

Webinario Internacional de Economía Circular en la Producción y Uso de Metales



Guillermo González C.



Dr. Ing. Gerardo Zamora E.



Ana Zúñiga Sanzana



Dra. Ariana Carrazana



Dra. Romina Cayumil



Dr. Mario Sánchez

Auspiciado por:

PAMPA NORTE | BHP



Educación
Continua

Patrocinado por:



Universidad de Concepción





Universidad
Andrés Bello®
Conectar · Innovar · Liderar

LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA EXTRACCIÓN, PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS METALES

Mario Sanchez
Facultad de Ingeniería
UNIVERSIDAD ANDRES BELLO
CHILE

19-11-2021

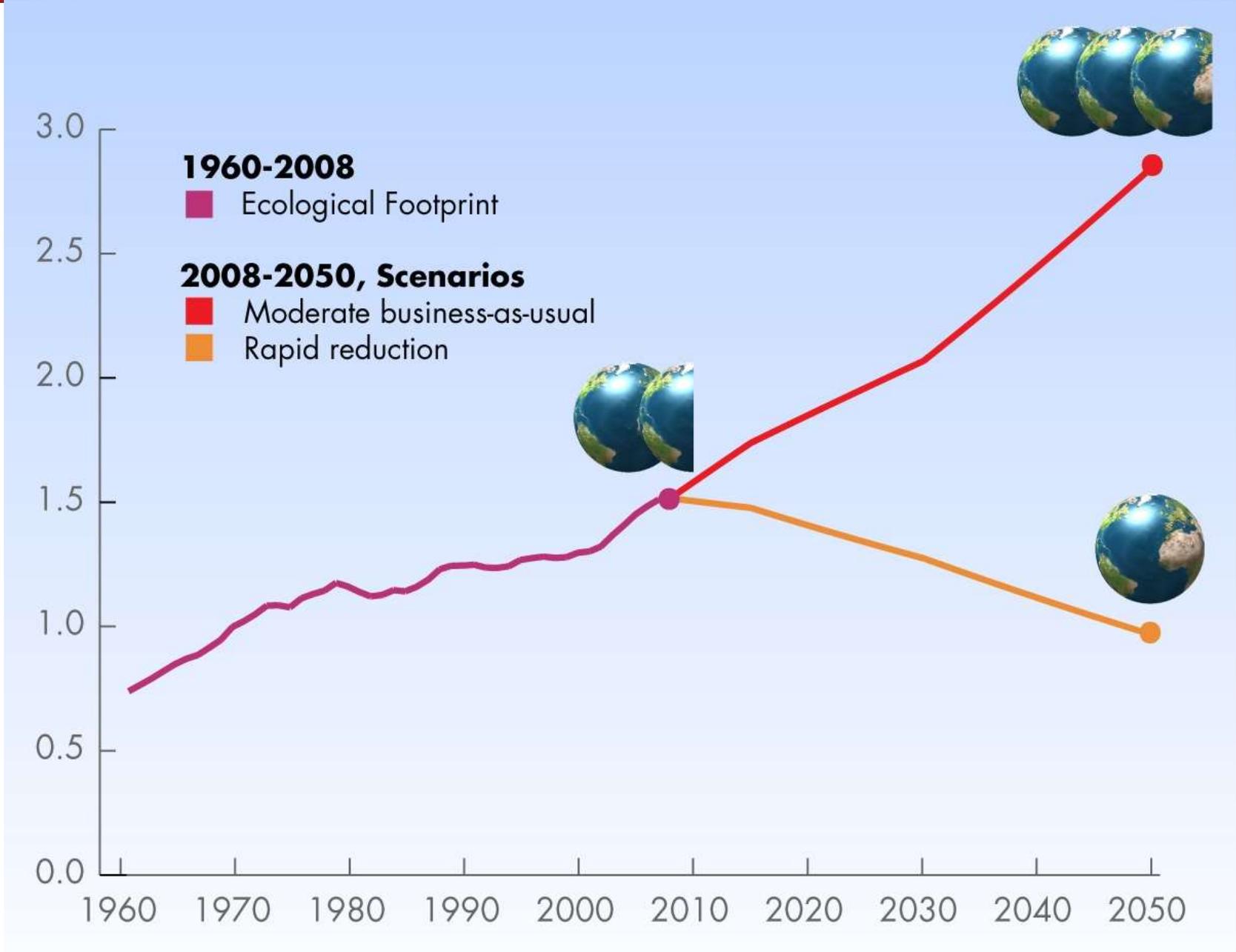
AGENDA

- **Antecedentes**
- **Efectos de extraer metales**
- **Los cambios de paradigmas**
- **1.-Valorización de escorias**
- **2.-Fabricación de aleaciones**
- **3.-Otros usos de beneficio social**
- **Reflexiones finales**

