



Instituto Universitario de Investigación Mixto de la

Energía y Eficiencia de los
Recursos de Aragón

Universidad Zaragoza

Industria en transformación: el nuevo paradigma ante recursos al límite

Alicia Valero

Edificio CIRCE / Campus Río Ebro / Mariano Esquillor Gómez, 15 / 50018 ZARAGOZA

Tfno. (+34) 976762145/ 976762950 / web: <https://energaia.unizar.es> / email: energaia@unizar.es



Desafío: Recursos al límite

El cierre del Estrecho de Ormuz

Por Ormuz pasaba el 20% del petróleo, el 30% del GNL, el 30% de los fertilizantes, el 30% de helio, el 30% del aluminio...



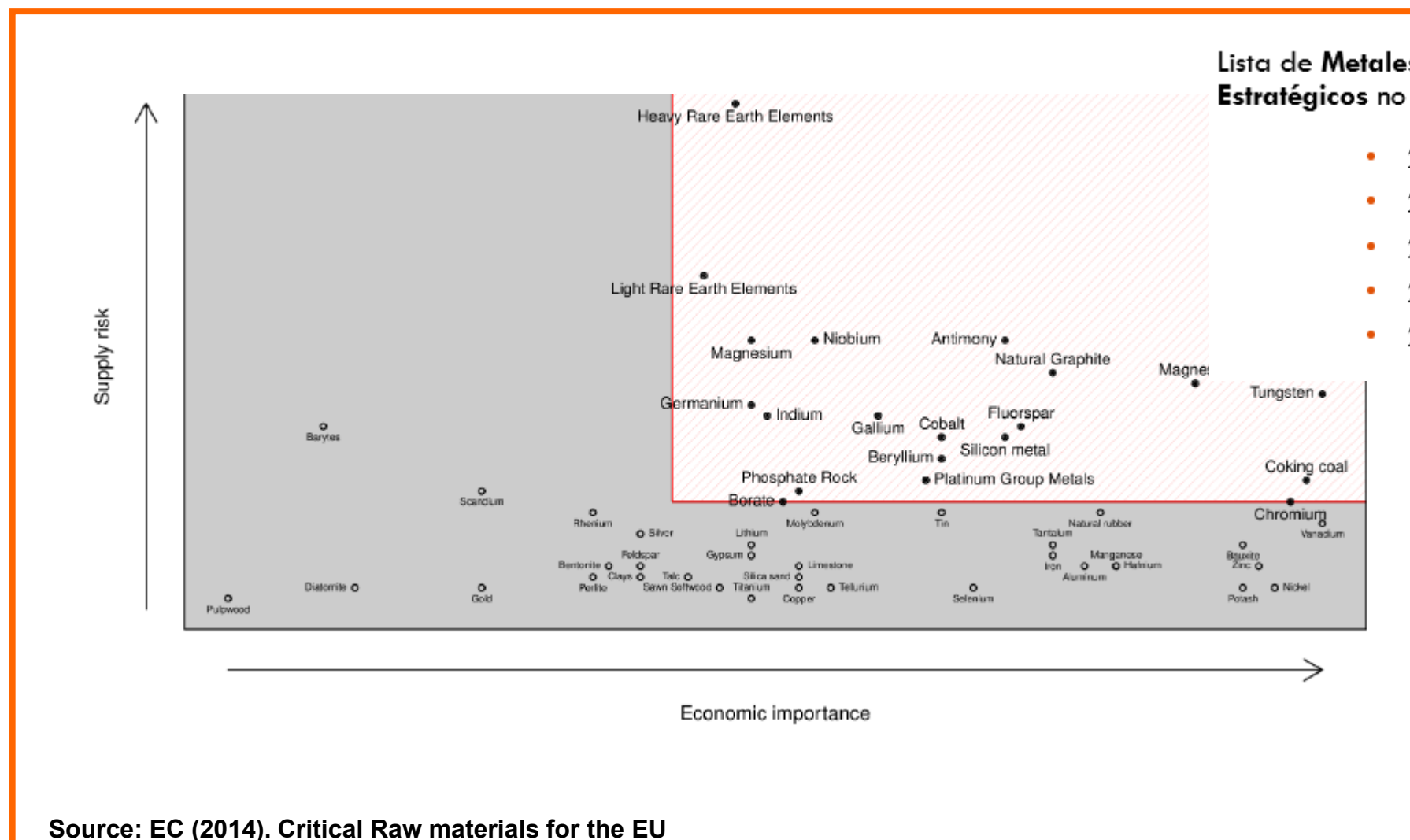
Dado el nivel de destrucción actual, una parte de esto ya se ha perdido para siempre

“Las economías del futuro ya no dependerán del petróleo y el carbón, sino del litio para las baterías; del silicio metálico para los chips; de los imanes permanentes de tierras raras para los vehículos eléctricos y las turbinas eólicas. Y es seguro: las transiciones verde y digital aumentarán masivamente nuestra necesidad de estos materiales”.

