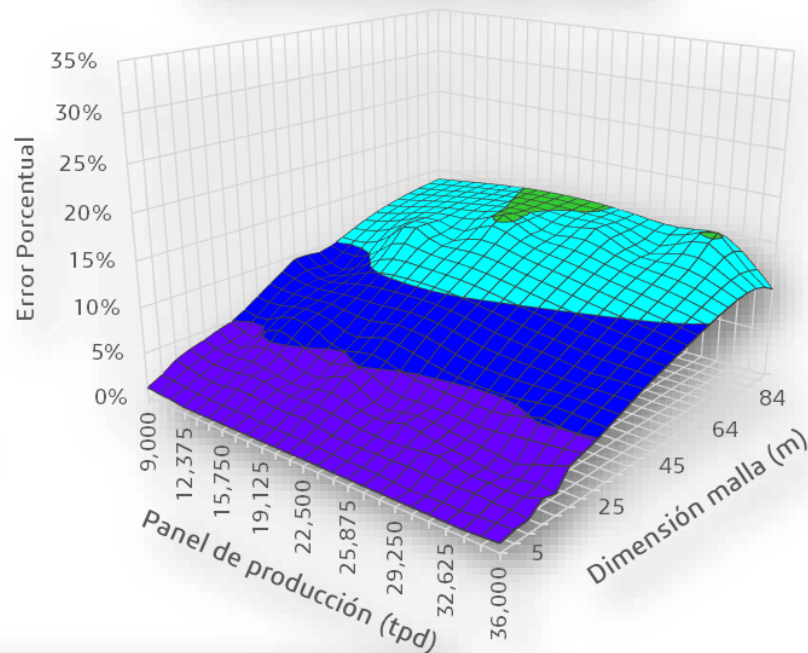
# Resultados

## Errores porcentuales

### Error Porcentual Panel Trimestral



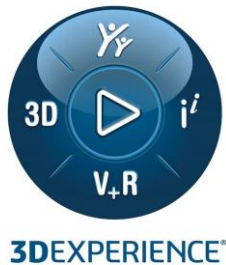
### Error Porcentual Panel Anual



# Conclusiones

- ▶ Para un panel de producción de  $200 \times 200 \times 10 \text{ m}^3$ , equivalente a 36 ktpd – 1,080 ktpm
  - ▷ Candidatos a **recursos indicados** para cualquier malla que lo contenga: hasta  $100 \times 100 \text{ m}^2$
  - ▷ Candidatos a **recursos medidos**: malla máxima  $50 \times 50 \text{ m}^2$
- ▶ Para un panel de producción de  $180 \times 180 \times 10 \text{ m}^3$ , equivalente a 29.2 ktpd – 874.8 ktpm
  - ▷ Candidatos a **recursos indicados** para cualquier malla que lo contenga: hasta  $90 \times 90 \text{ m}^2$
  - ▷ Candidatos a **recursos medidos**: malla máxima  $50 \times 50 \text{ m}^2$
- ▶ Paneles de producción  $\leq$  de  $160 \times 160 \times 10 \text{ m}^3$ , equivalentes a 9 a 23 ktpd
  - ▷ Candidatos a **recursos medidos** para mallas en torno a un máximo de  $40 \times 40 \text{ m}^2$





## Caso de Estudio N°2

Mejora en la confiabilidad de los reportes y declaraciones de R&R Minerales  
Caso de aplicación a minería subterránea (SLS)

Presentado por:  
María Angélica GONZÁLEZ  
Sr Services Manager – LATAM

23 de marzo de 2021

# Introducción

## Incertidumbre en la definición de R&R Minerales

20. **Recurso Mineral:** Es una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico u orgánico fosilizado terrestre, de tal forma, cantidad y calidad, que existen perspectivas razonables para una eventual extracción económica. La localización, tonelajes, contenidos de los elementos o minerales de interés, características geológicas y el grado de continuidad de la mineralización es estimada, conocida o interpretada a partir de evidencias geológicas, metalúrgicas y tecnológicas específicas.

