



# Tendencias y oportunidades en el reúso de RAEE en productos y cadenas productivos

Juan Sebastián Estrada  
CNPMLTA

23 de junio de 2017  
Paraninfo de la Universidad Nacional de San Agustín  
- Arequipa -



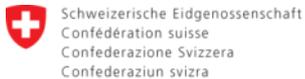
SUSTAINABLE  
RECYCLING  
INDUSTRIES

# GESTIÓN DE RAE EN LATINO AMERICA

## Lima, Febrero 22 y 23 de 2017

Carlos A. Henández. S.

Coordinador Nacional Proyecto SRI, Colombia



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Federal Department of Economic Affairs FDEA  
State Secretariat for Economic Affairs SECO



Materials Science and Technology



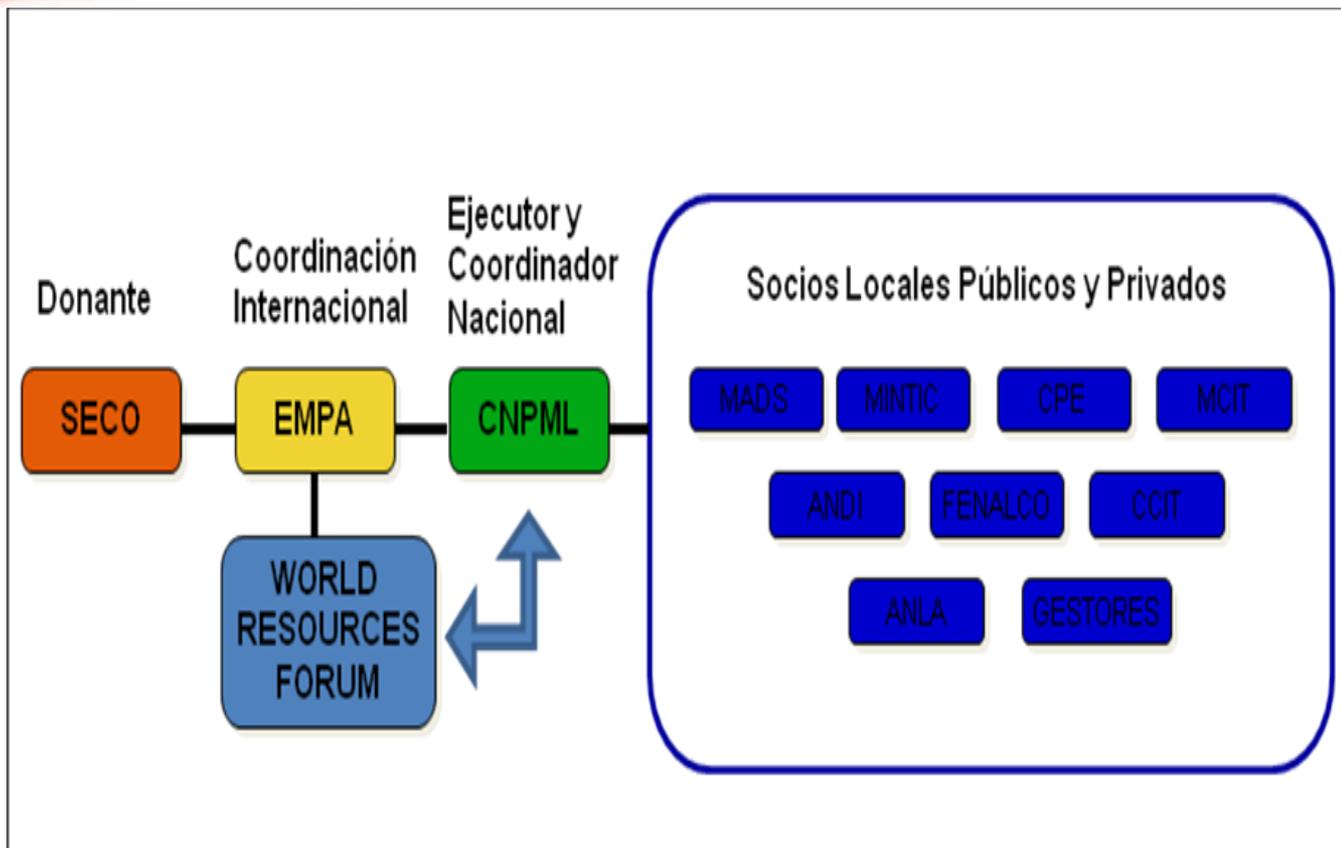
Centro Nacional de  
Producción Más Limpia

# Contenido

1. SRI
2. Generalidades de RAEE
3. Generación
4. Gestión de RAEE en L.A y otros países
5. Retos y oportunidades



# Organización Proyecto SRI



# Líneas de Acción SRI



# Definición RAEE



## Generación de RAEE a nivel mundial

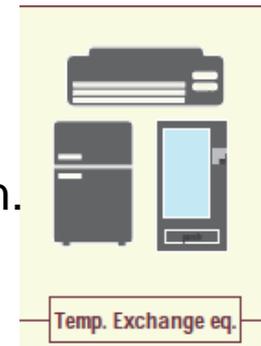
41,8 millones de toneladas en 2014 !!



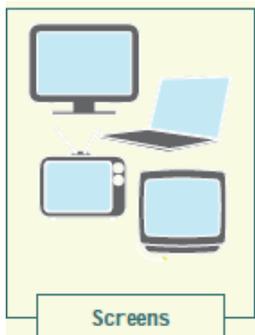
12.8 mil ton.



11.8 mil ton.



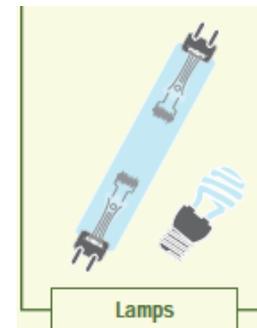
7.0 mil ton.



6.3 mil ton.



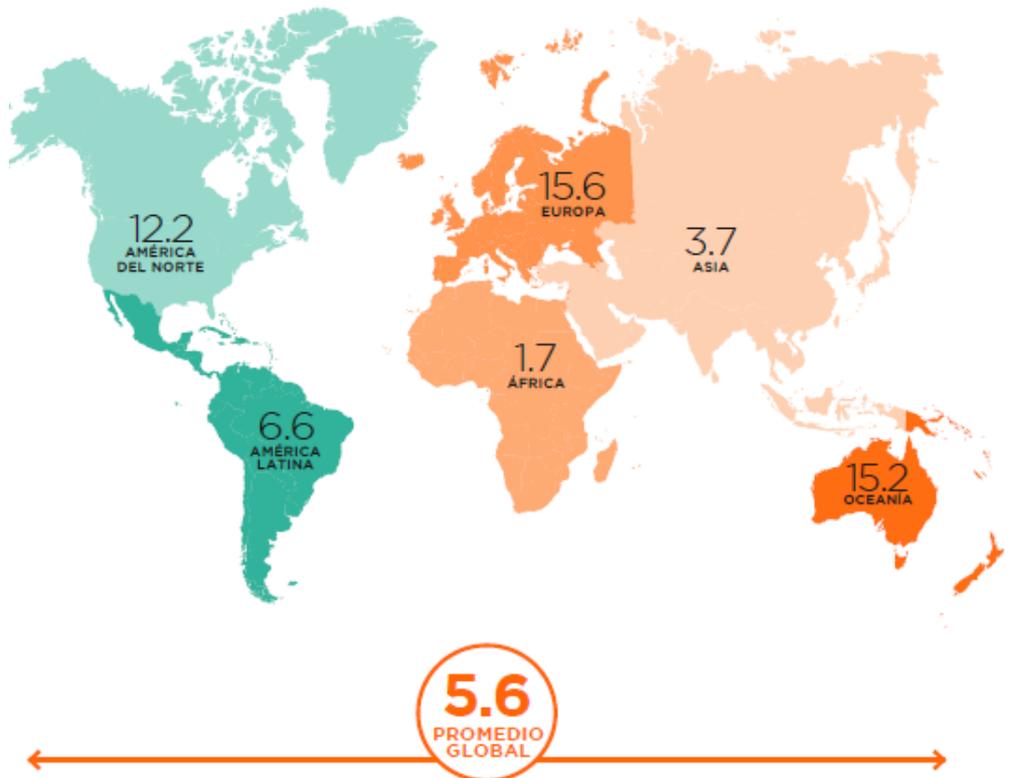
3.0 mil ton.



