

Fundamentos de Machine Learning aplicados a Geometalurgia

24 de abril al 4 de mayo 2023

Instructor

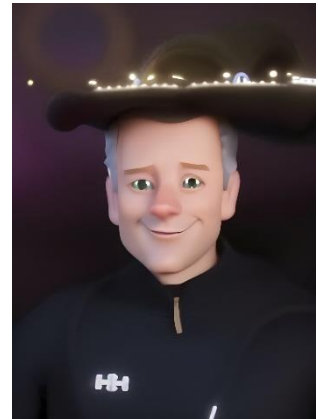
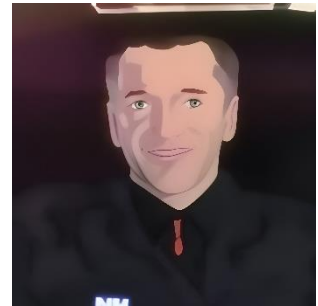
Cristian Jeraldo

Geometalurgia y Data Science

23 años en geología económica

Consultor y Auditor geometalúrgico

Data Scientist en geo-minero-metalurgia



Images created with Leonardo AI and
Playground AI

<https://www.asgeominspa.com/>

<https://www.linkedin.com/in/cristian-jeraldo-geometallurgist/>

Participantes

Objetivos del Curso

Introducir al asistente en los fundamentos de machine learning, los que permitan desarrollar análisis y modelación de parámetros geometalúrgicos.

El curso es desarrollado en Jupyter Notebook, la más popular plataforma interactiva de código, incluyendo el uso de las librerías scikit-learn y Feature-engine.

Introducción

<https://chat.openai.com/chat> (natural language processing)

“Chat, genera una introducción breve para el curso de machine learning aplicado a geometalurgia”

+

<https://www.d-id.com/> (real-time face animation and text-to-speech)



Sesiones

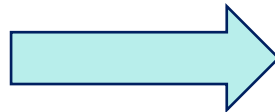
24 de abril al 4 de mayo 2023

Evaluación:

*Envío de notebooks desarrollados **durante** el curso.*

Agenda

Machine Learning basis



Case study

**Univariate
Exploratory Data Analysis (EDA)**

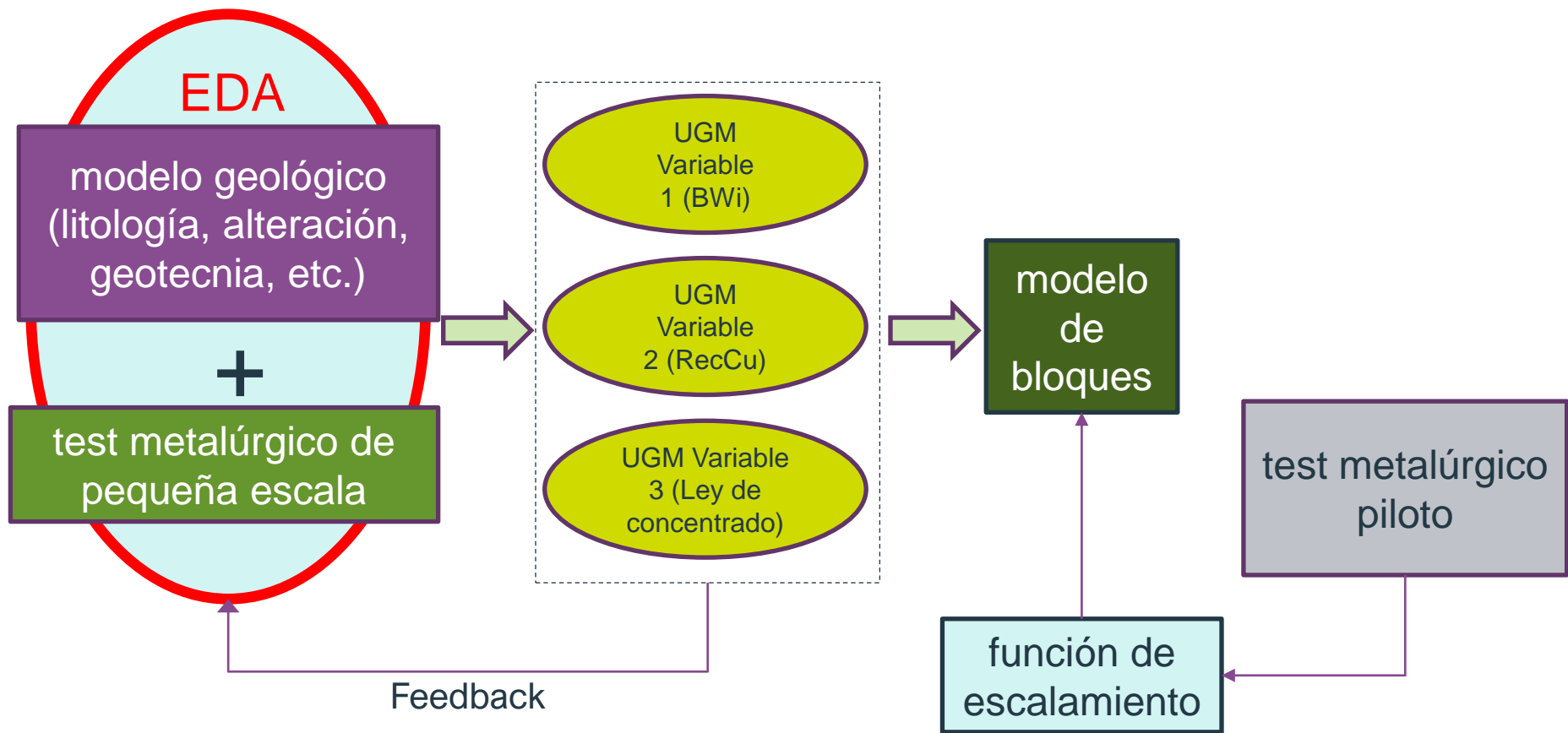
Data Preparation

**Regression model (proxy) for
geometallurgical parameter A_i**

Geometalurgia

Disciplina que facilita la integración en minería y permite maximizar el valor de los minerales procesados mediante el estudio de su variabilidad. El producto de este trabajo colaborativo es la estimación de las variables clave de proceso en el modelo de bloques, así como el entendimiento de su relación con las variables primarias.

Cadena de Valor Geometalurgia: Proyecto



En este curso nos concentraremos en la definición de UGMs (EDA), así como en generar un modelo de regresión para un parámetro geometalúrgico.