*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 aproximados parámetros mineros, tales como la dilución, recuperación minera y el mínimo ancho de explotación. En*

CH20235, Código para informar sobre los resultados de Exploración y R&R Minerales – Edición 2015

26. **Reserva Mineral:** Es aquella porción del Recurso Mineral Medido o del Recurso Mineral Indicado que es económicamente extraíble de acuerdo a un escenario productivo, medioambiental, económico y financiero derivado de un plan minero y en cuya evaluación se han considerado todos los factores modificantes (mineros, metalúrgicos, económicos, financieros, comerciales, legales, medioambientales, infraestructura, sociales y gubernamentales). La Reserva Mineral incluye pérdidas y diluciones con material ajeno circundante a esa porción de Recurso Mineral y que lo contamina por efectos de la extracción minera.

# Introducción

## Incertidumbre en la definición de R&R Minerales

20. **Recurso Mineral:** Es una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico u orgánico fosilizado terrestre, de tal forma, cantidad y calidad, que existen perspectivas razonables para una eventual extracción económica. La localización, tonelajes, contenidos de los elementos o minerales de interés, características geológicas y el grado de continuidad de la mineralización es estimada, conocida o interpretada a partir de evidencias geológicas, metalúrgicas y tecnológicas específicas.

*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 aproximados parámetros mineros, tales como la dilución, recuperación minera y el mínimo ancho de explotación. En*

CH20235, Código para informar sobre los resultados de Exploración y R&R Minerales – Edición 2015

Perspectivas razonables...  
Eventual extracción económica...  
Parámetros mineros...  
UN escenario productivo...



- Reportes dinámicos
- Mayor confiabilidad
- Incorporación del riesgo

26. **Reserva Mineral:** Es aquella porción del Recurso Mineral Medido o del Recurso Mineral Indicado que es económicamente extraíble de acuerdo a un escenario productivo, medioambiental, económico y financiero derivado de un plan minero y en cuya evaluación se han considerado todos los factores modificantes (mineros, metalúrgicos, económicos, financieros, comerciales, legales, medioambientales, infraestructura, sociales y gubernamentales). La Reserva Mineral incluye pérdidas y diluciones con material ajeno circundante a esa porción de Recurso Mineral y que lo contamina por efectos de la extracción minera.

# Implementación con innovación

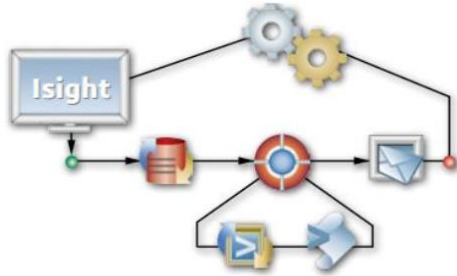
Optimización de caserones, automatización de procesos y análisis de incertidumbre

 **GEOVIA** | *Surpac*



Surpac™ Stope  
Optimizer (GSO)

Distintas  
configuraciones  
de caserones



Análisis de incertidumbre  
Variación en factores externos

Confiabilidad

# Implementación con innovación

## Diseño Conceptual

- Dimensiones del caserón
- Inclinación de paredes
- Dimensiones de pilares
- Ley de corte

- Criterios
- Decisiones
- Rangos definidos

- Precio
- Ley
- Costos
- Calidad de la roca
- Estructuras

Variables no controladas

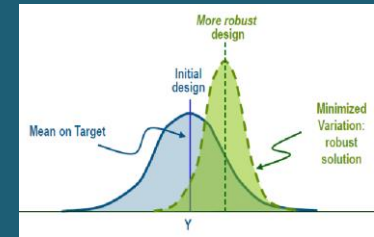
- Incertidumbre
- Volatilidad

Definición de recursos y reservas

Parámetros de Diseño

Resultados:

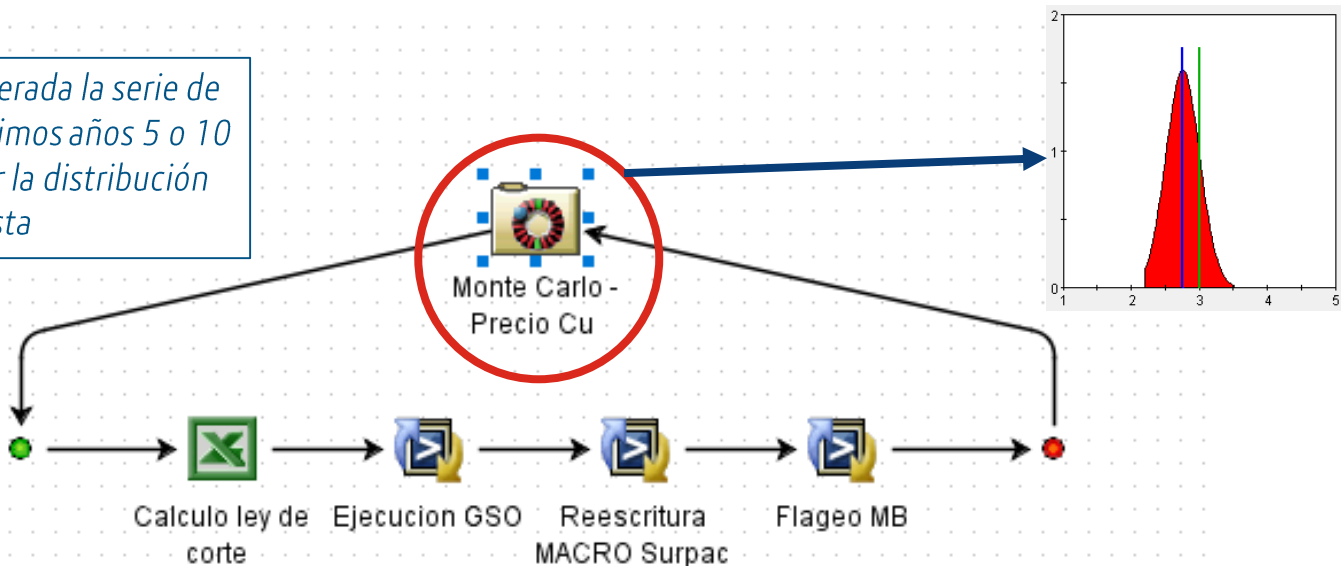
- Tonelaje
- Ley media
- Confiabilidad



# Implementación con innovación

## Flujo de trabajo en SIMULIA Isight™ - Probabilidad de Pertenencia

*Puede ser considerada la serie de precios de los últimos años 5 o 10 años y establecer la distribución que mejor se ajusta*



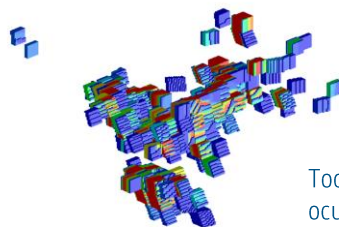
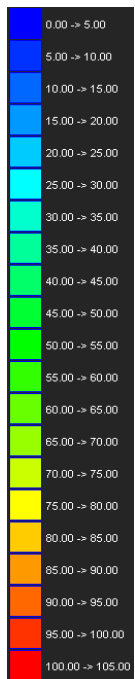
| Variable | Distribución | Media [USD/lb] | Desviación Estándar [USD/lb] | Mínimo [USD/lb] | Máximo [USD/lb] |
|----------|--------------|----------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
| Precio   | Normal       | 2,75           | 0,20                         | 2,20            | 3,50            |

11 Horas – 150 simulaciones

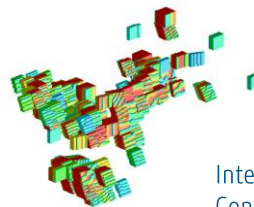
# Resultados

## Intervalos de confianza

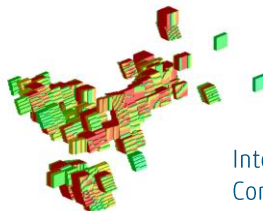
Probabilidades



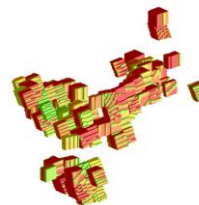
Todos los bloques con  
ocurrencia mayor a 0