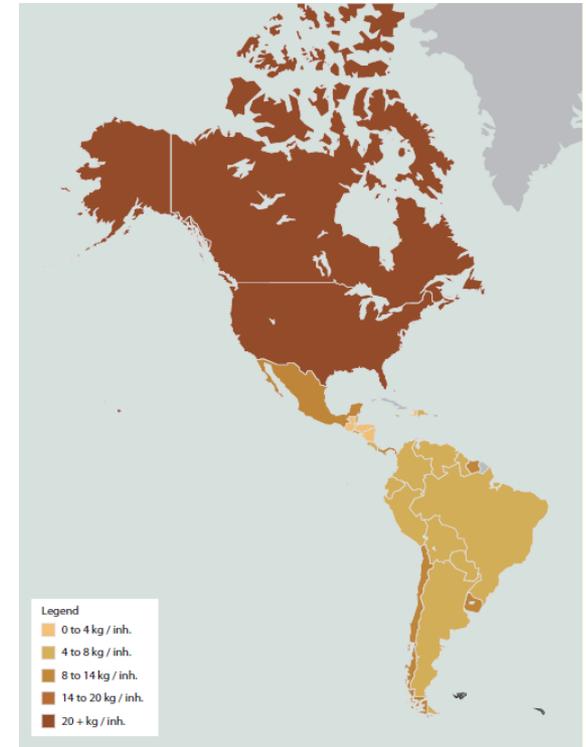
1.0 mil ton.

# Generación percápita de RAEE a nivel mundial

E-waste generado per cápita en todas las regiones del mundo



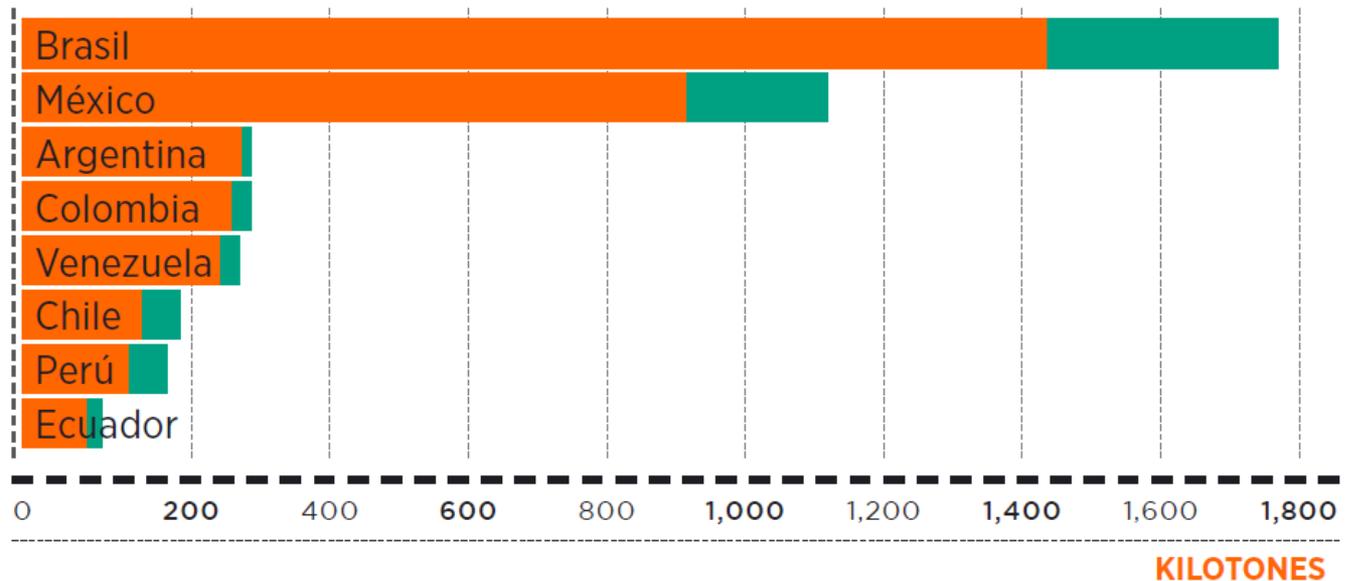
e-waste total generado en 2014 en kg/persona



Fuente: E-waste en A.L., UNU-IAS, 2015

# Cuánto hay disponible??

## E-waste en los principales mercados LATAM



Fuente: E-waste en A.L., UNU-IAS, 2015

# Elementos usados en equipos electrónicos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	1 <b>H</b> 1.008																	2 <b>He</b> 4.003
2	3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.012											5 <b>B</b> 10.81	6 <b>C</b> 12.01	7 <b>N</b> 14.01	8 <b>O</b> 16.00	9 <b>F</b> 18.99	10 <b>Ne</b> 20.18
3	11 <b>Na</b> 22.99	12 <b>Mg</b> 24.30											13 <b>Al</b> 26.98	14 <b>Si</b> 28.09	15 <b>P</b> 30.97	16 <b>S</b> 32.07	17 <b>Cl</b> 35.45	18 <b>Ar</b> 39.95
4	19 <b>K</b> 39.1	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.96	22 <b>Ti</b> 47.87	23 <b>V</b> 50.94	24 <b>Cr</b> 52.00	25 <b>Mn</b> 54.94	26 <b>Fe</b> 55.84	27 <b>Co</b> 58.99	28 <b>Ni</b> 58.34	29 <b>Cu</b> 63.55	30 <b>Zn</b> 65.39	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 73.61	33 <b>As</b> 74.92	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.90	36 <b>Kr</b> 83.8
5	37 <b>Rb</b> 85.47	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.91	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.91	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> 99	44 <b>Ru</b> 101.1	45 <b>Rh</b> 102.9	46 <b>Pd</b> 106.4	47 <b>Ag</b> 107.9	48 <b>Cd</b> 112.4	49 <b>In</b> 114.8	50 <b>Sn</b> 118.7	51 <b>Sb</b> 121.8	52 <b>Te</b> 127.6	53 <b>I</b> 126.9	54 <b>Xe</b> 131.3
6	55 <b>Cs</b> 132.9	56 <b>Ba</b> 137.3	57 <b>La</b> 138.9	72 <b>Hf</b> 138.9	73 <b>Ta</b> 181.0	74 <b>W</b> 183.8	75 <b>Re</b> 186.2	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.2	78 <b>Pt</b> 195.1	79 <b>Au</b> 197.0	80 <b>Hg</b> 200.6	81 <b>Tl</b> 204.4	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 209.0	84 <b>Po</b> 209	85 <b>At</b> 210	86 <b>Rn</b> 222
7	87 <b>Fr</b> 223	88 <b>Ra</b> 226	89 <b>Ac</b> 227	104 <b>Rf</b> 261	105 <b>Db</b> 262	106 <b>Sg</b> 263	107 <b>Bh</b> 262	108 <b>Hs</b> 265	109 <b>Mt</b> 266	110	111	112						
				6 <b>Ce</b> 140	59 <b>Pr</b> 141	60 <b>Nd</b> 144	61 <b>Pm</b> 145	62 <b>Sm</b> 150	63 <b>Eu</b> 152.0	64 <b>Gd</b> 157	65 <b>Tb</b> 159	66 <b>Dy</b> 163	67 <b>Ho</b> 165	68 <b>Er</b> 167	69 <b>Tm</b> 169	70 <b>Yb</b> 173.0	71 <b>Lu</b> 175.0	
			7 <b>Th</b> 232	91 <b>Pa</b> 231.0	92 <b>U</b> 238.0	93 <b>Np</b> 237	94 <b>Pu</b> 244	95 <b>Am</b> 243	96 <b>Cu</b> 247	97 <b>Bk</b> 247	98 <b>Cf</b> 251	99 <b>Es</b> 252	100 <b>Fm</b> 257	101 <b>Md</b> 258	102 <b>No</b> 259	103 <b>Lr</b> 262		