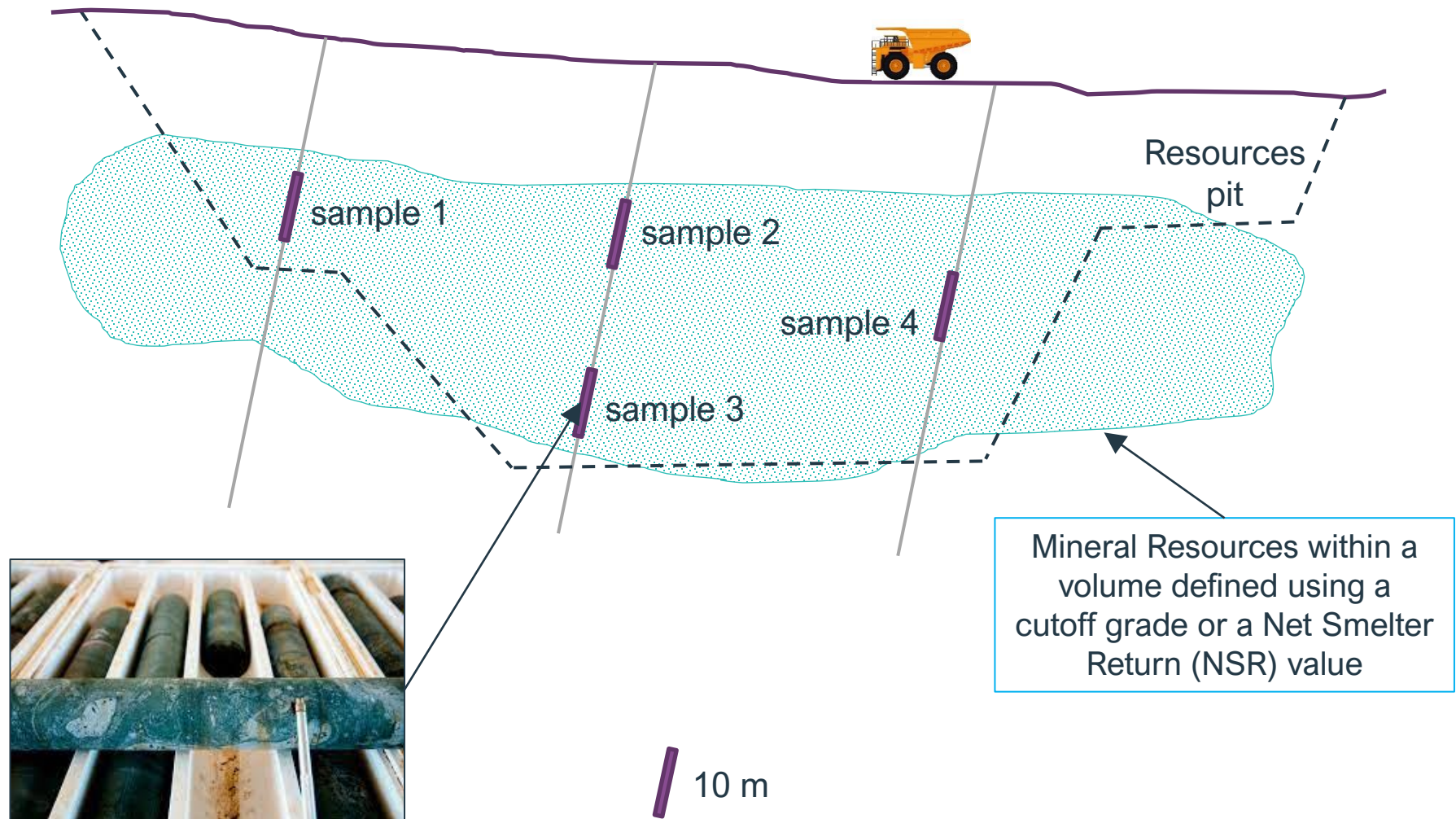
Geometallurgical sampling limitations

Uncertainty is related to a lack of information. In geometallurgy it occurs due to:

1. **Sample availability:** It is required a high amount of mass and a particular type of sample, usually HQ diameter core.
2. **High cost of characterizations,** including metallurgical, assay, mineralogical and so forth.

Therefore, the number of geometallurgical data is usually low compared with assay data.