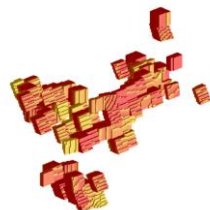
Intervalo de  
Confianza 20%



Intervalo de  
Confianza 40%



Intervalo de  
Confianza 60%



Intervalo de  
Confianza 80%



Intervalo de  
Confianza 100%

# Resultados

## Declaración de Recursos

- Precio Cu: N(2,75; 0,20) [Usd/lb]; mín. 2,20 y máx. 3,50 [Usd/lb]
- Costo venta: 0.3 [Usd/lb]
- Recuperación: 92%
- Costo Mina: 22 [Usd/t]
- Costo Planta: 7.5 [Usd/t]
- Tamaño caserones:
  - Entrada GSO: Alto 30 [m], Largo 30 [m]; Salidas GSO: Ancho variable 10 – 30 [m], Dip 60 – 90 [°]

| Intervalo de Confianza [%] | Volumen [m3] | Toneladas [t] | Fino [t] | Ley Media TCu [%] |
|----------------------------|--------------|---------------|----------|-------------------|
| Todos los bloques *        | 3,121,362    | 9,045,167     | 72,361   | 0.80              |
| 25                         | 2,027,133    | 6,037,702     | 54,339   | 0.90              |
| 50                         | 1,698,489    | 5,083,779     | 48,296   | 0.95              |
| 75                         | 1,364,472    | 4,122,241     | 41,222   | 1.00              |
| 80                         | 1,303,506    | 3,952,309     | 39,918   | 1.01              |
| 85                         | 1,229,013    | 3,734,788     | 38,468   | 1.03              |
| 90                         | 1,162,458    | 3,553,297     | 36,594   | 1.04              |
| 95                         | 1,054,215    | 3,241,115     | 34,032   | 1.05              |
| 100                        | 883,656      | 2,731,971     | 30,052   | 1.10              |



# Resultados

## Declaración de Recursos

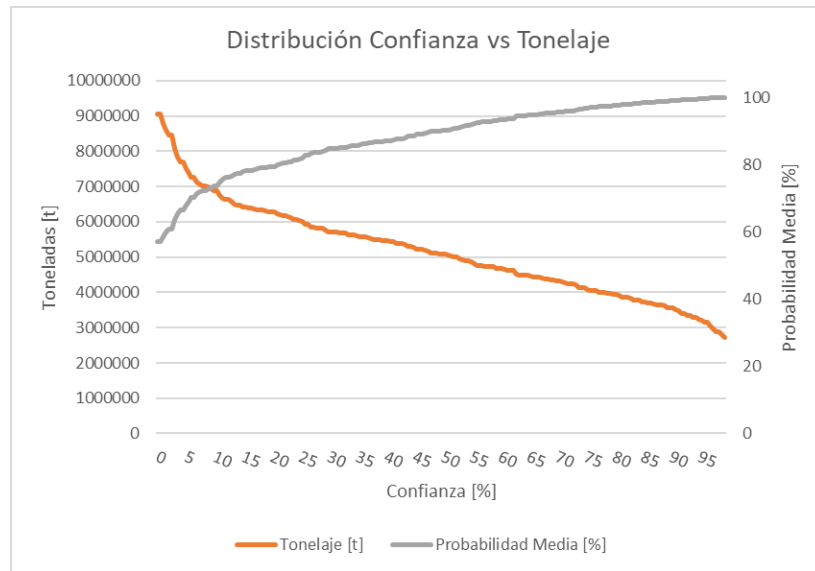
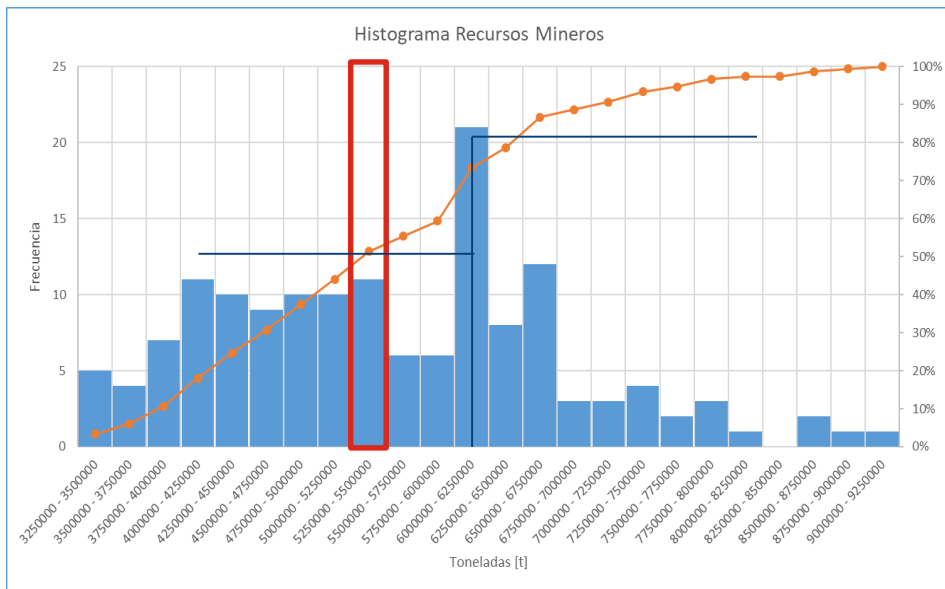
Precio 2,75 [USD]