nonmetal  
 metal  
 transition metal  
 metalloid

## CONTENIDO DE LOS RAEE (Metales)

<b>Metal</b>	<b>% usado en AEE</b>	<b>Aplicaciones principales</b>
Indio	80%	LCD
Rutenio	>50%	Discos duros
Antimonio	~50%	Retardantes de llama
Zinc	~35%	Soldaduras
Cobre	30%	Cables, motores eléctricos
Plata	30%	Contactos, soldaduras
Cobalto	20%	Baterías recargables
Selenio	~20%	Electro-ópticos
Paladio	~15%	Conectores
Oro	~10%	Contactos, IC

Fuente: Umicore (2007)

# OPORTUNIDADES SÍ, PERO...

## Los RAEE son un complejo de

- Ag, Au, Pd, ... (metales preciosos)
- Cu, Al, Ni, Sn, Zn, Fe, ... (metales básicos)
- Plásticos (ABS, PC, PE, etc.)
- Hg, Be, Pb, Cd, As, Sb, Bi, ... (metales de preocupación!)
- Halógenos (Br, F, Cl, ...)

Los RAEE contienen recursos valiosos y representan una mina superficial que no debería ser perdida

**e-WASTE = e-RESOURCES**

# MINERIA URBANA - MINERIA TOXICA

## URBAN MINE



Material	Kilotons	Million Euros
----------	----------	---------------

### METAL

Iron, Steel (Fe)	16,500	9,000
Copper (Cu)	1,900	10,600
Aluminum (Al)	220	3,200
Precious Metals		
Gold (Au)	0.3	10,400
Silver (Ag)	1.0	580
Palladium (Pd)	0.1	1,800

### PLASTICS

PP, ABS, PC, PS	8,600	12,300
-----------------	-------	--------

**ESTIMATED**  
**48,000,000,000 EUROS**



## TOXIC MINE



### METALS

Mercury, Cadmium, Chromium

Lead

Lead glass - 2,200 kilotons

### COMPONENTS

Batteries - 300 kilotons

### CHEMICALS

Poly- / Brominated Flame Retardants in Plastics

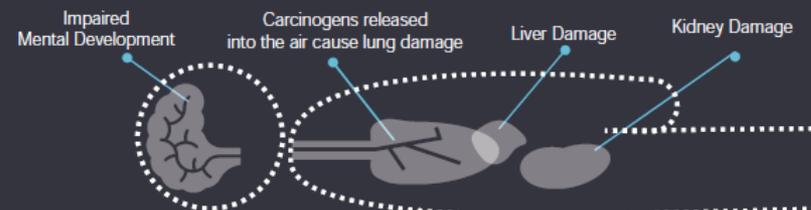
Phosphors

PCBs/A Polychlorinated biphenyl (old capacitors)

Hexavalent chromium (PbV)

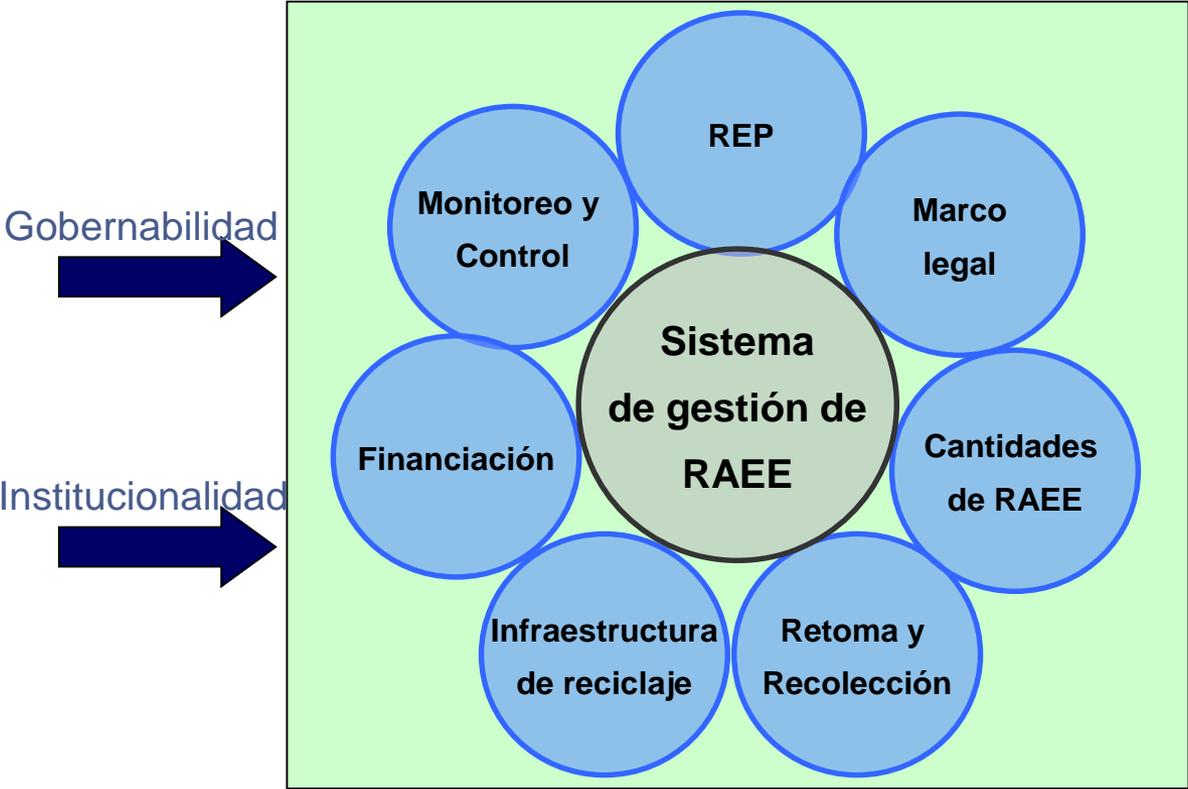
Ozone depleting substances (CFCs, HCFC, HFC, HCs) - 4.4 kilotons

## Potential Health Effects



Fuente: The Global E-Waste Monitor, UNU-2014

# Sistema de Gestión RAEE



Fuente: Bornand 2007, SWICO

## Marco Legal y Normativo en L.A



Fuente: Bornand 2007, SWICO

## Países que utilizan la REP como instrumento para la gestión de Residuos



<http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16542.html>

# Contexto América Latina

<ul style="list-style-type: none"><li>• Penetración móvil: 115%</li><li>• Penetración de Banda ancha: 9% fijo</li></ul> <p>de las TICs Año 2013</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las Américas: 11.7 mt</li><li>• Latinoamérica: 3,9 mt</li><li>• América del</li></ul> <p>o de los RAEE</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Iniciativas - N.U.</li><li>• Iniciativas gubernamentales</li></ul> <p>Iniciativas</p> 
<p>(1)</p>	<p>Al Caribe: 1,1 mt</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cooperación Internacional</li></ul>
<p>Fuente: (1) Estadísticas UIT &amp; (2) Baldé, et al. Universidad de las Naciones Unidas</p>		