Ursula von der Leyen, President of the European Commission, Enero 2023



Materias Primas Críticas para Europa



Materias primas críticas y fundamentales en 2023 para Europa

2023 Critical Raw Materials (*Strategic Raw Materials in italics*)

aluminium/bauxite	coking coal	<i>lithium</i>	phosphorus
antimony	feldspar	<i>LREE</i>	scandium
arsenic	fluorspar	<i>magnesium</i>	<i>silicon metal</i>
baryte	<i>gallium</i>	<i>manganese</i>	strontium
beryllium	<i>germanium</i>	<i>natural graphite</i>	tantalum
<i>bismuth</i>	hafnium	niobium	<i>titanium metal</i>
<i>boron/borate</i>	helium	<i>PGM</i>	<i>tungsten</i>
<i>cobalt</i>	<i>HREE</i>	phosphate rock	vanadium
		<i>copper*</i>	<i>nickel*</i>

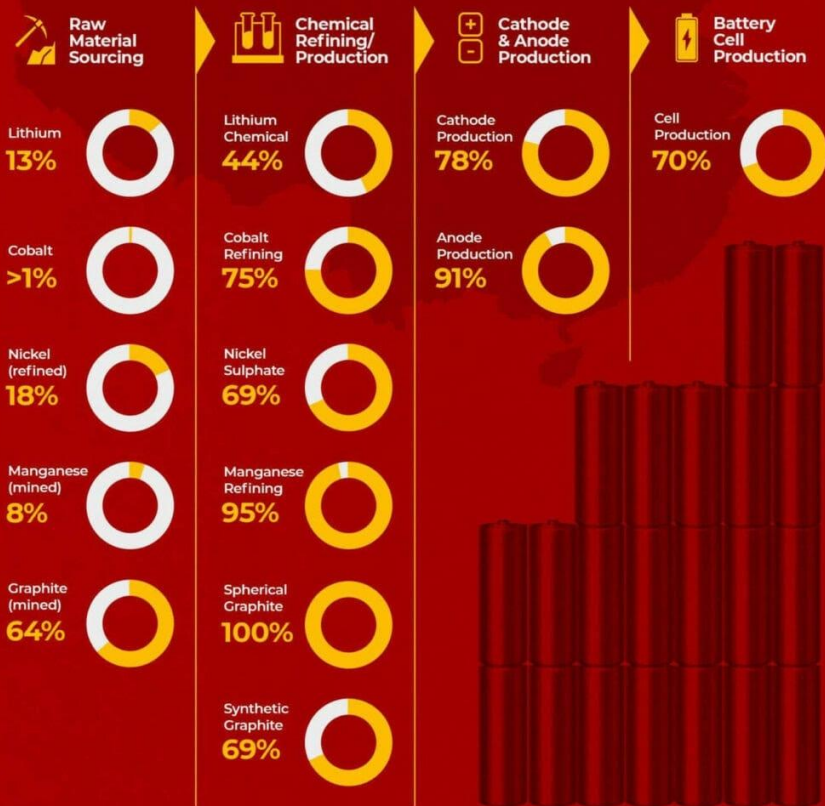
CHINA'S BATTERY SUPPLY CHAIN DOMINANCE

Benchmark offers insight on China's stronghold of the global lithium ion battery supply chain, by illustrating how the country dominates mining, metal refining, battery grade chemicals production, cathode & anode making and cell production.

CHINA'S % OF SUPPLY

across the Lithium ion Battery Value Chain in 2022 (f)

■ CHINA
■ REST OF WORLD



BATTERY MANUFACTURING

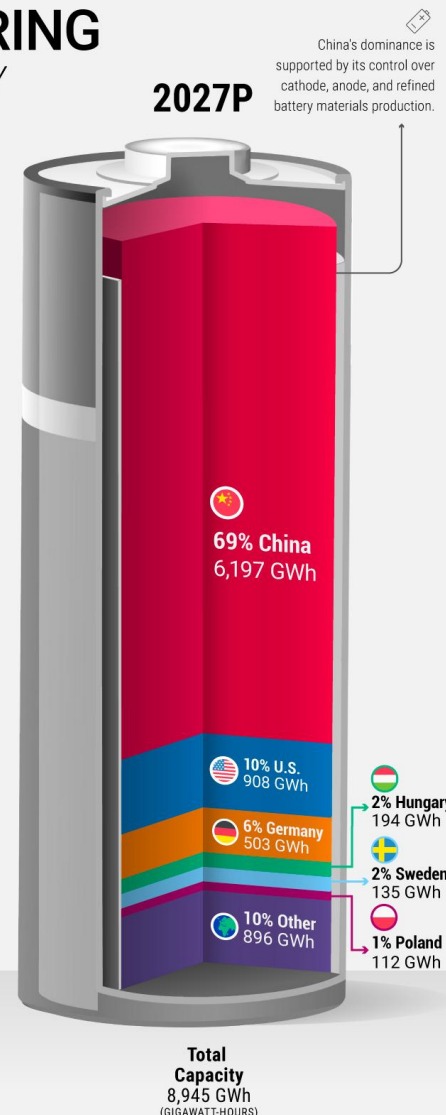
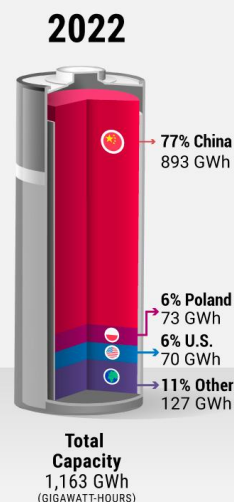
CAPACITY BY COUNTRY

Global lithium-ion battery production capacity is **projected to increase eightfold by 2027**.