↳ Ley de corte 0.594 [TCu%]



Tonelaje: 5,271,917 [t]

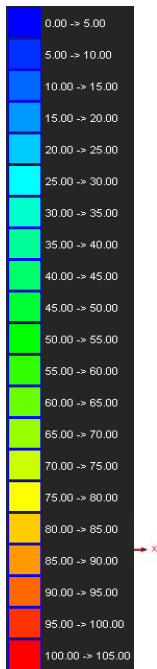
Ley Media: 0.937 [TCu %]



# Resultados

## Decisiones estratégicas

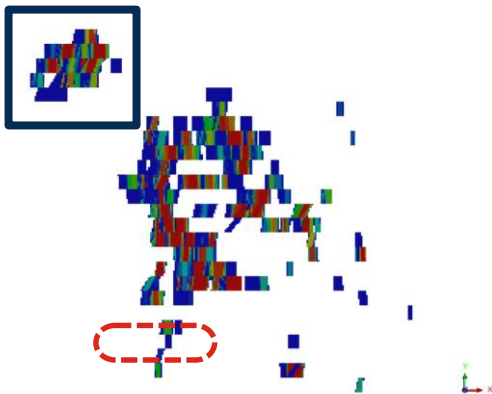
Probabilidades



## Ubicación rampas e infraestructura

Precio 3,50 [USD/lb]

Ley de corte TCu 0.45%

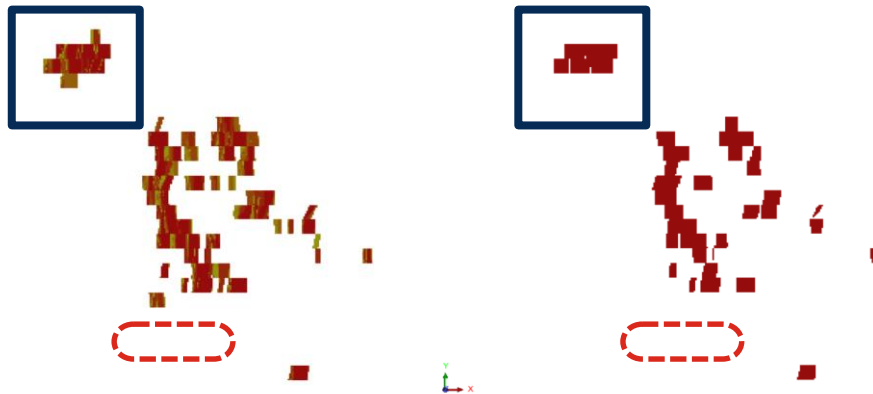


Todos los bloques con  
ocurrencia mayor a 0



Precio 2,20 [USD/lb]