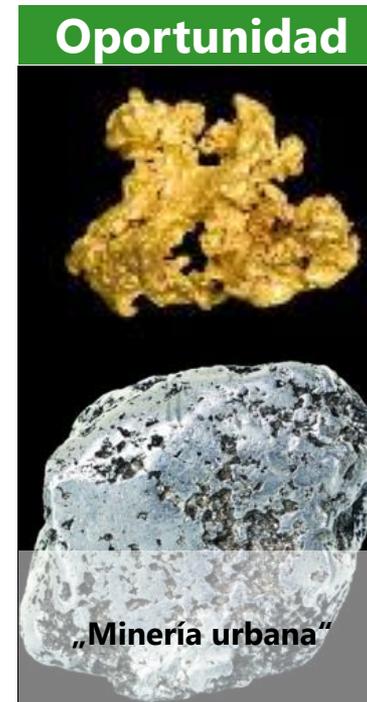
## Breve descripción

País	Regulaciones Nacionales sobre RAEE	Políticas Públicas	Compromiso Internacional	Tecnologías en la gestión de RAEE
Argentina	☹️	😐	😊	☹️
Bolivia	☹️	☹️	😊	☹️
Brasil	😊	😊	😊	😐
Chile	😐	😐	😐	☹️
Colombia	😊	😊	😊	😐
Ecuador	😊	😐	😊	😐
Paraguay	☹️	😐	😊	😐
Perú	😊	😊	😊	😐
Uruguay	☹️	😐	😊	☹️
Venezuela	☹️	😐	😊	😐

# Aprovechamiento y Reciclaje



El sector de reciclaje ofrece muchas oportunidades, pero también conlleva grandes riesgos pues es mayormente realizado de modo informal



## TRATAMIENTO INADECUADO - INFORMALIDAD



## EL LADO OSCURO DE LOS RAAE - RECICLAJE ECONÓMICO?



## Los Sí y No: Ejemplos

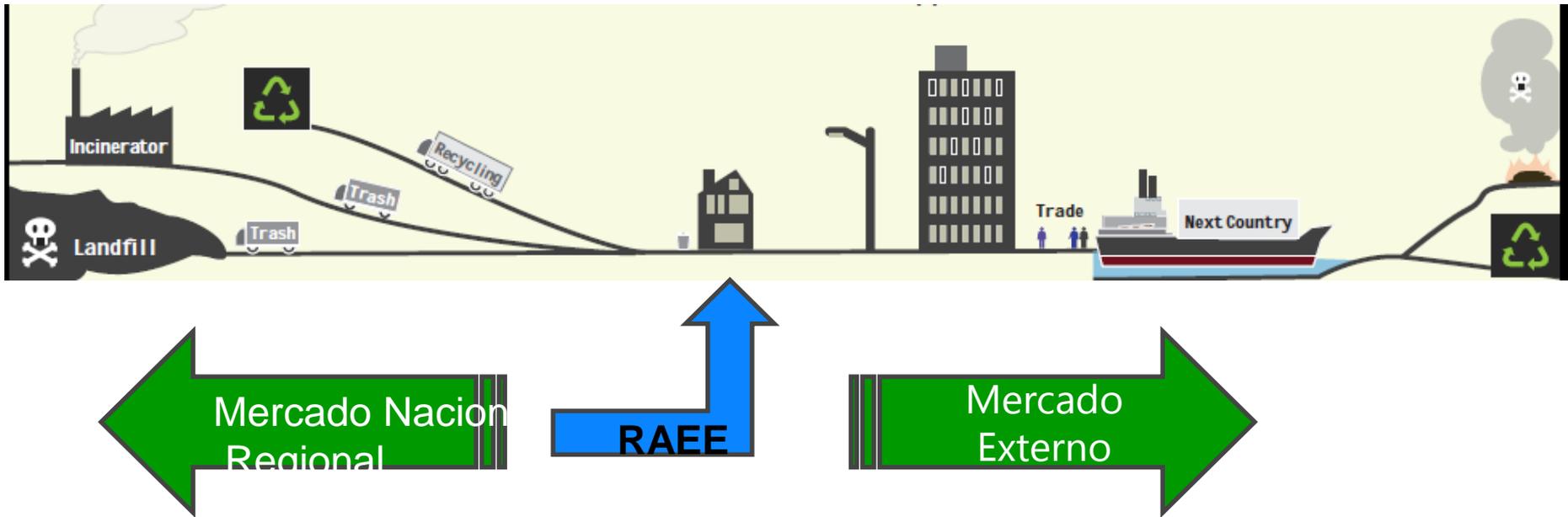


## Separación manual de Aluminio y Cobre



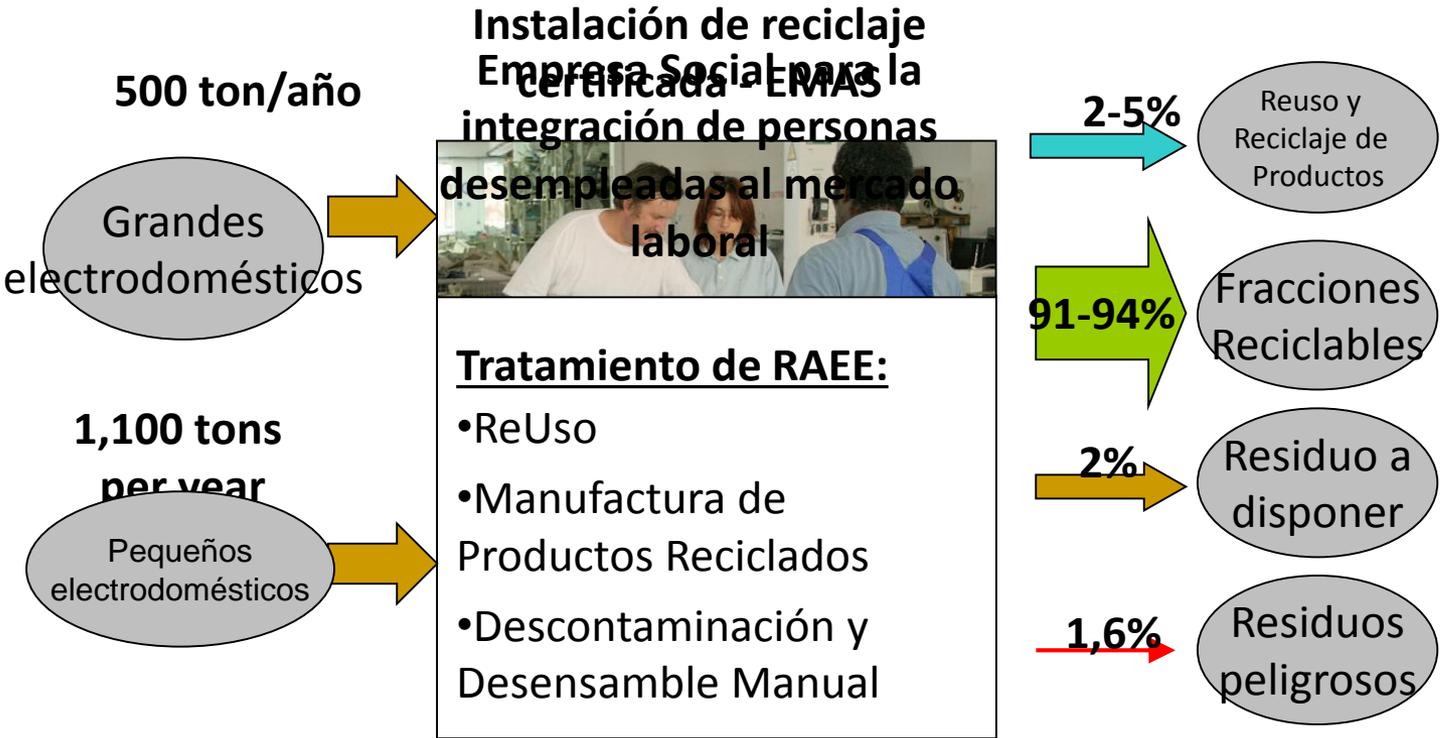
**Tratamiento de compresores  
de refrigeradores sin  
Recolectar el aceite contenido**