Representative sampling

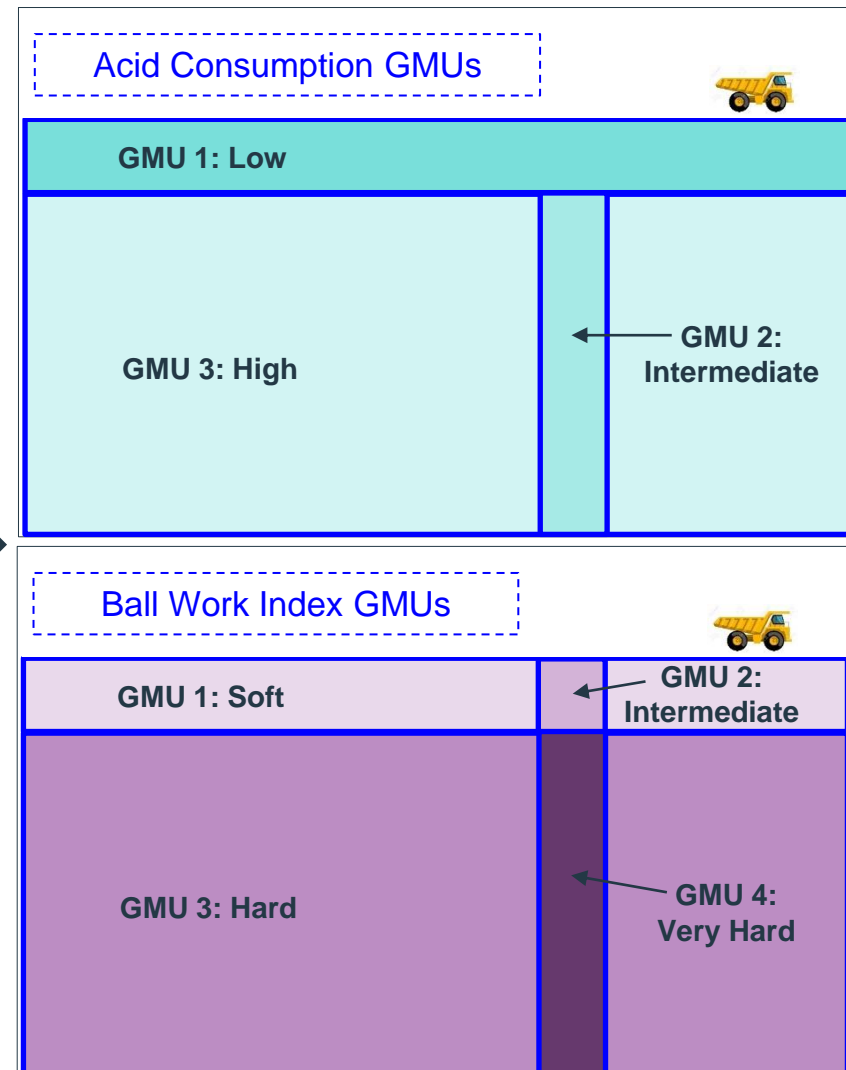
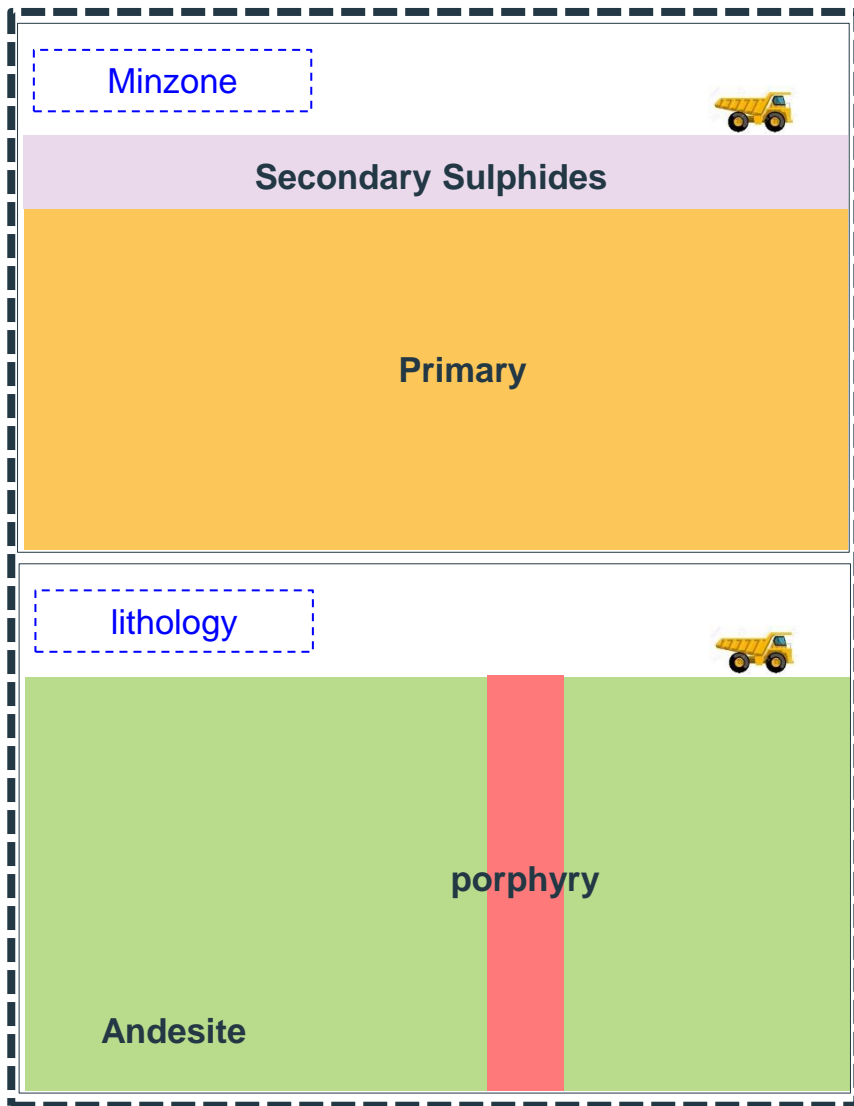


Unidad Geometalúrgica (UGM)

Conformadas a partir de una o más unidades geológicas con similar respuesta metalúrgica, según resultados de test estándar de pequeña escala.