Here's a look at the top countries for battery manufacturing in 2022 and 2027, based on BloombergNEF's lithium-ion supply chain rankings.

Six of the top 10 battery manufacturing companies are headquartered in China.

U.S. battery production capacity is projected to grow over 10x by 2027.



China's dominance is supported by its control over cathode, anode, and refined battery materials production.

China acapara

- 64% minería global de grafito,
- 75% refineries de cobre,
- 78% producción de cátodos
- 91% de ánodos.
- China comercializa 7 de cada 10 baterías en el mundo.
- Similar para otros CRM, por ej. 94% dependencia de China en imanes permanentes para turbinas eólicas.

Sources:

- <https://source.benchmarkminerals.com/article/infographic-chinas-lithium-ion-battery-supply-chain-dominance>;
- <https://www.visualcapitalist.com/chinas-dominance-in-battery-manufacturing/>

China prohíbe las exportaciones de minerales críticos a EE. UU.

La medida intensifica la guerra en la cadena de suministro y se produce un día después de que el gobierno de Biden ampliara las restricciones a la venta de tecnología avanzada estadounidense a China.



China, que produce casi todo el suministro mundial de minerales críticos, ha ido reforzando su control sobre estos materiales. Wu Changqing/VCG, via Getty Images

galio y germanio - semiconductores

antimonio- explosivos

wolframio- munición

China vigila la cadena de suministro de muchas MMPP (ej. Tierras raras) que exporta, prohibiendo determinadas aplicaciones.



¿Reindustrialización como solución?

CRITICAL RAW MATERIALS ACT

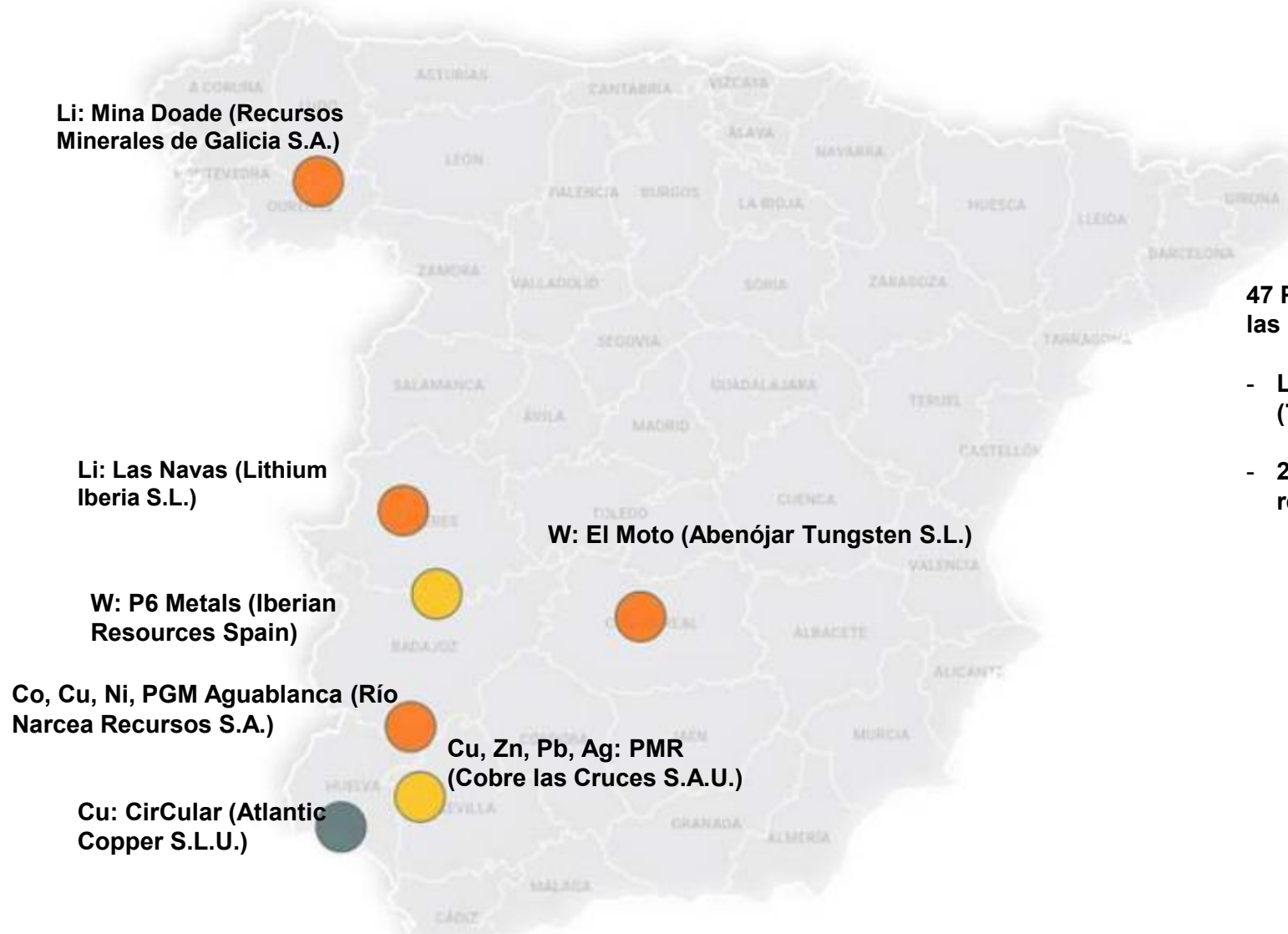


La Comisión Europea ha planteado unos objetivos para 2030:

- **>10%** del consumo **extraído** en la UE,
- **>40%** del consumo **transformado** en la UE,
- **>25%** del consumo **reciclado** en la UE,
- **<65%** del consumo **procede** de un único país.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1661

Proyectos estratégicos en España



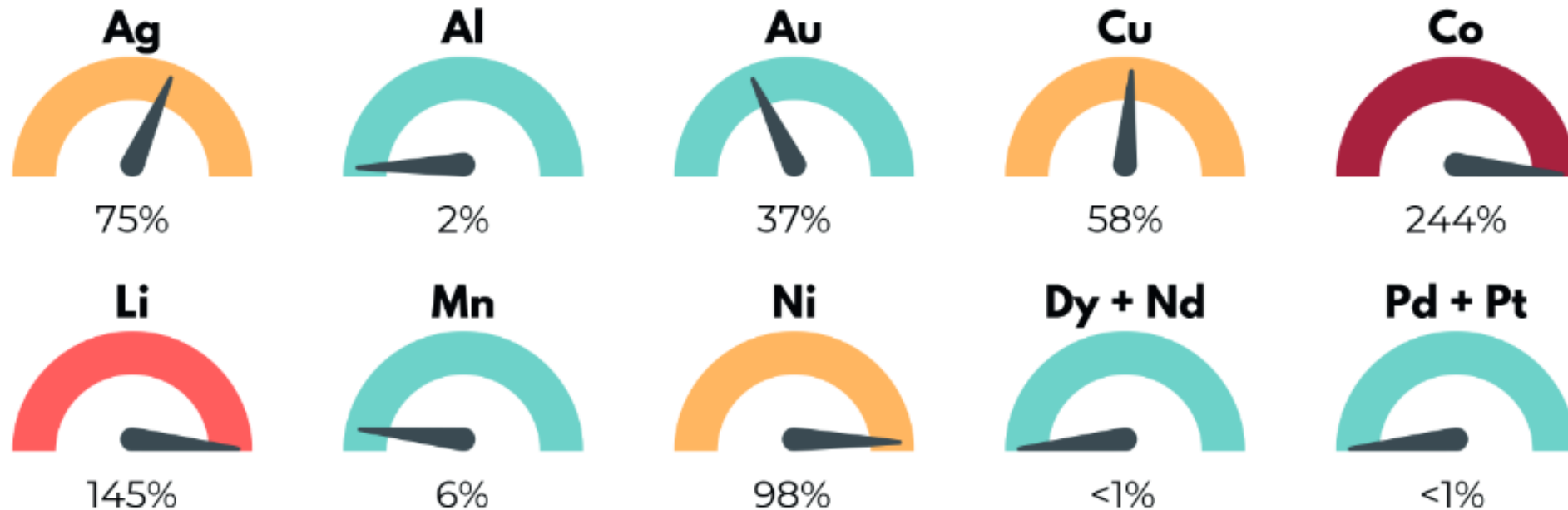
47 Proyectos en Europa (acceso a 14 de las 17 MMPP estratégicas):

- Li (22), Ni (12), grafito (11), Co (10), Mn (7), W(3), REE, Cu, PGM, Mg, Se.
- 25 extracción; 24 procesamiento; 10 reciclado 2 sustitución.