Ley de corte TCu 0.76%

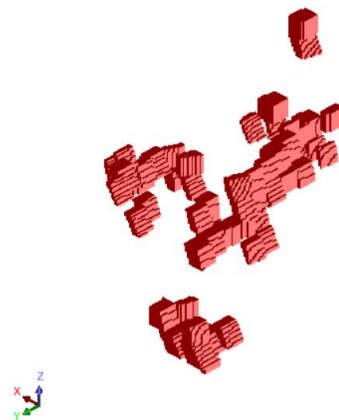
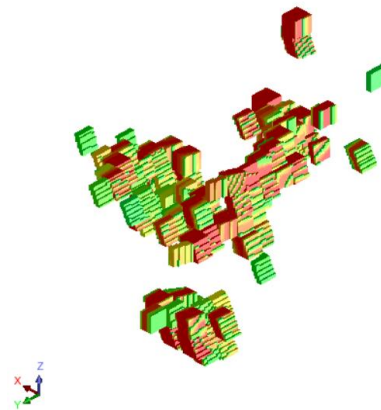


Intervalo de Confianza  
75%

Intervalo de  
Confianza 100%

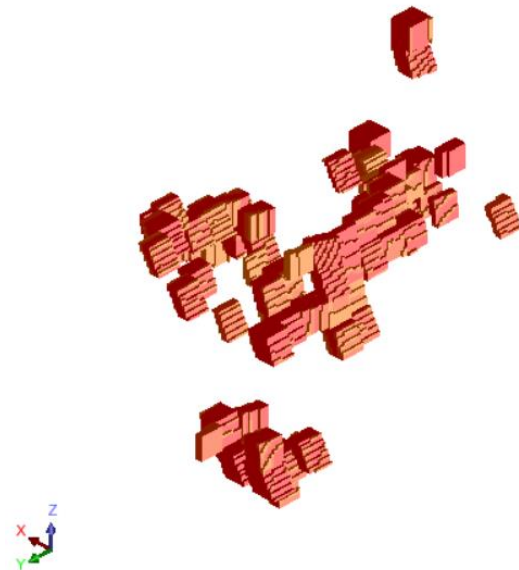
# Conclusiones

- ▶ Al trabajar con un precio fijo, en este caso 2.75 [USD/lb], las reservas mineras corresponden a 5.27 [Mt] y ley media TCu 0.93%. El intervalo de confiabilidad de este escenario es cercano al 45.1%.
- ▶ A través del cálculo de probabilidades de pertenencias, y bajo la estructura de precio y costos presentadas, es posible asegurar (con un intervalo de confianza del 100%) 2.73 [Mt] @ ley media TCu 1.10%.



# Conclusiones

- ▶ Por el contrario, con un intervalo de confianza del 90%, las reservas corresponden a 3.55 [Mt] y ley media TCu 1.04%.
- ▶ Se generó una metodología con la cual es posible **mejorar la confiabilidad de las reservas al incluir la incertidumbre en el precio del metal**, mejorando la visibilidad de opciones de planes mineros para las etapas posteriores de ingeniería.
- ▶ A través de flujos similares, es posible evaluar la incertidumbre en las leyes o en variables geomecánicas, con el fin de comprender el impacto en la confiabilidad de los reportes de R&R Minerales.