**La basura es un
invento humano...
...la naturaleza no
genera residuos**

<https://www.youtube.com/watch?v=7caAxy3Gkd4>

ANTECEDENTES

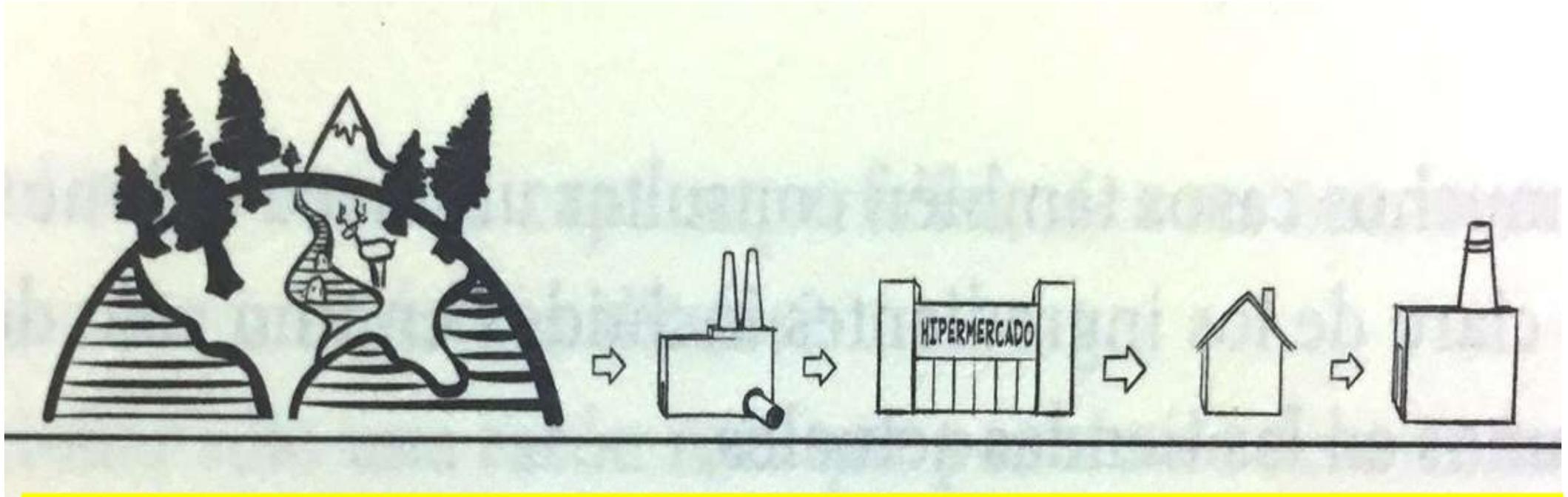


y-axis: number of planet earths, x-axis: years

ANTECEDENTES

ECONOMIA LINEAL: CENTRADA EN PRODUCTO

ECONOMIA CIRCULAR: PRODUCTO Y ENTORNO



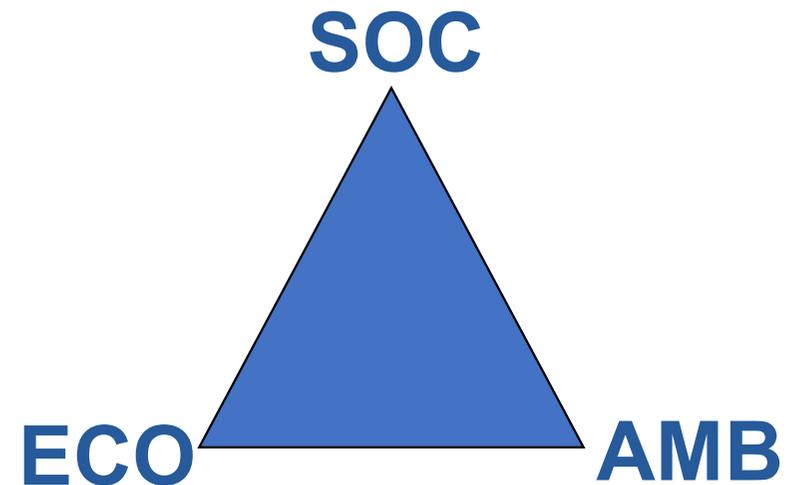
«No es posible operar un sistema lineal indefinidamente en un planeta finito»



ELLEN MAC ARTHUR FOUNDATION
www.ellenmacarthurfoundation.org

- La **ECONOMIA CIRCULAR** es una respuesta a la **ECONOMIA LINEAL**, con foco no sólo en el producto, sino también en el producto y el entorno

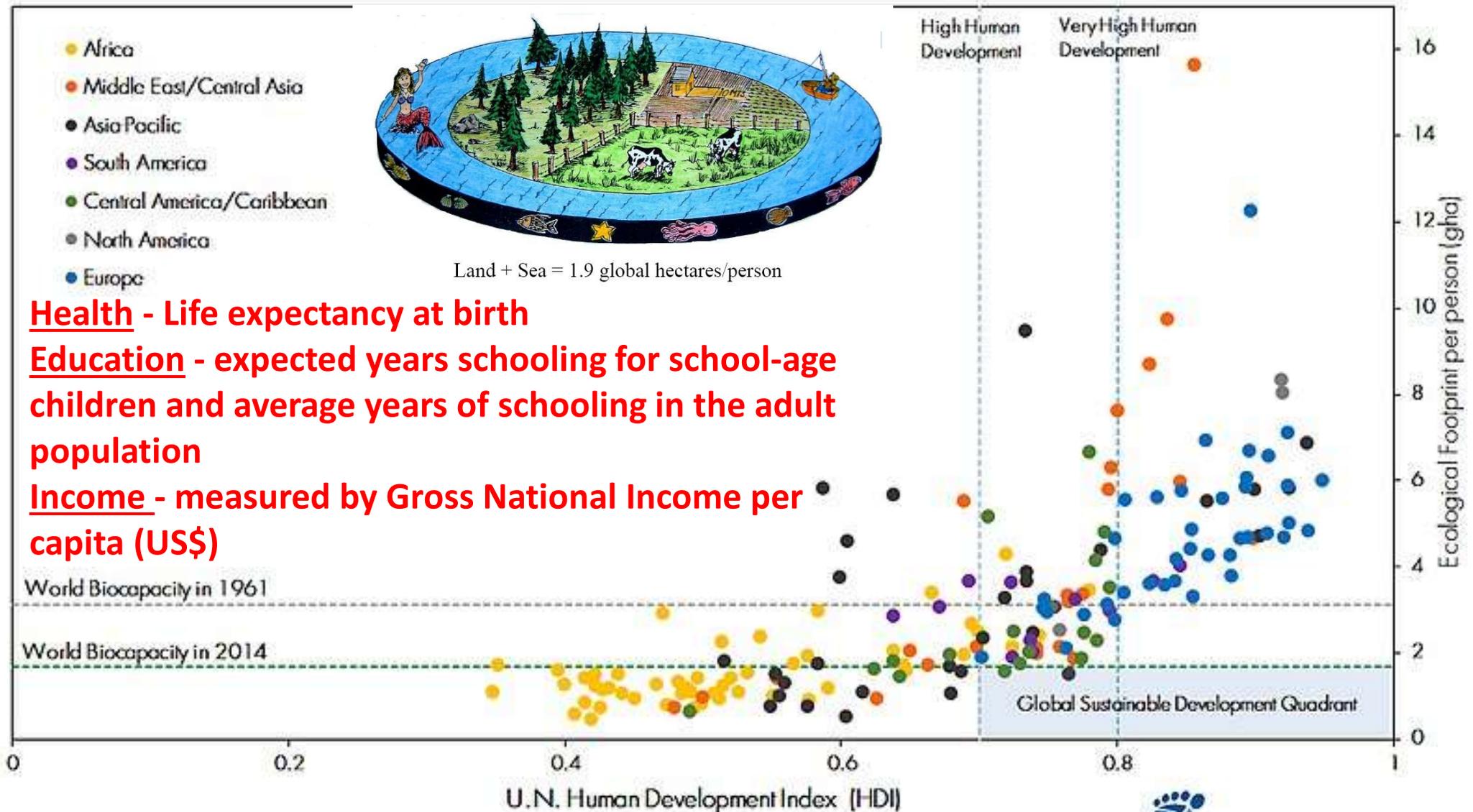
- Es una concepción de desarrollo con beneficios en lo **económico, social y medio ambiental**.



- Contrariamente a la Economía Lineal, pretende desacoplar el crecimiento asociado a recursos finitos.
- Se estima que el desarrollo de una Economía Circular en Europa significará una **reduccion del 32%** del consumo del **material primario para el 2030**, y un **53% para el 2050**.