El caso del territorio español



Escenario de transición sin mejoras en la recogida y reciclaje



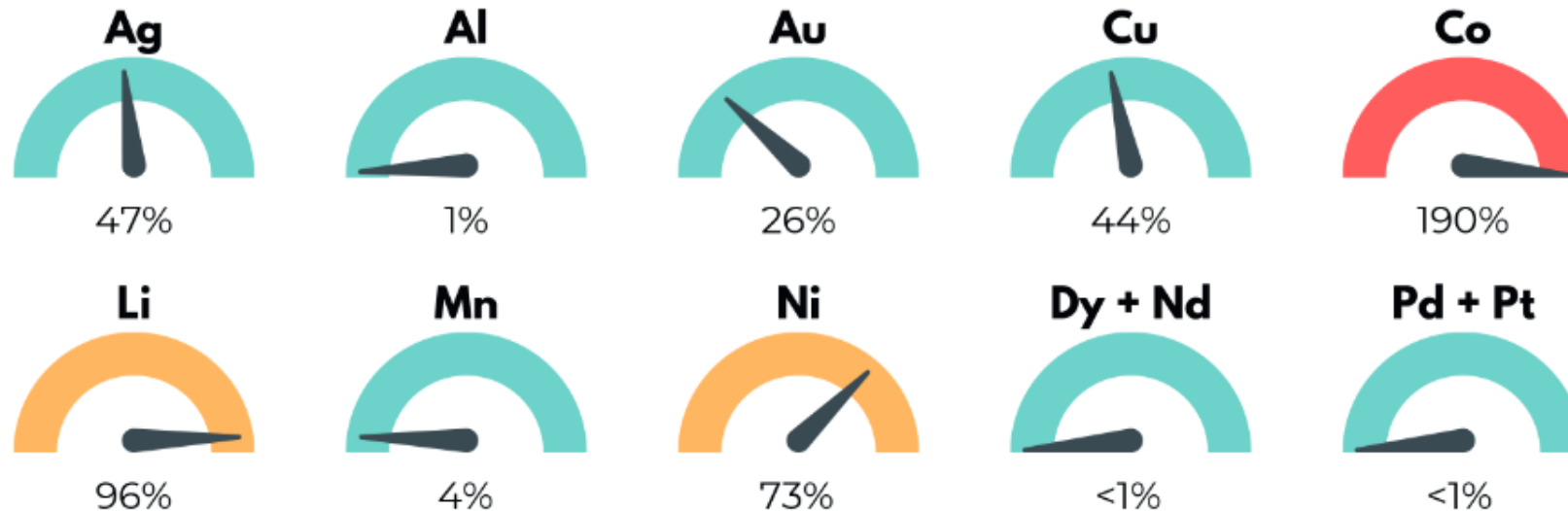
Población de España:
0,6% población
mundial → **Fracción
equitativa de las
reservas globales:**
0,6% de las reservas
(USGS, 2022)

El caso del territorio español



Distribución según tecnologías de la demanda acumulada de metales 2020-2050
considerando altas tasas de reciclaje

Escenario de transición



Población de España:
0,6% población
mundial → **Fracción
equitativa de las
reservas globales:**
0,6% de las reservas
(USGS, 2022)

Northvolt, el gran fracaso de Europa que deja la industria del coche eléctrico en manos de China



Factoría de Northvolt. / Volkswagen

ECONOMÍA Y FINANZAS NOTICIA 🕒 17 feb 2025 - 04:30

👤 FERNANDO LATIENDA





¿Y qué hacemos?

Más Rosalía y más Botijos



Rosalía actúa en la 62da entrega anual de los premios Grammy el 26 de enero de 2020 en Los Ángeles. (Matt Sayles / Matt Sayles/invision/ap)



VUELTA A LAS RAICES. VUELTA AL FUTURO:



Calidad en los productos

“INGENIERÍA DEL BOTIJO”



- Mantiene el agua fría (eficiencia energética)
- Diseño simple
- Materiales locales y baratos
- Robusto
- Fácil de reparar y reciclar (sólo 1 material)
- Inocuo al medio ambiente
- Crea sentimiento de comunidad

LA “DESFÁBRICA”

Calidad en los procesos

- Una fábrica de automóviles produce un coche cada 2 minutos
- La misma fábrica es incapaz de desensamblar un solo vehículo!



En el diseño de productos, asegúrate de que estos puedan ser fácilmente desensamblados

Estrategia pieza a pieza: Para una economía realmente circular/espiral, los productos no deben convertirse en una fuente de materiales, sino en una fuente de piezas de repuesto!!!

Decálogo de la Ingeniería del BOTIJO + DESFÁBRICA



Calidad en los productos y en los procesos

1. **Desmaterializa**
2. Usa materiales locales y abundantes (**diseña componentes con baja rareza**)
3. Maximiza el uso de **MMPP recicladas**. Estas pueden venir a través de la **simbiosis industrial/municipal**
4. Diseña para **durar, modulariza**
5. **Estandariza**
6. **Evita el uso de materiales y mezclas complejas** imposibles de reciclar (entiende la termodinámica y metalurgia detrás de cada producto)
7. Invierte en trazabilidad y calidad de los datos (pasaporte del producto). Habla con proveedores, desensambladores, usuarios.
8. El fin de vida de un producto, no significa el fin de vida de sus componentes=>**reutilización de componentes**. Hagamos que, como las personas, **los productos sean “donantes de órganos”**
9. Plantea nuevos modelos de negocio: **servitización y uso compartido**
10. La **cooperación interempresarial, interurbana e interregional** es estratégica => practica la **simbiosis industrial**.