# Caso de Estudio N°3

Cuantificación del impacto de criterios en la evaluación de proyectos mineros

Presentado por:  
María Angélica GONZÁLEZ  
Sr Services Manager – LATAM

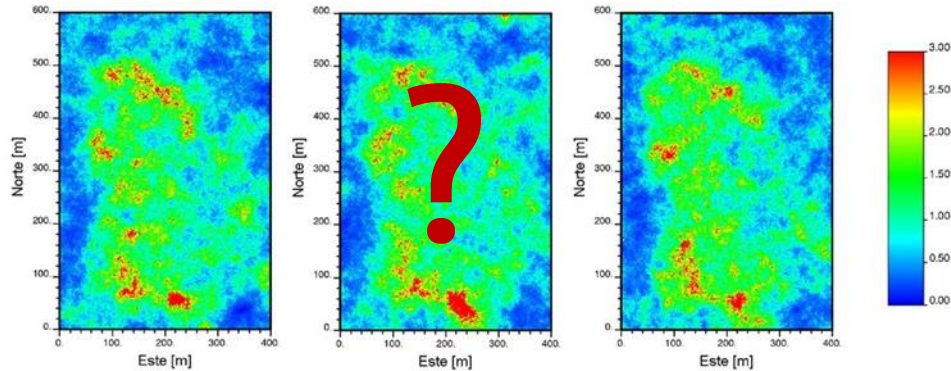
23 de marzo de 2021

# Introducción

## Incertidumbre en la evaluación de proyectos

*“La minería es una industria muy riesgosa en comparación con otras, ya que factores como la estimación de los recursos y de toma de decisiones, deben considerar muchos parámetros inciertos”.*

Erdem, Güyagüler y Demirel (2012)



# Implementación con innovación

Impacto de parámetros, incertidumbre y automatización de procesos

 **GEOVIA** | Surpac



- ▶ Evaluación geoestadística del yacimiento
- ▶ Definición de recursos y reservas

 **GEOVIA** | Whittle



- ▶ Planificación minera
- ▶ Variabilidad financiera

 **SIMULIA**  
Isight

- ▶ Análisis de incertidumbre
- ▶ Variación en factores externos



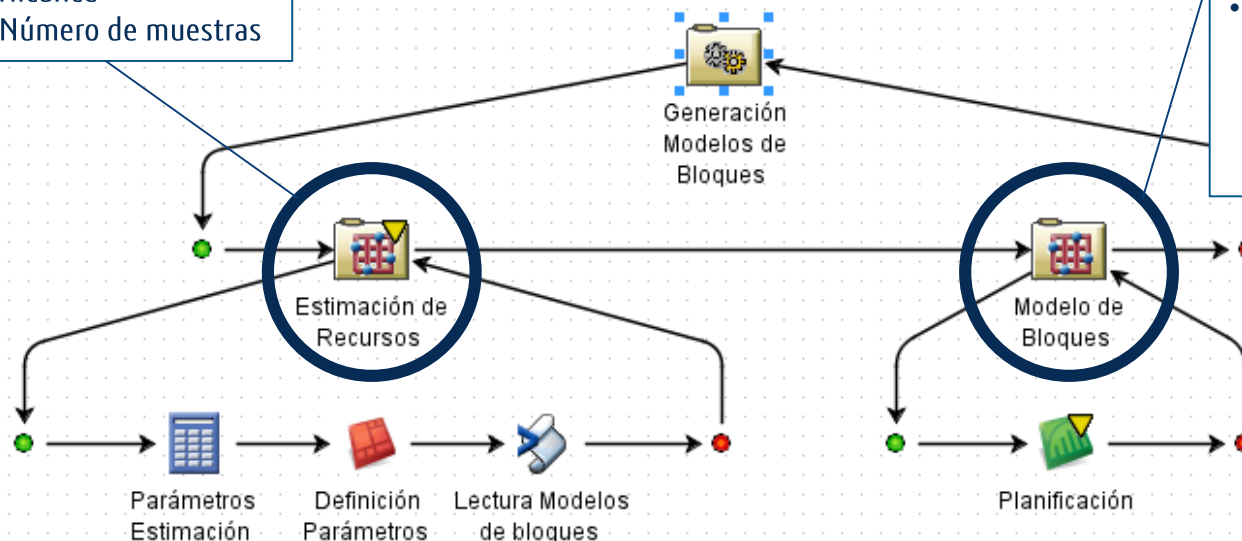
Confiability  
Visibilidad

# Implementación con innovación

## Flujo de trabajo en SIMULIA Isight™

- Efecto pepita
- Alcance
- Número de muestras

- Geomecánica:
  - Número de bancos
  - Ángulo talud
- Metalurgia
  - Recuperación
  - Capacidad planta
- Técnico-económico
  - Ley de corte
  - Capacidad mina
  - Costo mina y planta
  - Precios