ANTECEDENTES

Ecological Footprint per person and HDI of countries by world regions (2014)



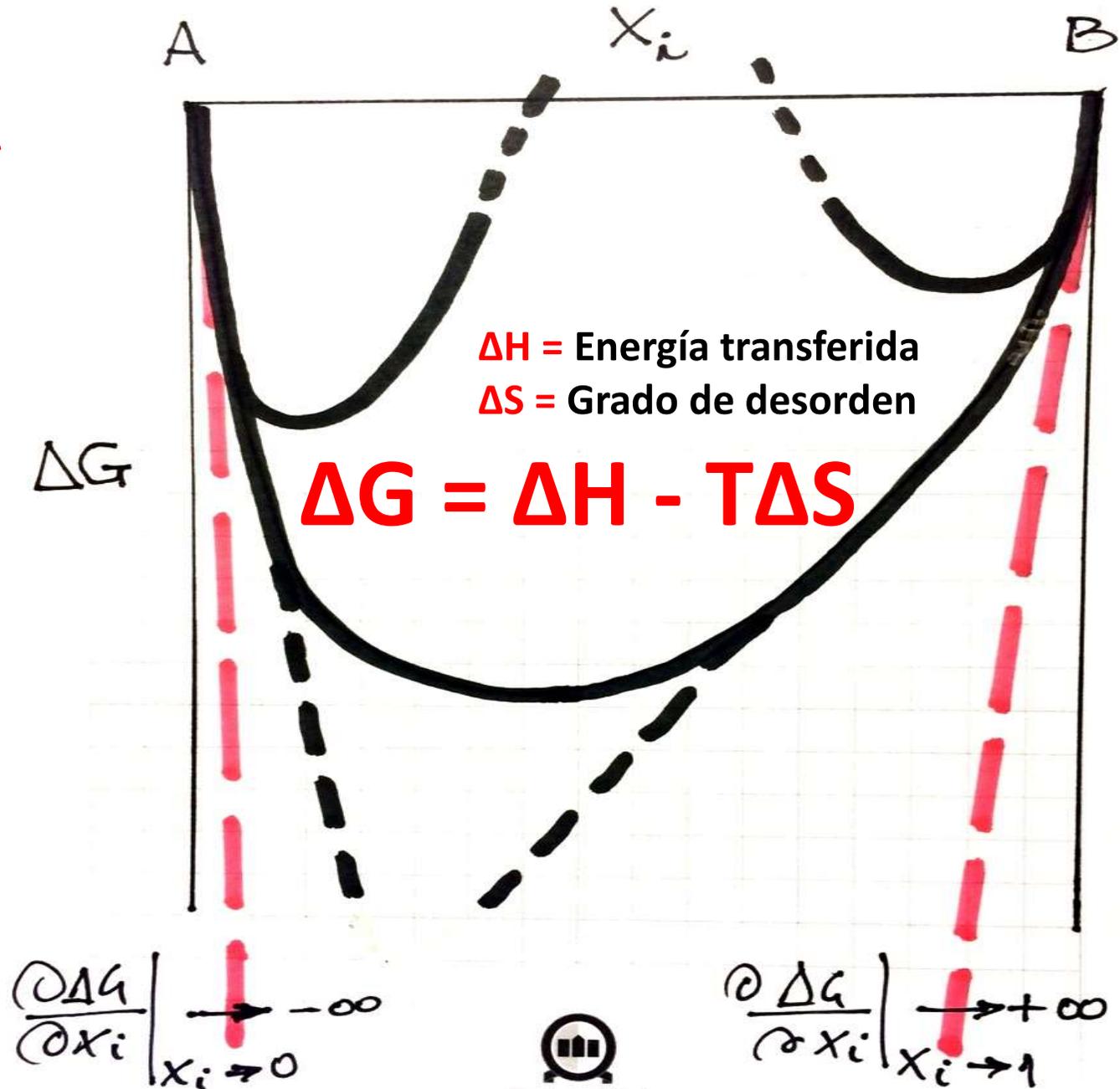
Health - Life expectancy at birth

Education - expected years schooling for school-age children and average years of schooling in the adult population

Income - measured by Gross National Income per capita (US\$)