# Gestión Formal



# DRZ – Viena

## Centro de desensamble y reciclaje



# 1. Preparación para Reuso



## 1. Selección de aparatos reusables



## 2. Preparación para reuso: Limpieza, Test de Seguridad, Test



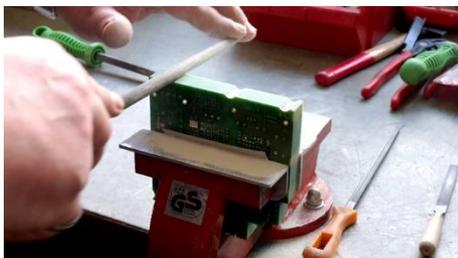
## 3. Venta de productos de Segunda mano



**Online Shop:**

[www.vhs.at/drz/reuse](http://www.vhs.at/drz/reuse)

## 2. "Upcycling"



Online Shop:

[www.trashdesign.at/](http://www.trashdesign.at/)



# 3. Desmantelamiento Manual

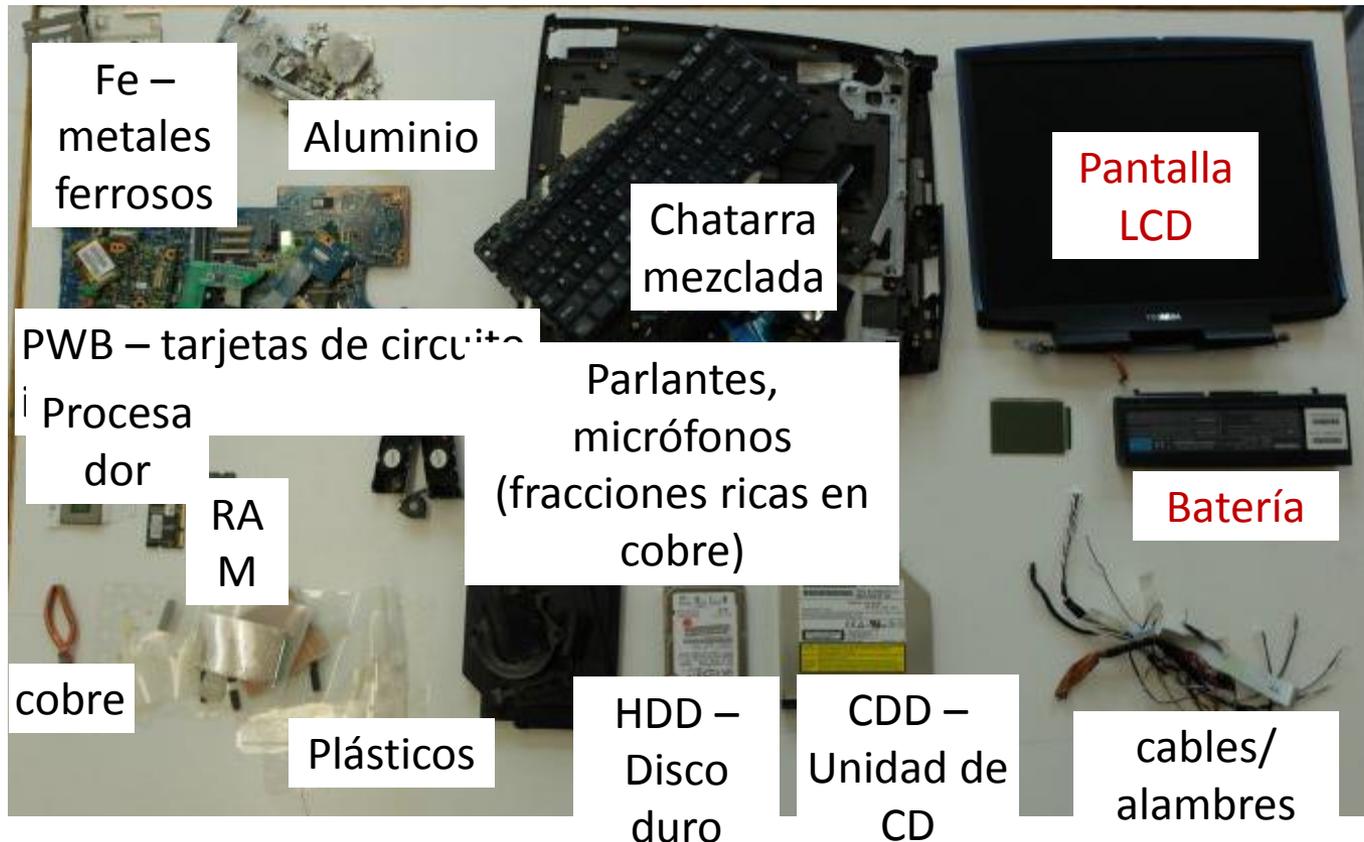


- Desmantelamiento manual de aparatos
- Se obtienen fracciones más limpias que resultan en tasas de reciclaje más altas comparado al pre-tratamiento mecánico



<b>Aparatos con contaminantes relevantes</b>	<b>Carcasas muy duras para „Smasher“</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Impresoras</li><li>• Copiadoras</li><li>• Scanners</li><li>• Lámparas con contenido de Mercurio</li><li>• TIC con acumuladores de plomo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Microondas</li><li>• Cortadora de césped</li></ul>