Deberes para las administraciones/industria



1. Legislar tasas de **recuperación en calidad** y no cantidad
2. Fomento en **I+D en proyectos de Economía Circular/Espiral.**
3. Eliminar barreras administrativas para favorecer la **simbiosis industrial/municipal** (revisar la condición fin de producto – Códigos LER)
4. **Reducir la burocracia** para favorecer prácticas de economía circular
5. Invertir en **canales y servicios sólidos de recolección de residuos.**
6. Crear un **mercado sólido de materias primas recicladas.** (Por ejemplo, introducir en los pliegos de condiciones criterios de sostenibilidad)
7. Invertir en **plantas** que recuperen MMPP críticas

Deberes para las administraciones/sociedad

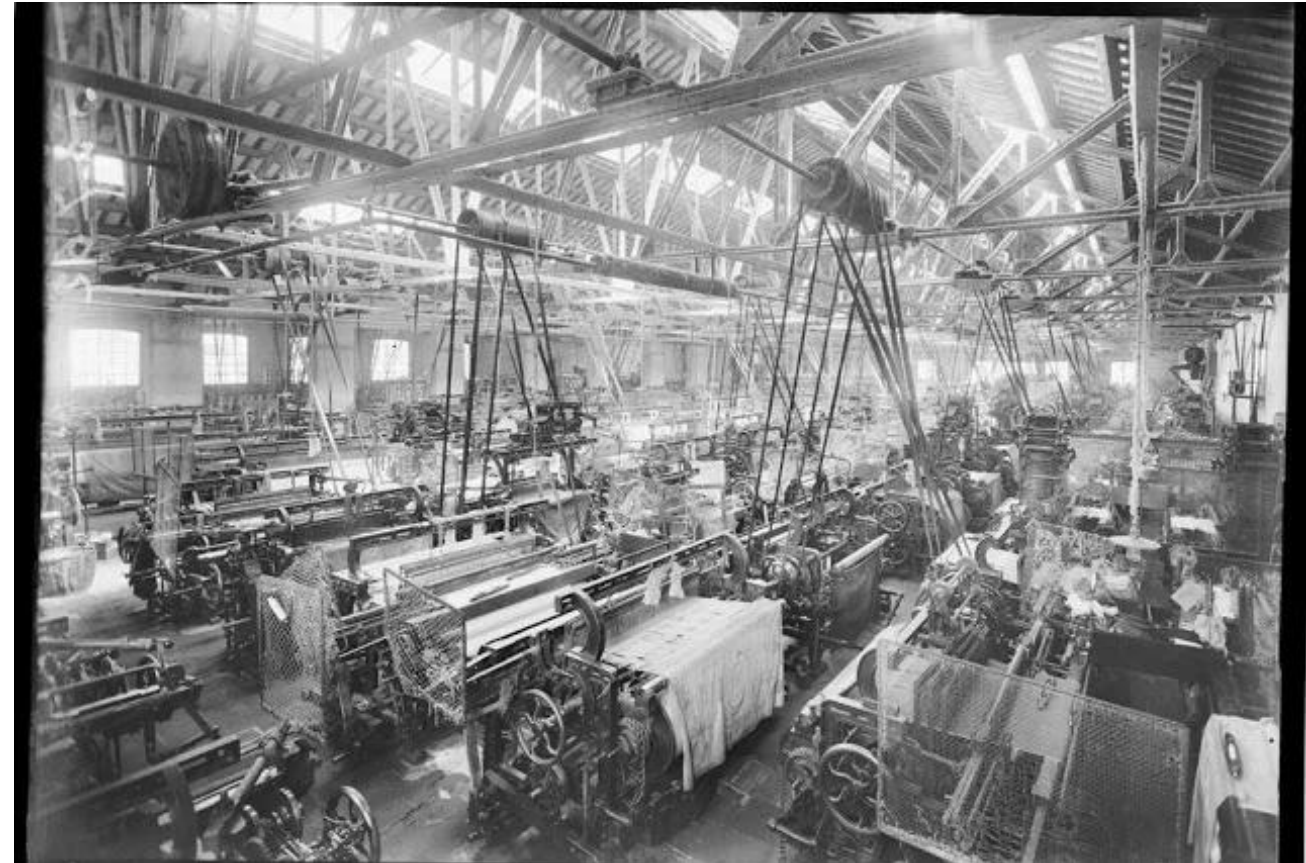


1. Hay que preparar a la sociedad. Educar y comunicar que hay que **cambiar la cultura del usar y tirar**. Progreso no es igual a crecimiento.
2. Fomento de lo local
3. Fomento de la **cultura de la reparación**, por ejemplo, bonificando a los usuarios que reparan
4. **Redignificar las profesiones del final de vida**. Los zapateros, remendadores, chatarreros, traperos... Porque son ellos los que hacen que la rueda gire!
5. Los **impuestos** asociados a **los recursos primarios escasos deben incrementarse**. Estos impuestos a su vez, deben servir para recuperar y restaurar lo que se ha degradado. A cambio, reducir impuestos en lo esencial, por ejemplo, el trabajo y los bienes básicos. Además, estos impuestos deben ser progresivos, penalizando el derroche.
6. Desarrollo de **infraestructuras de uso compartido**.