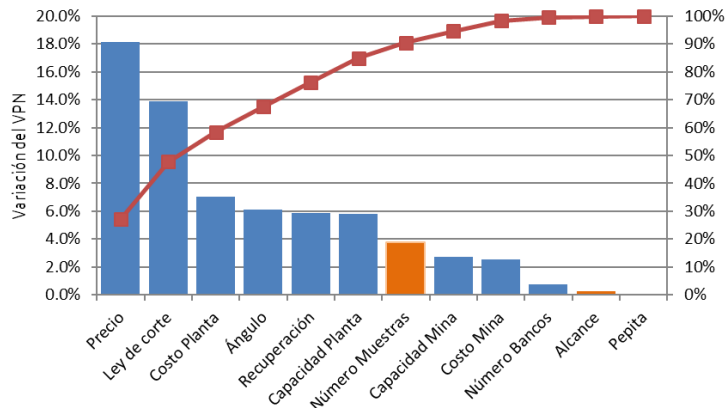
# Resultados

## Efecto de los parámetros

| Parámetros         | Caso Base    | Variaciones       |
|--------------------|--------------|-------------------|
| Efecto Pepita      | 0            | Hasta $\pm 20\%$  |
| Alcance            | 235          | Hasta $\pm 20\%$  |
| Número de muestras | 15           | Hasta $\pm 10\%$  |
| Ángulo general     | 48°          | Hasta $\pm 5\%$   |
| Número de bancos   | 12           | Hasta $\pm 25\%$  |
| Recuperación       | 1            | Hasta $\pm 2.5\%$ |
| Ley de corte       | 0            | Hasta $\pm 50\%$  |
| Capacidad planta   | 14 [Mt/año]  | Hasta $\pm 15\%$  |
| Capacidad mina     | 73 [Mt/año]  | Hasta $\pm 15\%$  |
| Costo mina         | 2 [USD/ton]  | Hasta $\pm 5\%$   |
| Costo planta       | 11 [USD/ton] | Hasta $\pm 10\%$  |
| Precio cobre       | 2.7 [USD/lb] | Hasta $\pm 10\%$  |

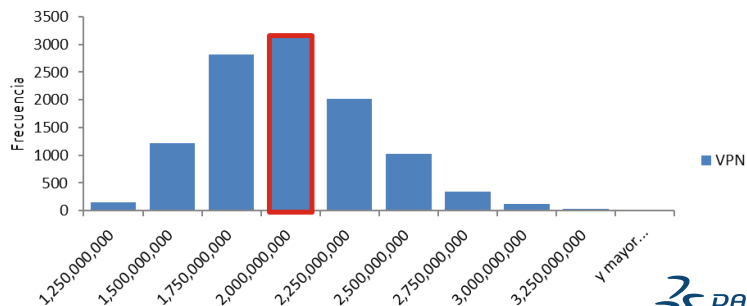
Se ejecutaron 3<sup>9</sup> escenarios

Gráfico Pareto



Al variar todos los parámetros, se visualiza una diferencia considerable con el valor de referencia (caso base VPN MUS\$ 2,090).

Histograma VPN



# Conclusiones

- ▶ La **incertidumbre en el precio del metal** es la variable que mayormente en la evaluación del proyecto.
- ▶ Si se consideran las variables que más influyen, para **un precio bajo y ley de corte acorde a éste**, la valorización del proyecto en términos de **VPN disminuye un 12%** en promedio.
- ▶ En el caso de las **escalas de producción** (capacidad mina y capacidad planta), una mala elección de estas tasas **varía hasta un 10%** la valorización de un proyecto.
- ▶ Una mala combinación de **todos los parámetros en estudio** podría afectar considerablemente el valor de un proyecto, llegando a **sobreestimarlos (o subestimarlos) hasta un 40%**.



¿Interesado en obtener más información?



[GEOVIA.LATAM.Services@3ds.com](mailto:GEOVIA.LATAM.Services@3ds.com)  
[MariaAngelica.GONZALEZ@3ds.com](mailto:MariaAngelica.GONZALEZ@3ds.com)



<https://www.linkedin.com/company/dassaultsystemes>  
<https://www.linkedin.com/showcase/3dsgeovia>



[Comunidad Minera](#)