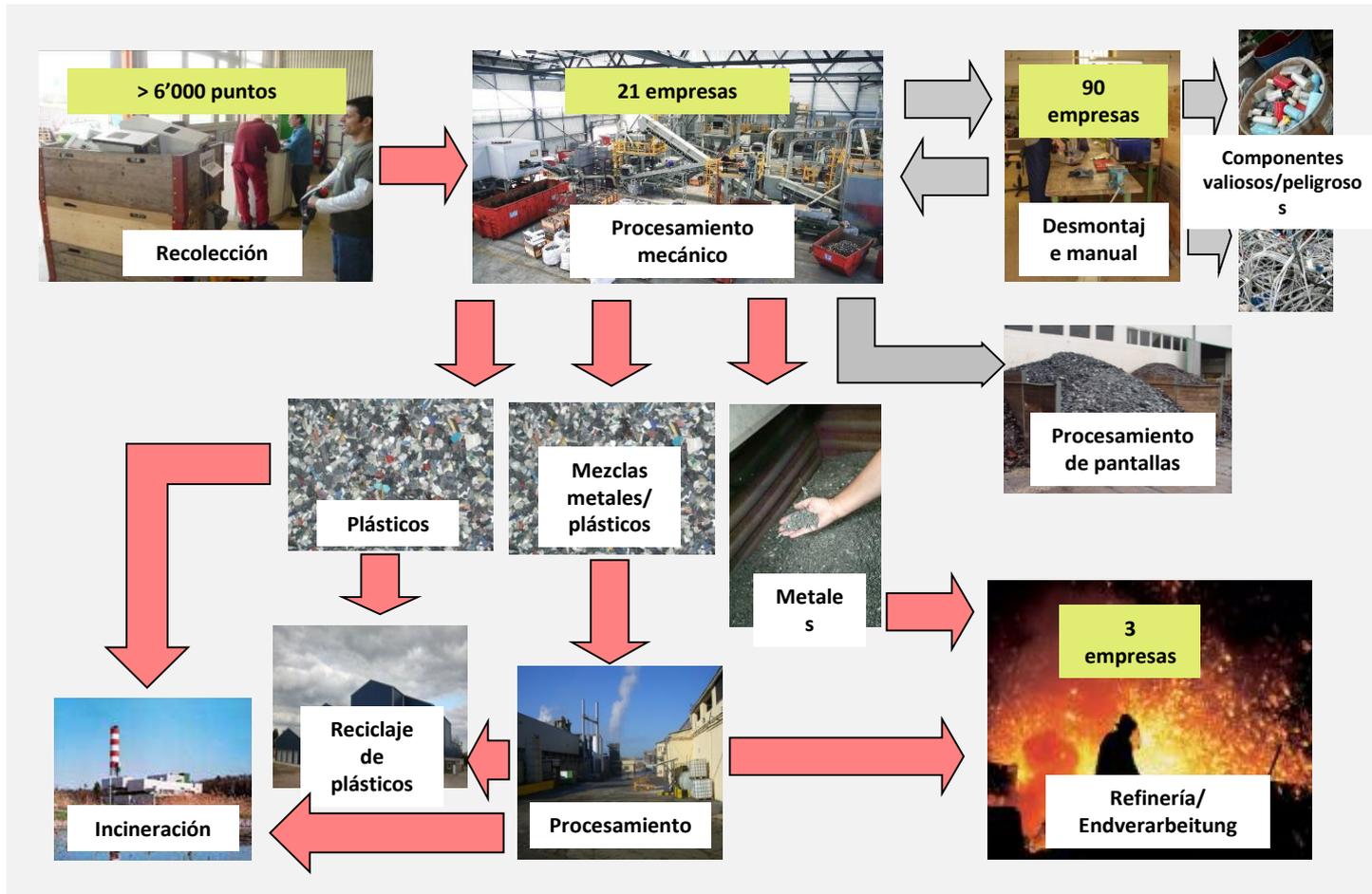
## Fracciones resultantes (de un notebook)



Rojo – Fracciones peligrosas

29

# Sistema de Reciclaje para los RAEE en Suiza



## Y en Latino America?



Fuente: Reverse Logistics Group 2016

- Todos los países tienen empresas de reciclaje de RAEE . Desensamble Manual
- Grandes diferencias en el nivel de desarrollo (plantas, organización interna, certificaciones, etc.)
- Diferencia en nivel de servicios (reciclaje, reacondicionamiento, reuso, transporte)
- Volúmenes crecientes, pero todavía pequeños
- Gran desafío: “dar el salto” hacia una profesionalización y la



# Empresas de Reciclaje certificadas en R2



Fuente: <https://sustainableelectronics.org/recyclers>

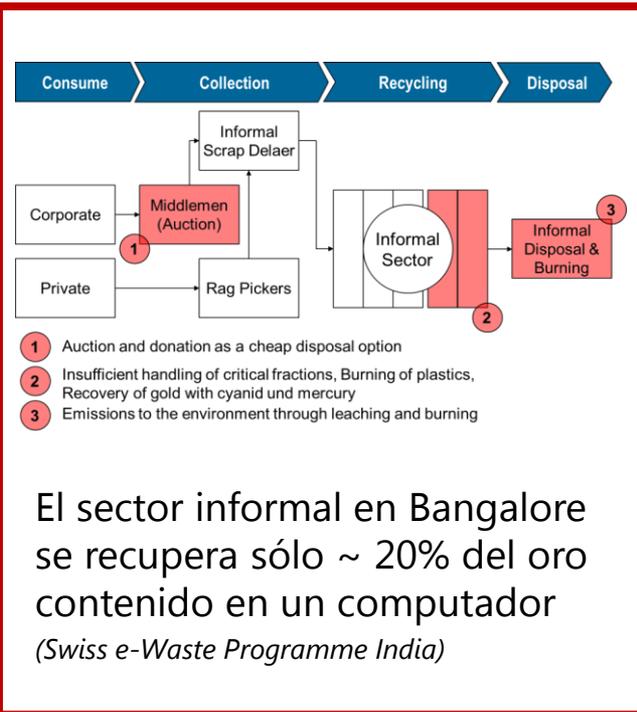
RETOS U OPORTUNIDADES ??



Entender lo que está pasando ...  
 ... no invertir en soluciones equivocadas

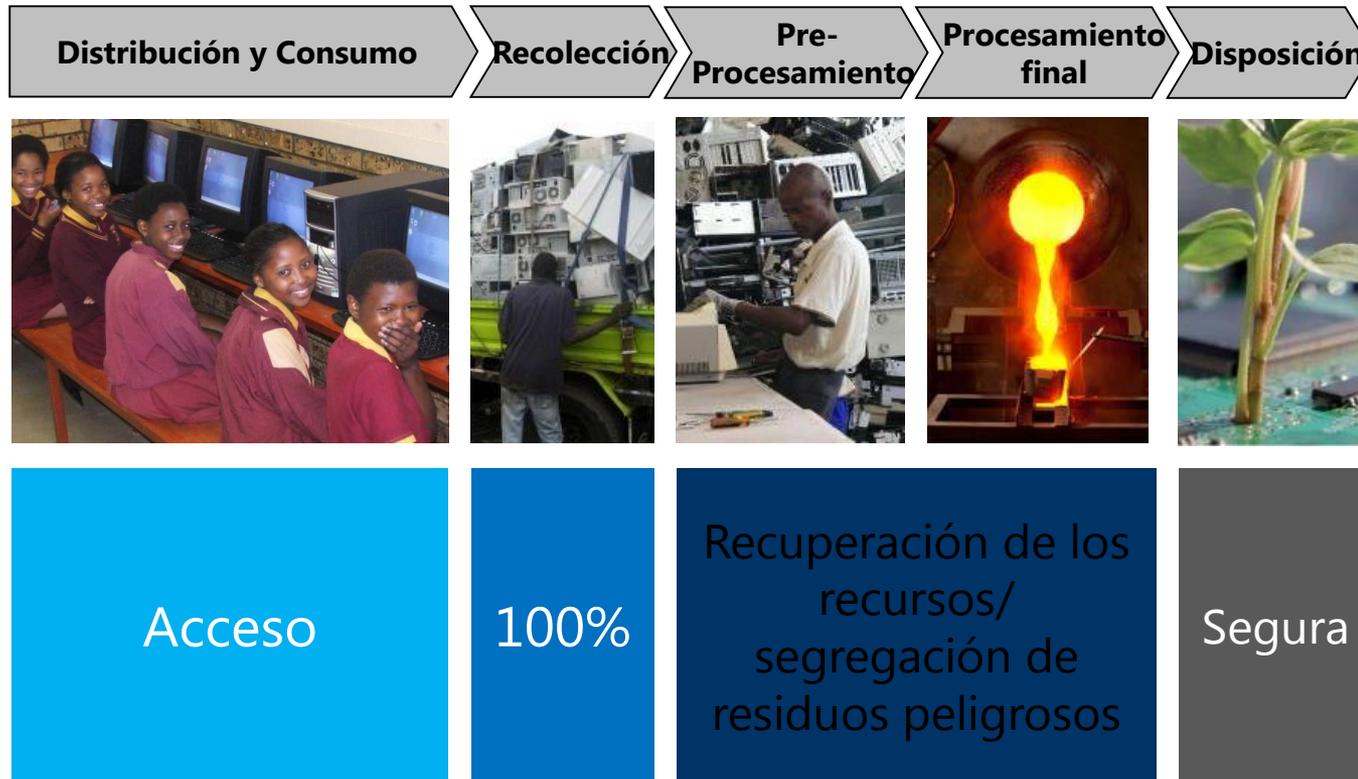
De viendo efectos ...