Tradición e innovación; ingenio y respeto por los recursos; diversidad sin renunciar a la identidad



Telares Manresa





Instituto Universitario de Investigación Mixto de la

Energía y Eficiencia de los
Recursos de Aragón

Universidad Zaragoza

GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN

aliciavd@unizar.es



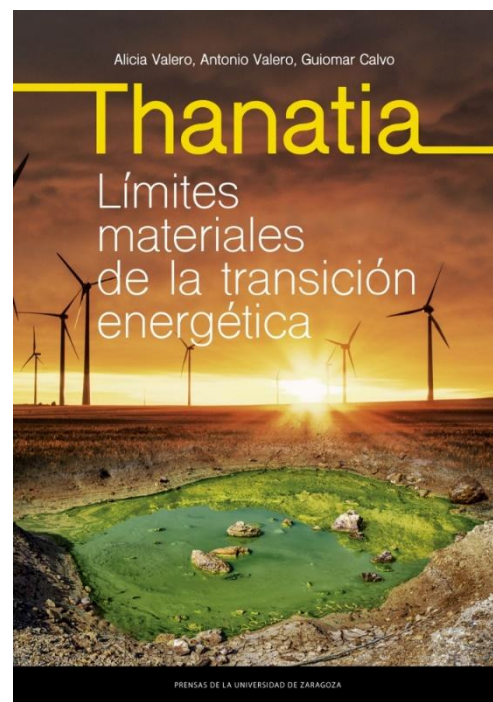
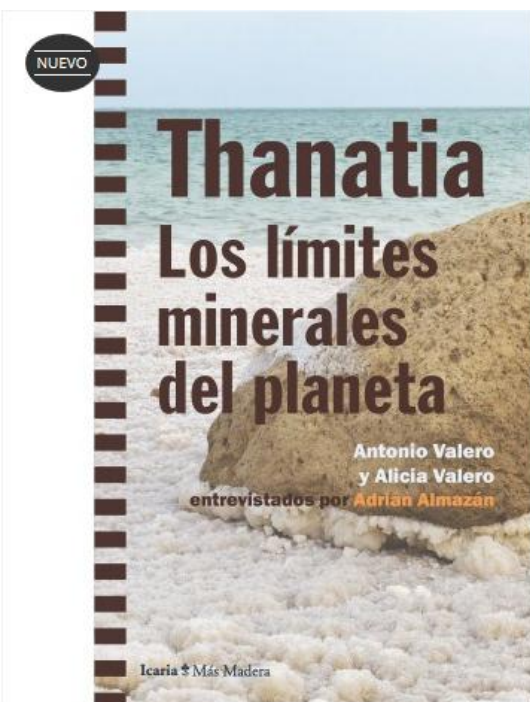
www.rquerre.com



www.rquerre.com



Co-funded by
the European Union





¿Cuánto de circular es la economía circular?

Oro en minas vs Oro en PCBs

PCB



→ 860 g/ton

Hay más oro en una
PCB que en una
mina

¡Casi 100 veces más!

Las minas con más Oro
del mundo



→ 8-10 g/ton

Harían falta unas 5300
PCB para fabricar un
anillo de 90 g de oro puro

Mina Turquoise Ridge (Nevada, EEUU)