ANTECEDENTES

...UN POCO DE TERMODINÁMICA

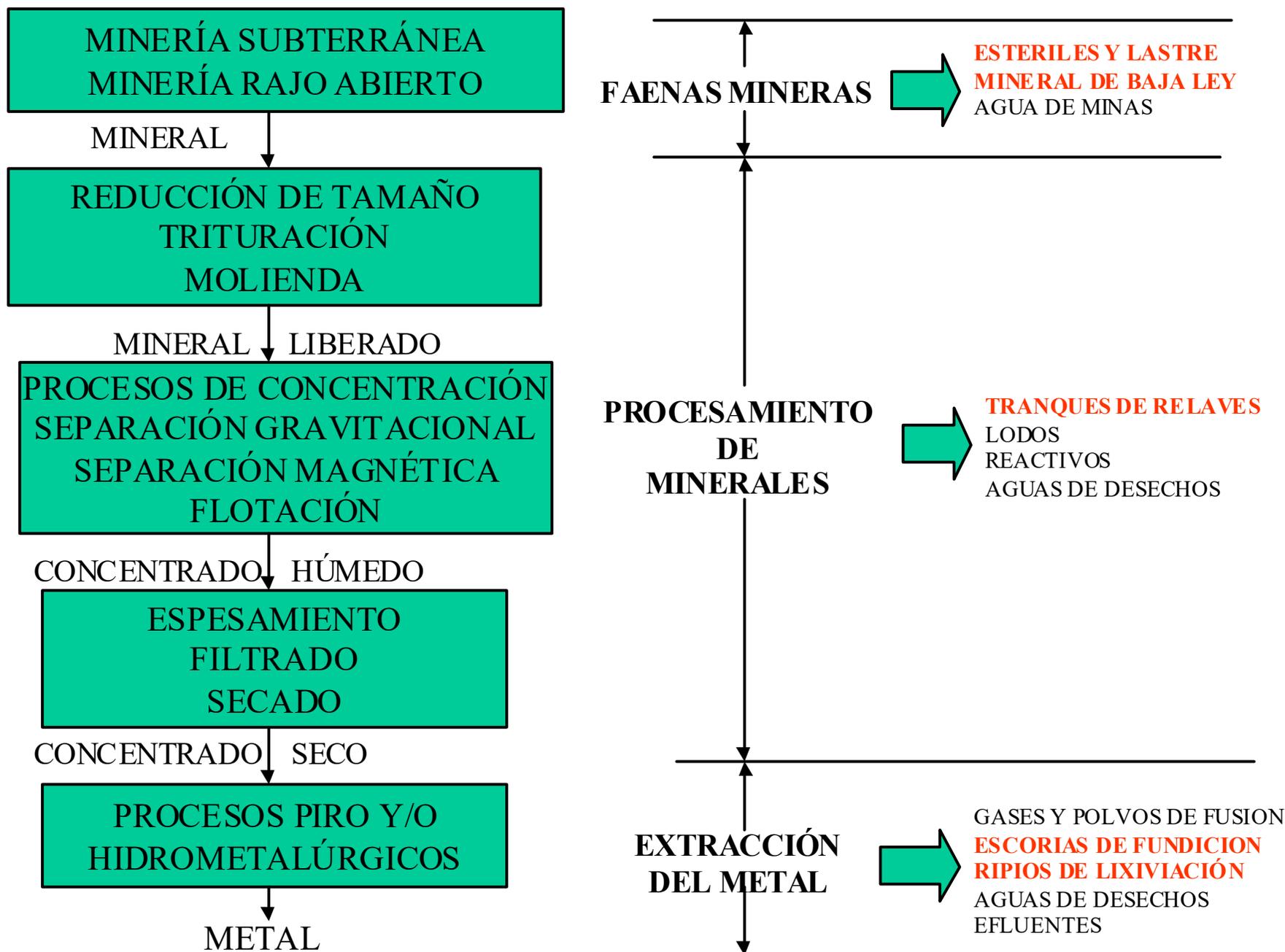


ANTECEDENTES

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

- UN PROCESO OCURRE ESPONTANEAMENTE SI:
 - (a) **libera energía** (b) **se desordena**
- ES EL LLAMADO PROCESO NATURAL (IRREVERSIBLE)
- Si al contrario:
 - (a) **agregamos energía** (b) **ordenamos**
 - EL PROCESO NO ES ESPONTANEO (NO NATURAL)
 - EN EL PROCESO DE PRODUCIR METALES PUROS
(«agregamos» energía y «ordenamos» estructuras)
 - **→ NO ES NATURAL Y NO PUEDE HACERSE SINO A COSTA DE TOMAR ENERGÍA DESDE EL UNIVERSO, Y DESORDENAR... OTRA PARTE DEL UNIVERSO**

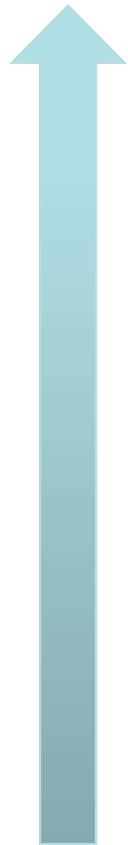
LOS EFECTOS DE EXTRAER METALES...



LOS EFECTOS DE EXTRAER METALES...

Caso del cobre: sólo aproximadamente 1% será recuperado → 99% va a disposición

METAL



MINA

Residuos Solidos	Generacion (ton/ton Cu)
SO ₂ en gases de Fundición	< 1
Escorias de Fundicion	2 - 5
Colas de Flotacion	60 - 100
Ripos de Lixiviacion	100 - 200
Esteril de Mina	300 - 400

LOS EFECTOS DE EXTRAER METALES...

Industrias Minera y Metalúrgica

1.- Extracción y Procesamiento.-

Desde el **mineral** hasta el **metal**



2.- Fabricación y Manufactura.-

Desde el **metal** hasta el **producto final**



LOS EFECTOS DE EXTRAER METALES...

IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LAS ETAPAS DE EXTRACCIÓN Y PRODUCCIÓN DE METALES

ETAPA	TIERRA	AGUA	AIRE
<i>EXTRACCION</i>	<i>ALTO</i>	<i>ALTO</i>	<i>ALTO</i>
PRODUCTORES PRIMARIOS			
<i>PROCESAMIENTO</i>	<i>MEDIO-ALTO</i>	<i>MEDIO-ALTO</i>	<i>ALTO</i>
PRODUCTORES SECUNDARIOS			
<i>FABRICACION</i>	<i>BAJO</i>	<i>BAJO</i>	<i>MEDIO-ALTO</i>
<i>MANUFACTURA</i>	<i>BAJO</i>	<i>BAJO</i>	<i>BAJO</i>

CASO PARADIGMATICO: GASES DE FUNDICIONES

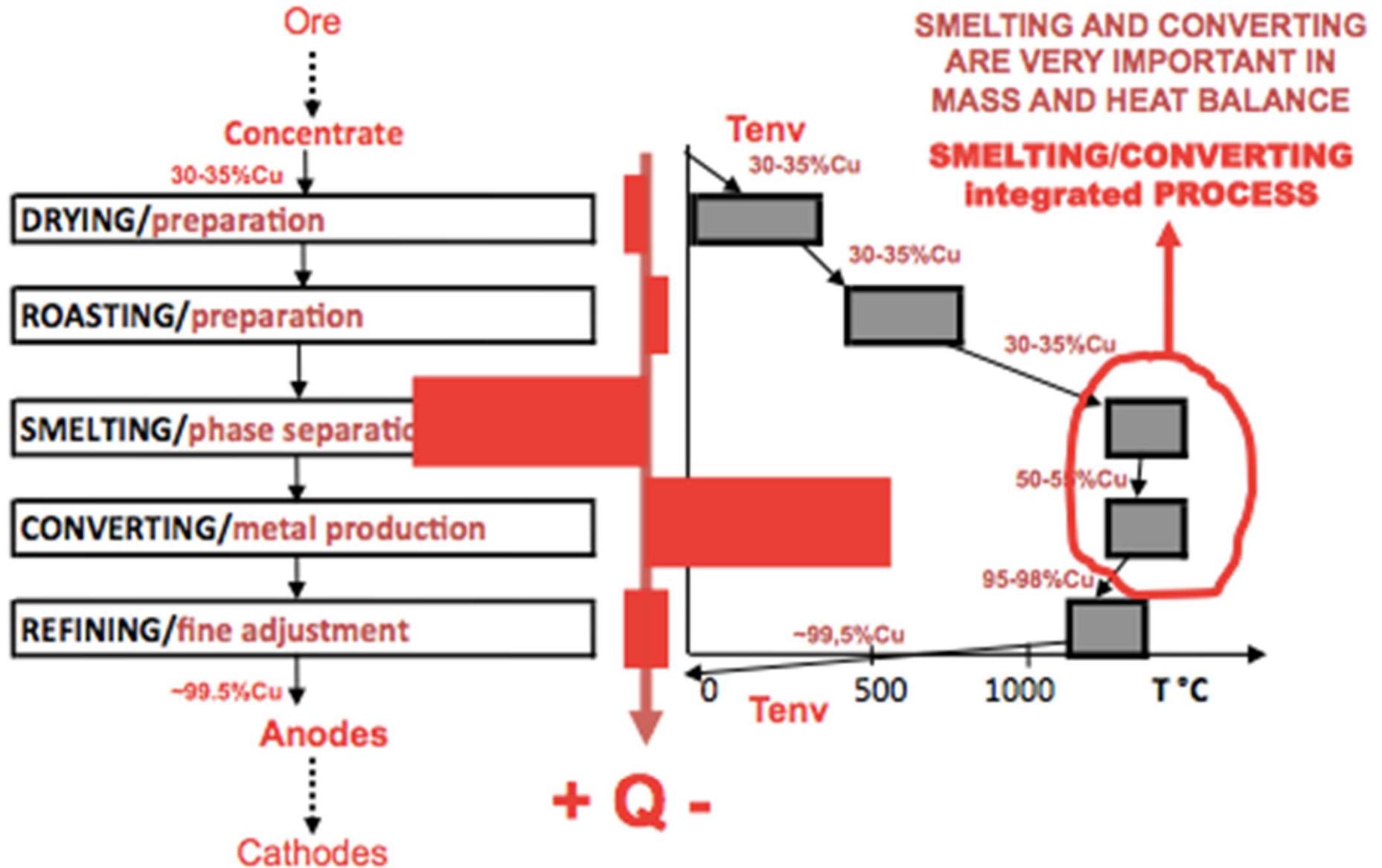
...los gases de las fundiciones fueron un pasivo...!