Las UGMs permiten estimar el modelo de bloques con aquellas variables clave de proceso, tales como capacidad del tratamiento, recuperación del elemento útil, consumo de insumos y calidad del producto.

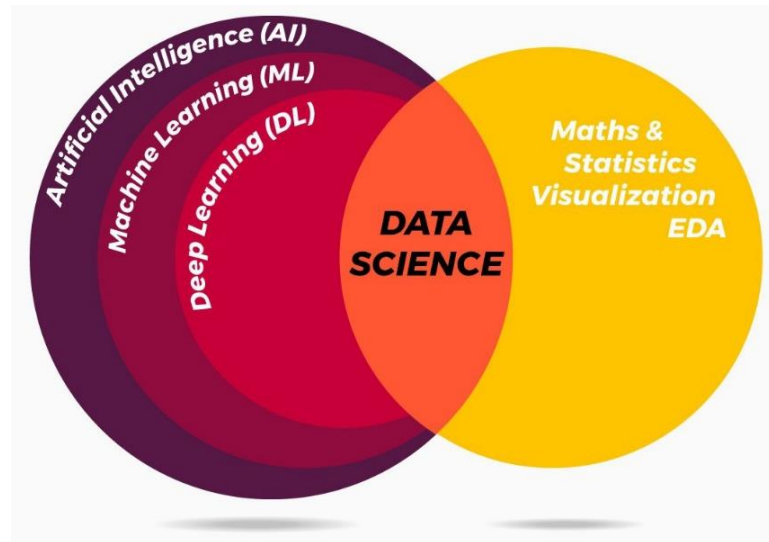
Geometallurgical Unit



Machine Learning and Data Science

Machine learning is a type of artificial intelligence that allows software applications to become more accurate at predicting outcomes without being explicitly programmed to do so. Machine learning algorithms use historical data as input to predict new output values.

Data Science is an interdisciplinary field that uses scientific methods, processes, algorithms and systems to extract knowledge from data across a broad range of application domains.



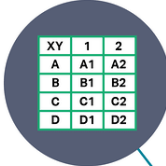
Source: [https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/machine-learning-ML#:~:text=Machine%20learning%20\(ML\)%20is%20a](https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/machine-learning-ML#:~:text=Machine%20learning%20(ML)%20is%20a)
Source: https://en.wikipedia.org/wiki/Data_science

Structured Data

vs

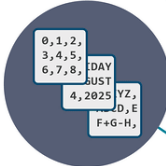
Unstructured Data

Can be displayed
in rows, columns and
relational databases



XY	1	2
A	A1	A2
B	B1	B2
C	C1	C2
D	D1	D2

Numbers, dates
and strings



Estimated 20% of
enterprise data (Gartner)



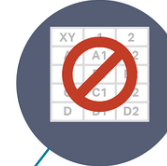
Requires less storage



BD sondajes, planta o
muestras geometalúrgicas

machine learning

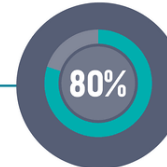
Cannot be displayed
in rows, columns and
relational databases



Images, audio, video,
word processing files,
e-mails, spreadsheets



Estimated 80% of
enterprise data (Gartner)



Requires more storage



Fotografías de sondajes,
imágenes granulometría
alimentación a planta

deep learning

Why coding?

- Coding allows total flexibility: do what you want and what you need to do.
- Coding can enhance problem-solving skills.
- Coding is a universal language.
- Be part of a huge community.
- Coding can improve career prospects.

In this information era, coding has become the most important skill we need.

Target variable: abrasion index (A_i)

Mills



Liners



Steel balls



The abrasion index is used as an indicator of metal wear and crusher and mill liner life expectancy and ball consumption rates.