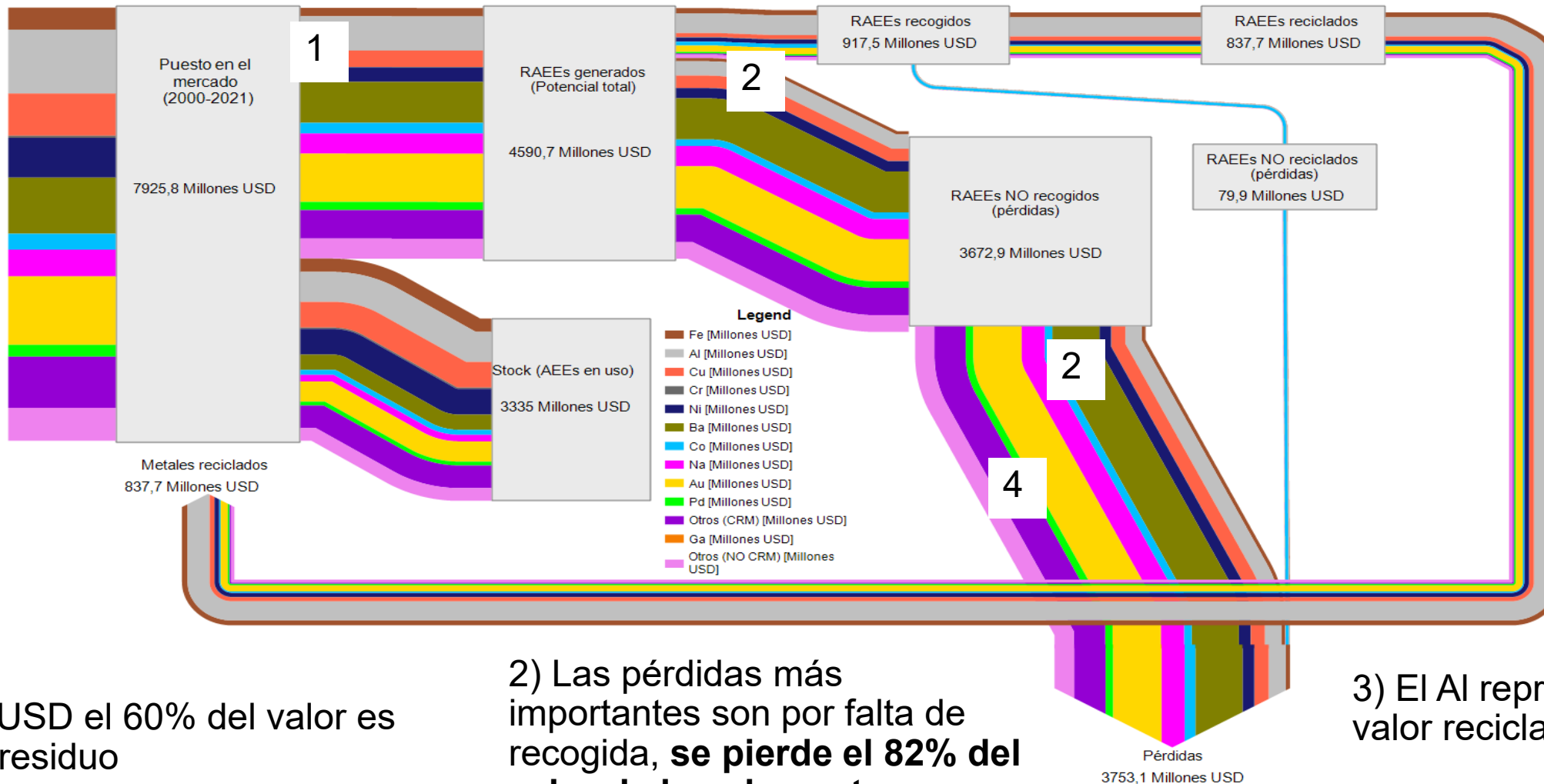
Ejemplo TOKYO 2020

80 t de aparatos electrónicos (6,21 millones de móviles) → 30 kg Au (1600 medallas)



¿Cuánto se recicla en España?

RAEEs reciclados en USD (2000-2021)



1) En USD el 60% del valor es ya un residuo

2) Las pérdidas más importantes son por falta de recogida, **se pierde el 82% del valor de los elementos**

3) El Al representa el 50% del valor reciclado

4) **El 99% CRMs** (Co, Pd, Ga y Otros-CRM) se pierden

Quimiodiversidad en nuevas tecnologías



TENDENCIA:

Mayor número de productos y materiales con mejores prestaciones,
reducción en tamaño y peso.



IMPOSIBLES DE RECICLAR FUNCIONALMENTE!

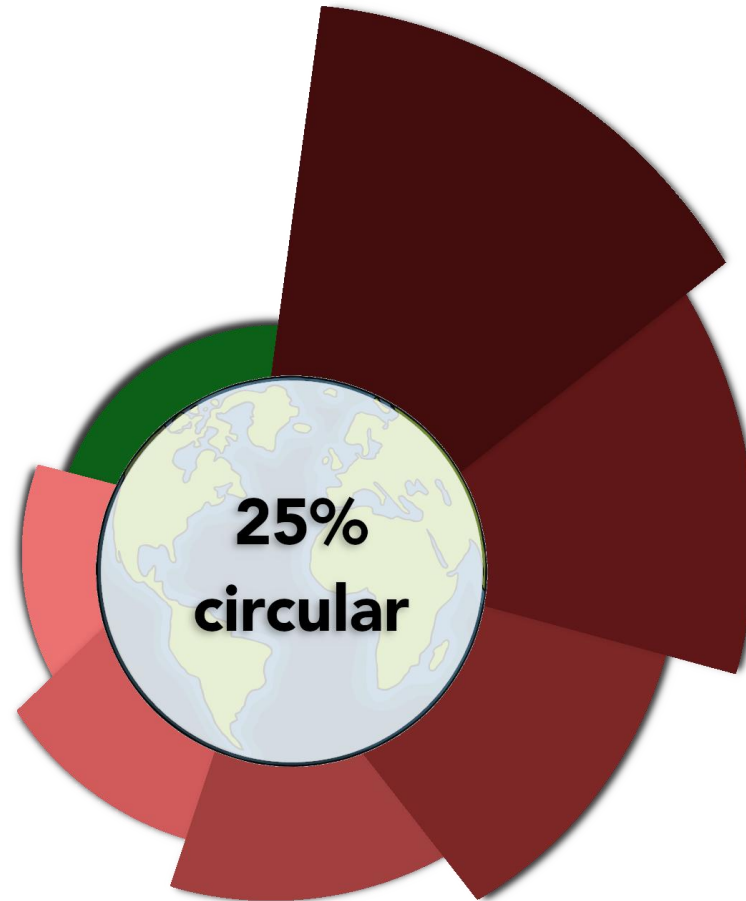
¿Cuánto se recupera?

Porcentaje de metales que se recupera después de su fin de vida

H																	He
-																	-
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3.3	19											0.0	-	-	-	-	-
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
-	9.0											70	0.0	-	-	-	-
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
-	-	0.0	3.8	5.2	42	21	81	15	65	41	29	0.0	1.5	0.0	0.4	-	-
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	0.0	6.9	2.9	9.5	24		52	54	58	57	27	5.0	14	18	1.9	-	-
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	0.0	0.0	0	22	26	44	0.0	50	72	91	27	0.0	77	0.0			
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sq	Bh	Hs	Mt	Ds	Rq	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
1.4	0.3	0.2	0.1		0.0	8.0	0.9	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ECONOMÍA ESPIRAL



La creación de valor económico tiene su mochila en destrucción de recursos y la mayor parte de este, se pierde cuando los productos dejan de usarse!