...pero hoy son utilizados para producir acido sulfurico → valor comercial...

...Y YA NO SON PASIVOS...



CAMBIOS DE PARADIGMAS



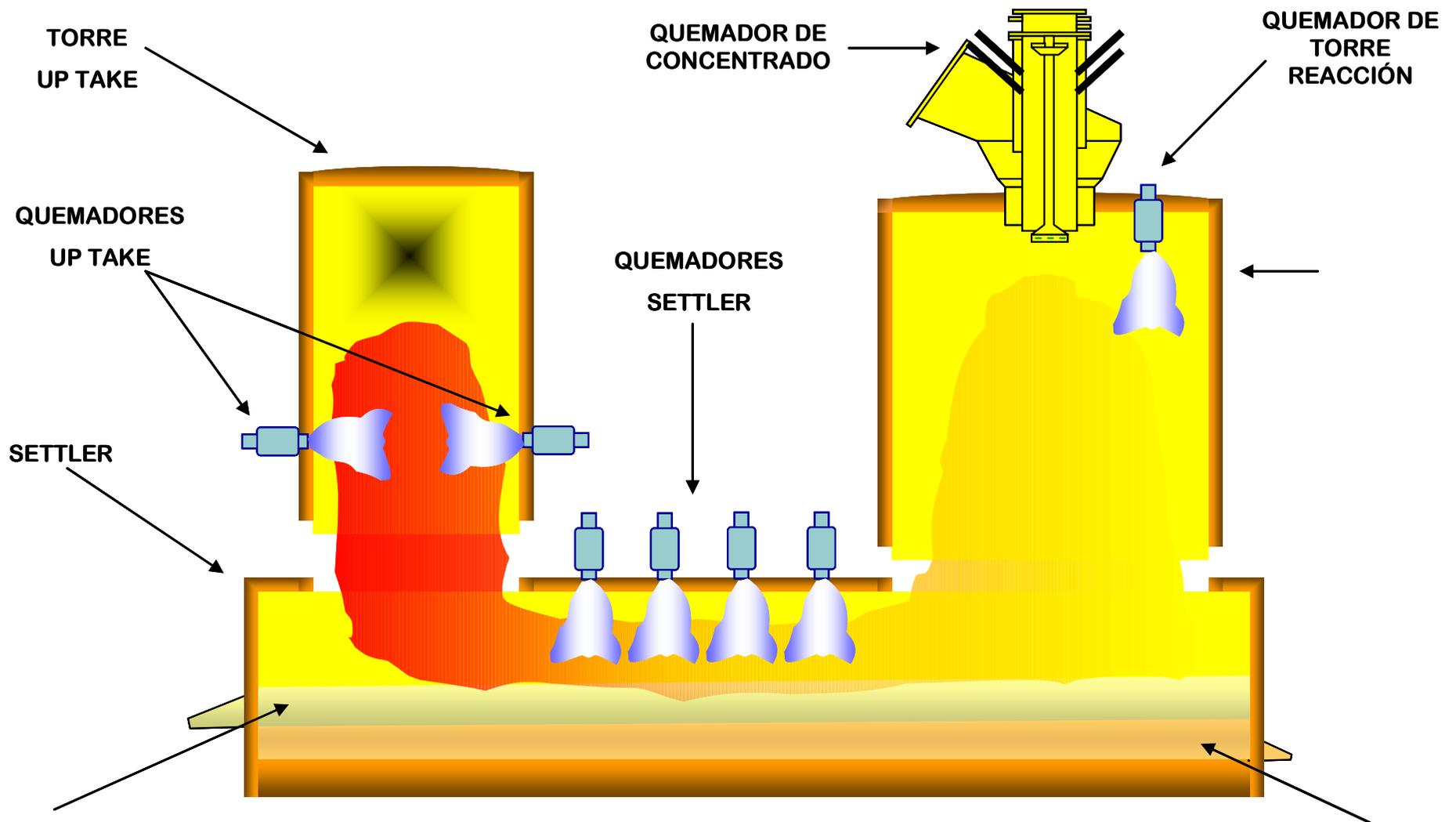
Integrated SMELTING-CONVERTING use Heat generated from $MS + O_2 = M + SO_2 + Q$ to smelt