Target variable: abrasion index (A_i)

Test consist of a hardened Cr-Ni-Mo alloy steel paddle 7.62 x 2.54 x 0.64 cm with 2.5 of its length sitting inside a rotor, covered by a concentric steel drum. Feed material 1.6 kg -3/4 +1/2 inch fraction.



Rotor rotates at 632 rpm while the drum rotates in the same direction at 70 rpm. This process takes 15 minutes and it is repeated four times. The loss in mass (g) of the spindle gives the abrasion index.

Target variable: abrasion index (Ai)

Bond developed the following correlations based on the wear rate in pounds of metal wear/kWh of energy used in the comminution process.

Wet rod mill	Rods	lb/kWh	=	$0.35(A_i - 0.020)^{0.2}$
	Liners	lb/kWh	=	$0.035(A_i - 0.015)^{0.3}$
Wet ball mill	Balls	lb/kWh	=	$0.35(A_i - 0.015)^{0.33}$
	Liners	lb/kWh	=	$0.026(A_i - 0.015)^{0.3}$
Dry ball mill	Balls	lb/kWh	=	$0.05A_i^{0.5}$
	Liners	lb/kWh	=	$0.005A_i^{0.5}$
Crushers (gyratory, jaw, cone)	Liners	lb/kWh	=	$(A_i + 0.22)/11$
Roll crushers	Roll shell	lb/kWh	=	$(0.1A_i)^{0.667}$

Predictores: Qemscan

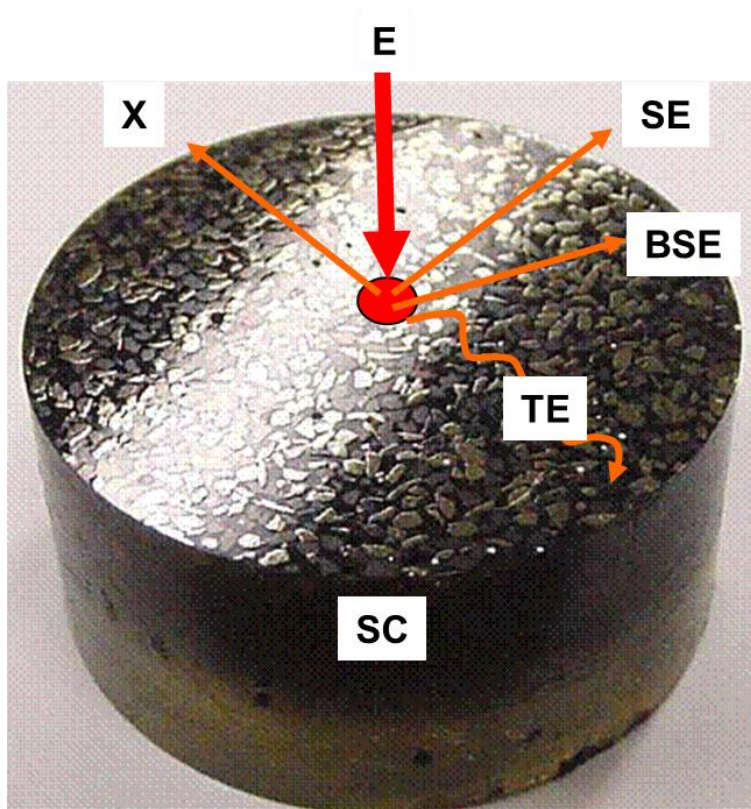
Método instrumental esencialmente no destructivo, basado en la identificación de fases/minerales a través de la combinación de imágenes de electrones captados punto a punto sobre una malla regular en la muestra.

*(Qemscan Quantitative
Evaluation of Materials by
Scanning Electron Microscope)*



Predictores: Qemscan

Respuesta a las señales de un haz incidente de electrones:



SC:	Muestra
E:	Haz de Electrones
BSE:	Electrones Retrodispersados
X:	Rayos X

Predictores: Qemscan

BSE: La señal de electrones retrodispersados permite generar una imagen cualitativa en función de su diferente número atómico promedio.

X: La señal de rayos X permite obtener la composición química elemental de la muestra.