... a entender los  
 procesos

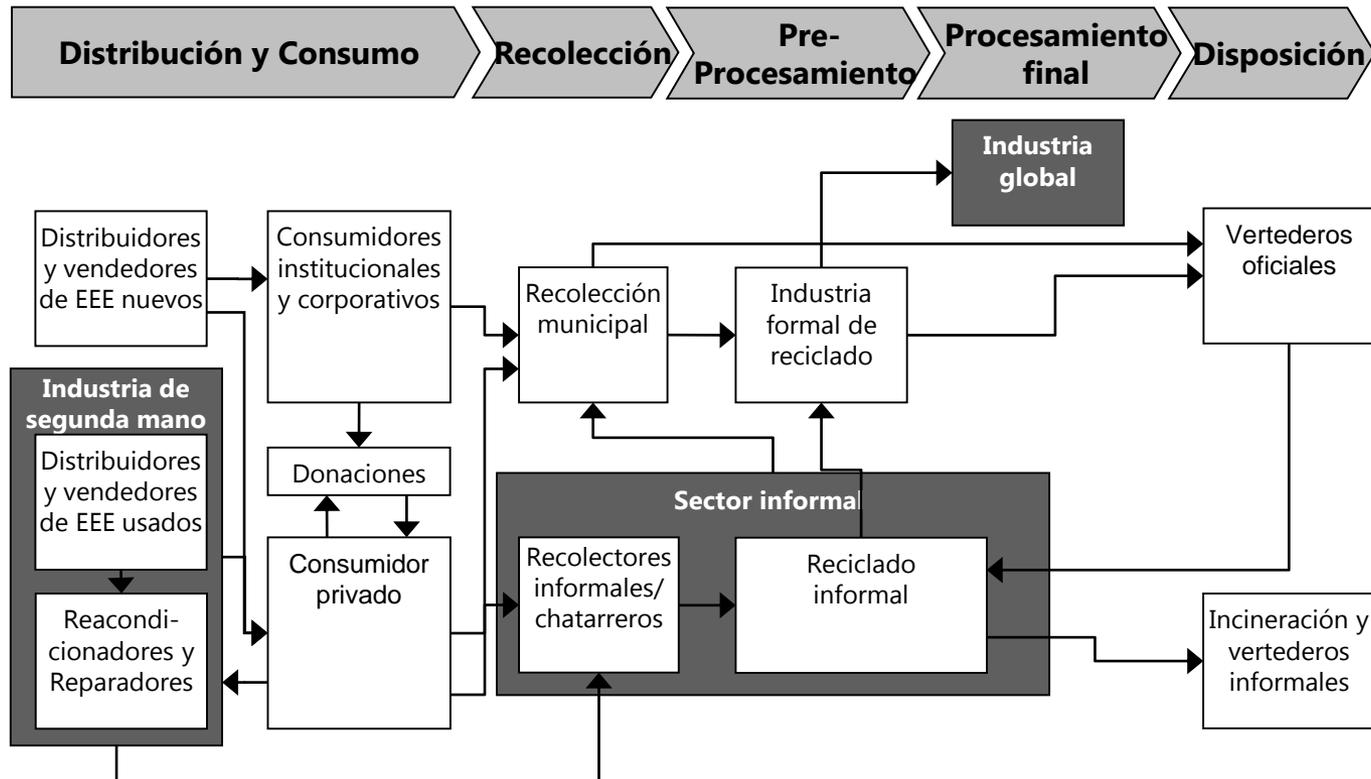


Example: M. Schlupe, C. Hagelueken, R. Kuehr, F. Magalini, C. Maurer, C. Meskers, E. Mueller, and F. Wang, "Recycling - from e-waste to resources, Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies," United Nations Environment Programme (UNEP), Paris, France, 2009.

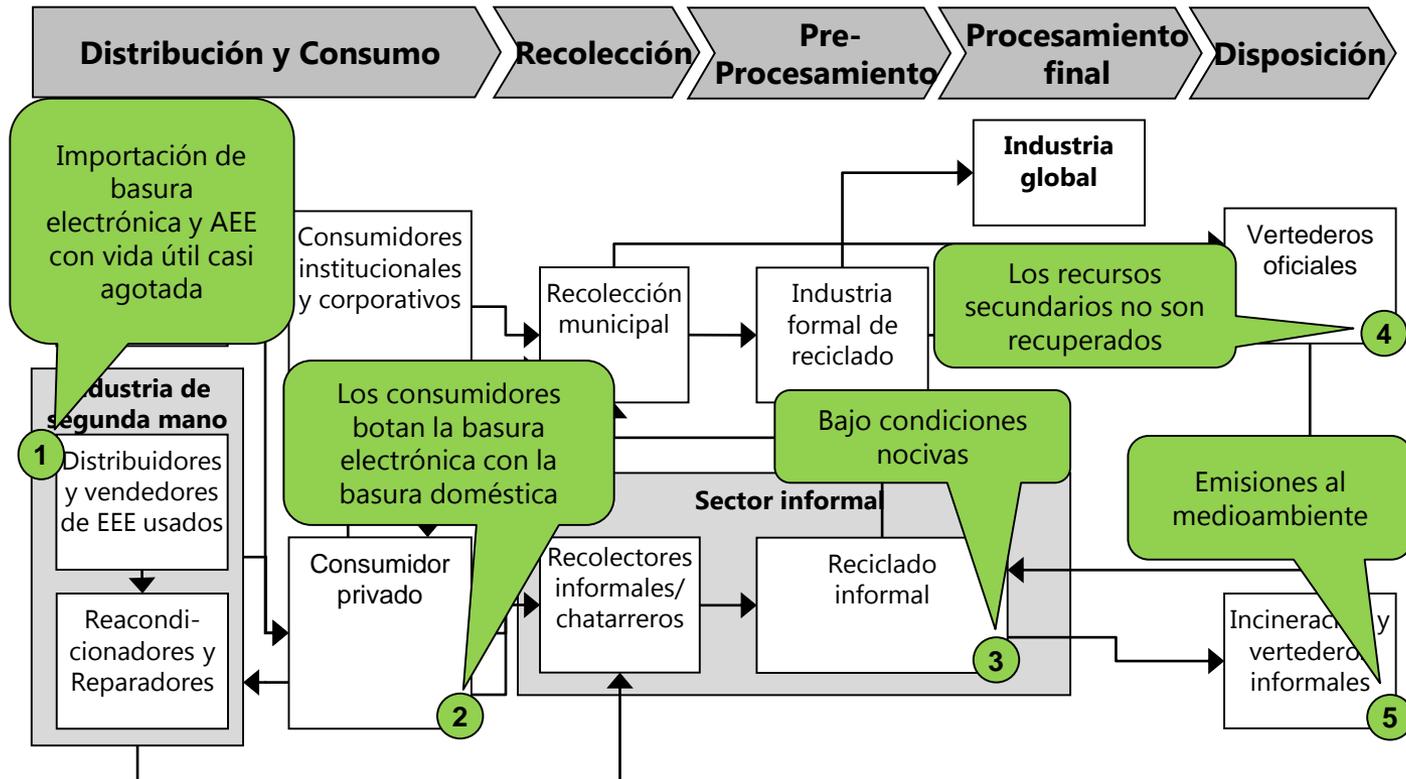
# Entender los objetivos principales de un sistema RAEE