CAMBIOS DE PARADIGMAS

LA ALTAS TEMPERATURAS SON
PRODUCIDAS POR LAS REACCIONES
EXOTERMICAS DE OXIDACIÓN

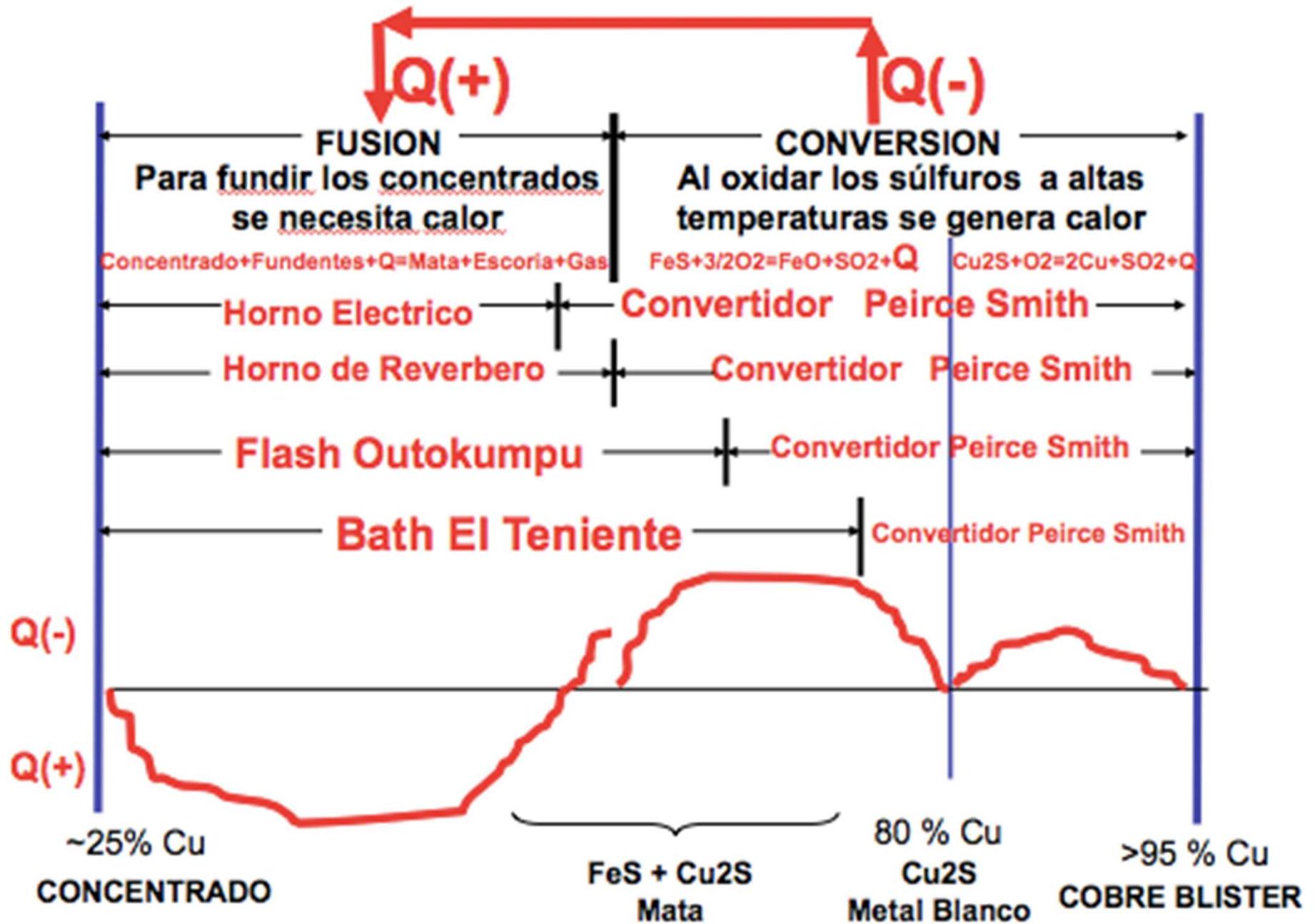


CAMBIOS DE PARADIGMAS



FLASH OUTOKUMPU FURNACE

CAMBIOS DE PARADIGMAS



1.- VALORIZACION DE ESCORIAS DE FUNDICIONES

Composición Final Escoria

30-40 % hierro

< 1 % cobre

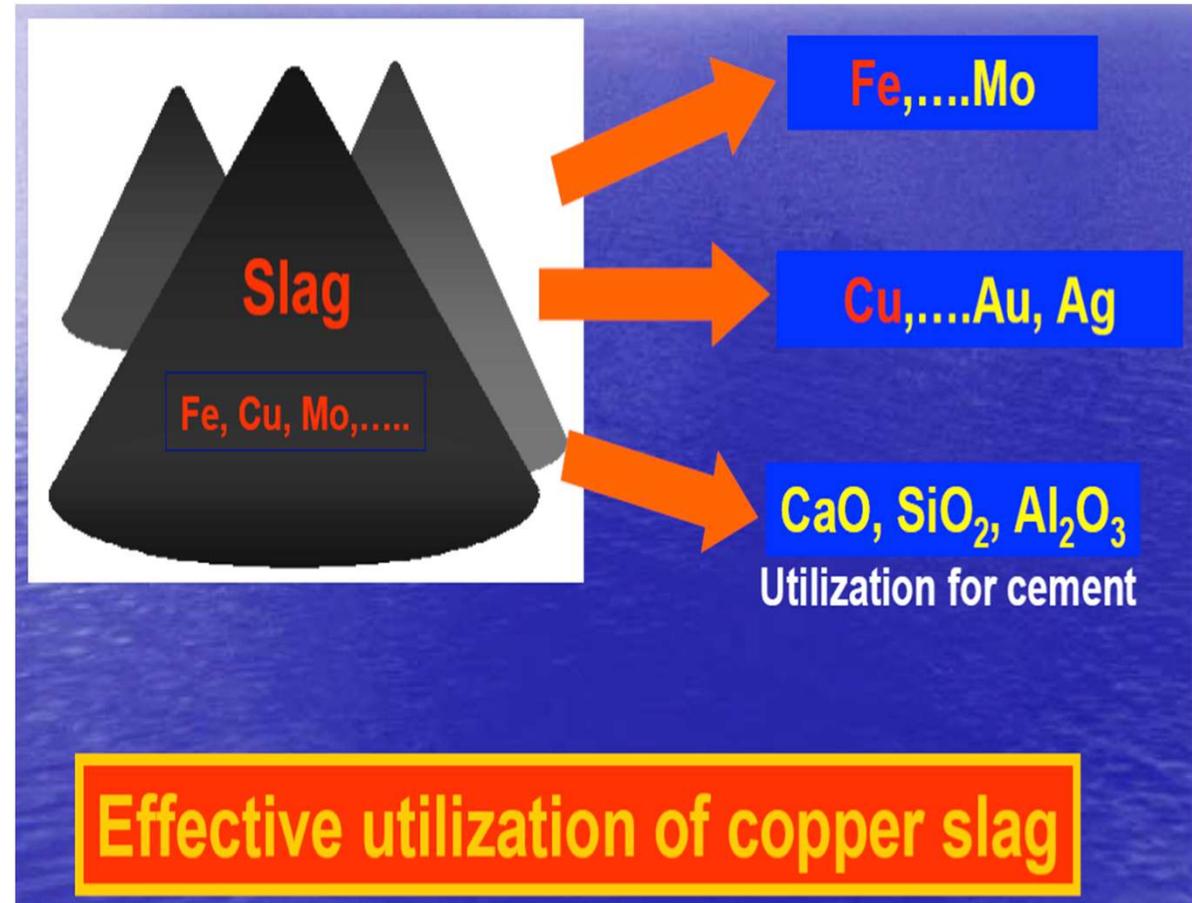