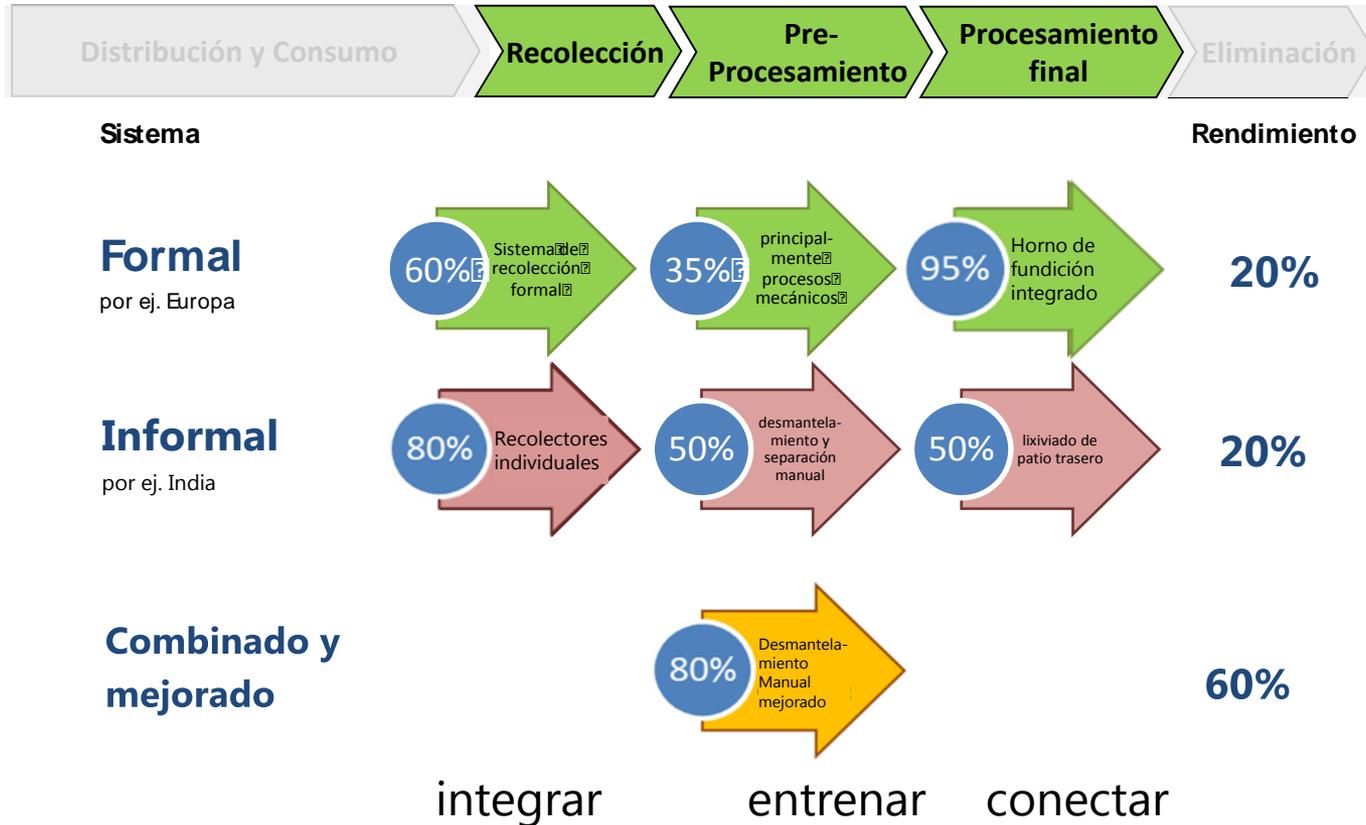
# Entender quienes son los actores principales



# Identificar los procesos no deseados (ejemplos)



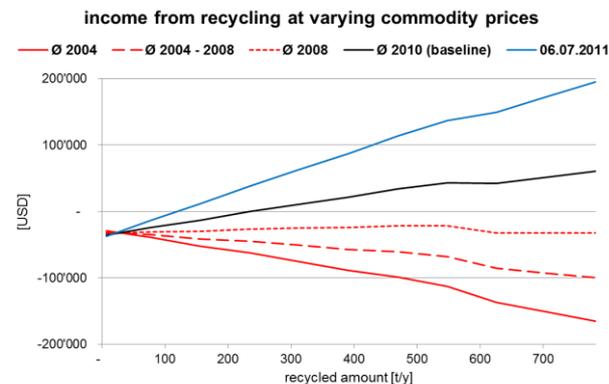
# Eficiencia de recuperación de materiales (ejemplo oro)



Sea realista ...  
... tome su responsabilidad!

De „happy engineering“

... a soluciones realistas



“Un esquema de financiación siempre es necesario para asegurar un modelo de reciclaje sostenible”

(UNIDO «Developing green industries» e-waste initiative)

Ejemplo: F. Blaser and M. Schluep, “Economic Feasibility of e-Waste Treatment in Tanzania,” UNIDO e-waste Initiative for Tanzania. Empa, Switzerland, St.Gallen, 2012.

## Ej. La Problemática de los CRT

85% de la pantalla es vidrio



- 1 a 1.5 kg of Pb por pantalla
- Pb es tóxico, pero también escaso
- Nuevas tecnologías reemplazan a los CRT: grandes cantidades en stocks



Cono: 30% del vidrio

10 to 25% es PbO

Pantalla: 65% del vidrio (Pb-bajo)

Fuente: StEP/Empa Project «Recycling and Disposal Options for Leaded Glass from CRTs (2015).

## Panorama del Manejo Actual de CRT

### Mexico:

- Cerramiento del ciclo
- Baldosas para lavaderos y pisos
- Exportaciones (US)

### Ecuador:

- Fundidoras de Plomo

### Peru:

- Rellenos de seguridad
- TV bajo costo

### Chile:

- Rellenos de seguridad
- Exportaciones (US)

### Panama:

- Rellenos sanitarios

### Colombia:

- Rellenos de seguridad
- Productos cerámicos
- Exportaciones

### Brazil:

- Cubierta para carreteras
- Fundidoras de Plomo
- Rellenos de seguridad

### Argentina:

- Rellenos de seguridad

## Generación Estimada de Vidrio CRT en América Latina

- Colombia: **2.000 a 3.000 tons** CRTs por año, 20 to 30% de la corriente de TIC (Leon, 2010).
- Perú: **1.500 a 2.500 tons** of CRTs por año
- Latino America: **50.000 a and 70.000 tons** CRTs por año



# Qué podemos mejorar en América Latina



Vacíos legales y regulatorios para la gestión de RAEE: roles y responsabilidades, I&D



Modelos económicos no sostenibles para la gestión de los RAEE: bajos volúmenes



La disponibilidad de tecnología y su transferencia es limitada: fracciones peligrosas



Gestión sostenible a lo largo del ciclo de vida de los RAEE (exportaciones ilegales y contaminación ambiental)



Aplicación del principio de la responsabilidad extendida del productor (REP) y diversidad de normas



Falta de conocimiento en la Gestión de RAEE

Falta de normas técnicas y estándares globales en la Gestión de RAEE.



**¡Gracias por su atención!**



# GRACIAS!

***Carlos A. Hernández S.***

*carlos.hernandez@cnpml.org*