0.3 - 04 % molibdeno

35-40% silica

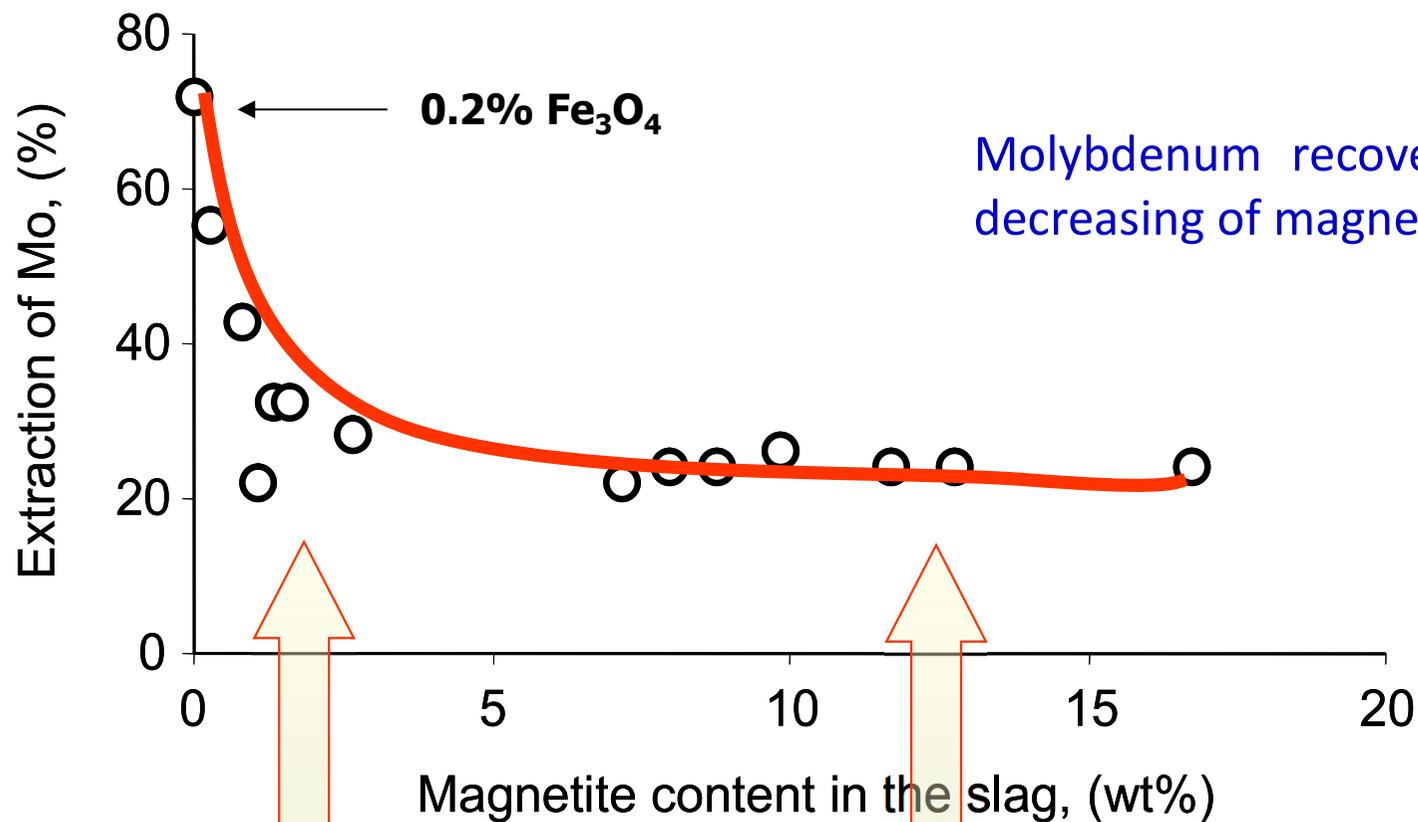
< 10 % alumina

...Zinc y metales preciosos (Au, Ag)

Importantes: **Mo, Cu, Fe**



1.- VALORIZACION DE ESCORIAS DE FUNDICIONES



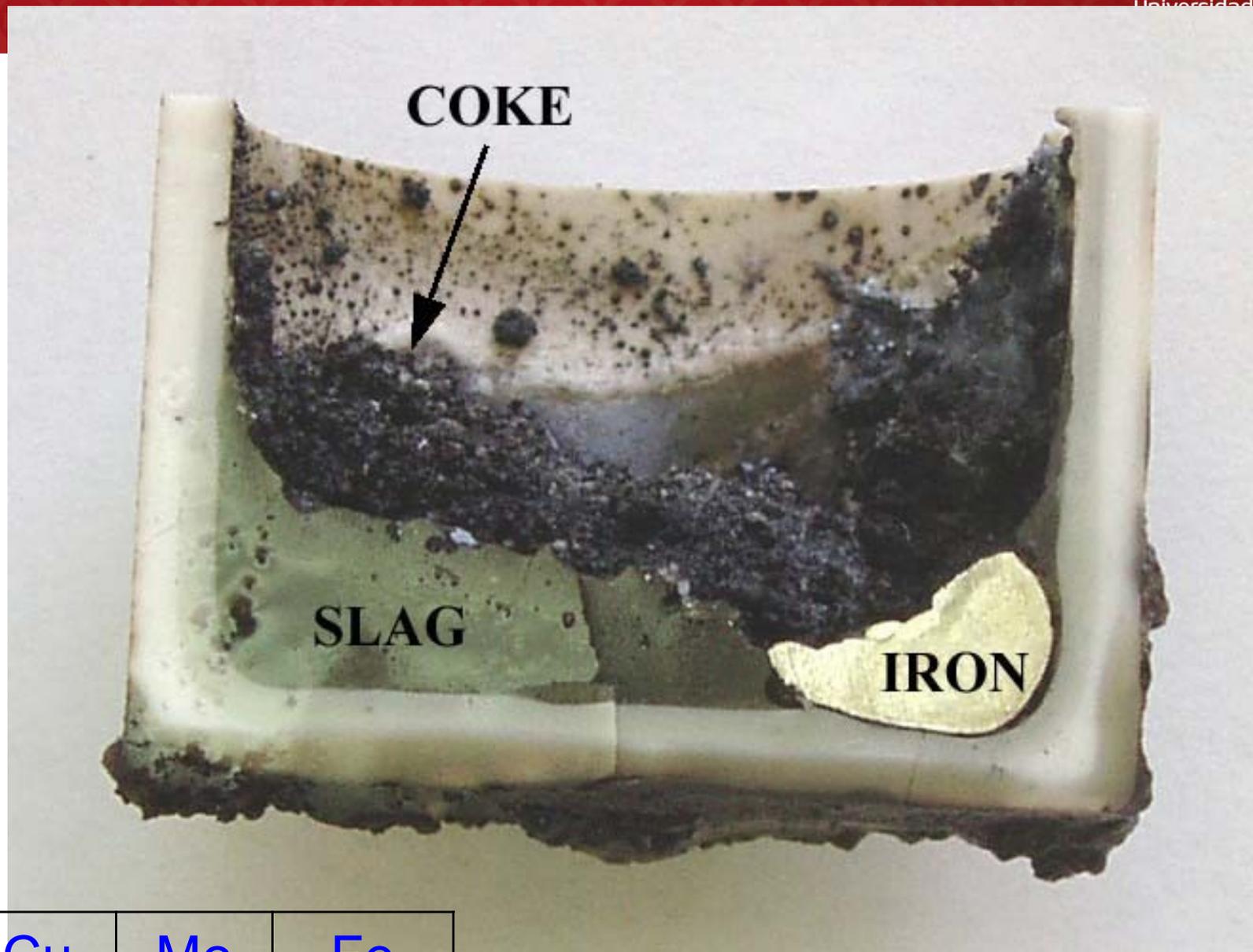
Rapidly cooled slag.

Slow cooled slag.

700 – 750°C

Air + 10%SO₂

2.- FABRICACION DE ALEACIONES...

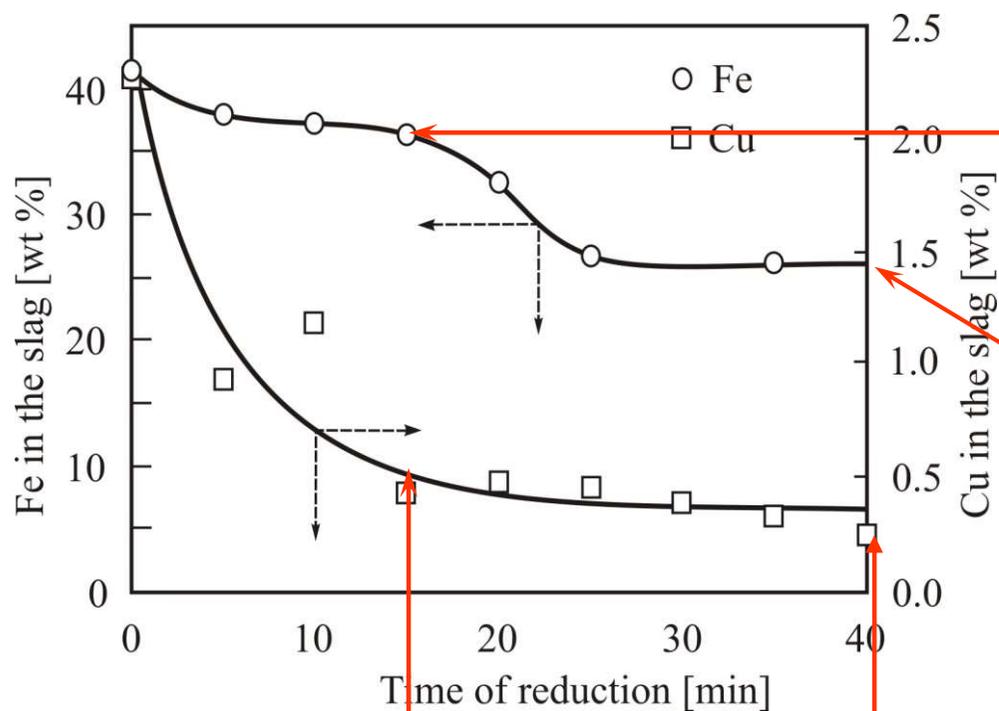


Aleación	Cu	Mo	Fe
A1	1,86	0,98	94,96
A2	1,93	1,03	93,33

**NECESARIO BAJAR EL
CONTENIDO DE COBRE A < 1%**

2.- FABRICACION DE ALEACIONES...

Effect of reduction time



Iron oxide reduction start after 15 min when most of the copper oxide has been reduced

Iron oxide reaches the lowest value of 27% after 40 minutes of reduction

Therefore, the experimental time was estimated as 50 minutes.

Copper content decreases from 2.3% to 0.5% during the first 15 minutes

Copper content decreases to 0.3% in the final slag

3.- OTROS USOS DE BENEFICIO SOCIAL

MATERIAL DE CONSTRUCCION (viviendas, cierres, carreteras)



**PROTECCION LECHOS
FLUVIALES, PUERTOS Y
SECTORES COSTEROS**

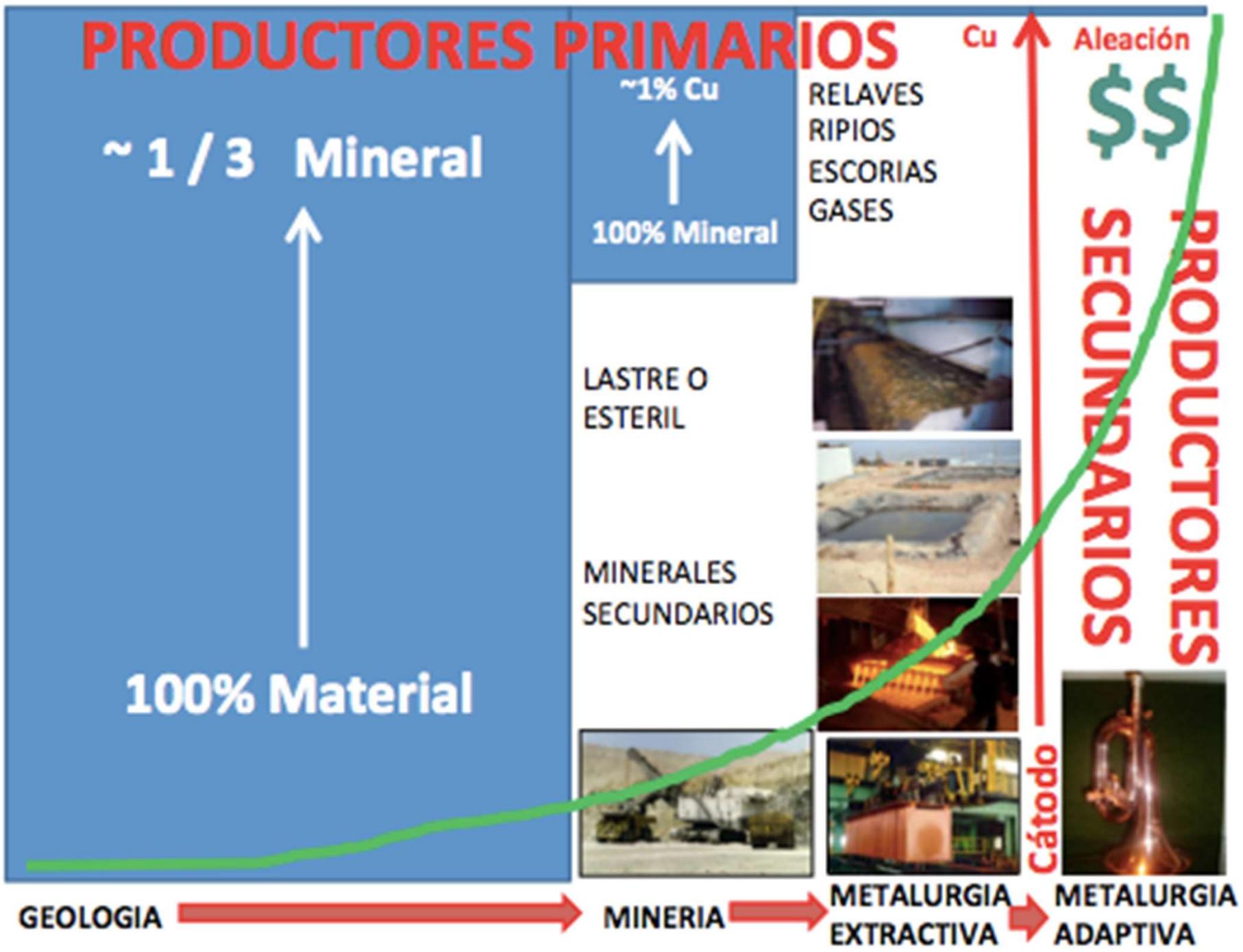
JOYERÍA



**Conference on Steel and Society,
Osaka, Japan, June 2000**

- Hoy tenemos claridad sobre las dimensiones de nuestro planeta y sus limitaciones. Vivimos circunstancias muy sensibles en lo social, lo ambiental y lo económico.
- Es el momento de mirar hacia el pasado y remediar los efectos negativos que dejó nuestro desarrollo. Mirar hacia el futuro e internalizar que nuestro desarrollo es parte de la naturaleza .
- La Economía Circular trata de corregir estas anomalías dando una estructura más científica y racional al desarrollo. Sin embargo necesita de un cambio cultural y de la participación activa de instituciones y personas.

REFLEXIONES FINALES





IMetChile

Muchas Gracias

Auspiciado por:

PAMPA NORTE | BHP



Educación
Continua

Patrocinado por:

