

ACCIDENTES MINEROS: MITOS Y VERDADES

Miguel A. Blesa



Algunas declaraciones previas...

EN TODO DEBATE ACADÉMICO

Hay hechos...

Y hay interpretaciones...

Hay aspectos objetivos y aspectos
subjetivos, entremezclados

Hay puntos de acuerdo y puntos de
desacuerdo

Algunas declaraciones previas...

Hay solo un punto que no debe ser negociable:

COMO BASE PARA TODO DEBATE
ACADÉMICO, NO DEBEMOS DUDAR DE LA
HONESTIDAD INTELECTUAL DE TODOS LOS
PARTICIPANTES, AUNQUE SUS
INTERPRETACIONES DIFIERAN DE LAS
NUESTRAS



**¡¡MUCHA FUERZA Y
ESPERANZA A
NUESTROS 33
COMPATRIOTAS
DE LA MINA. !!
"SAN JOSE"**

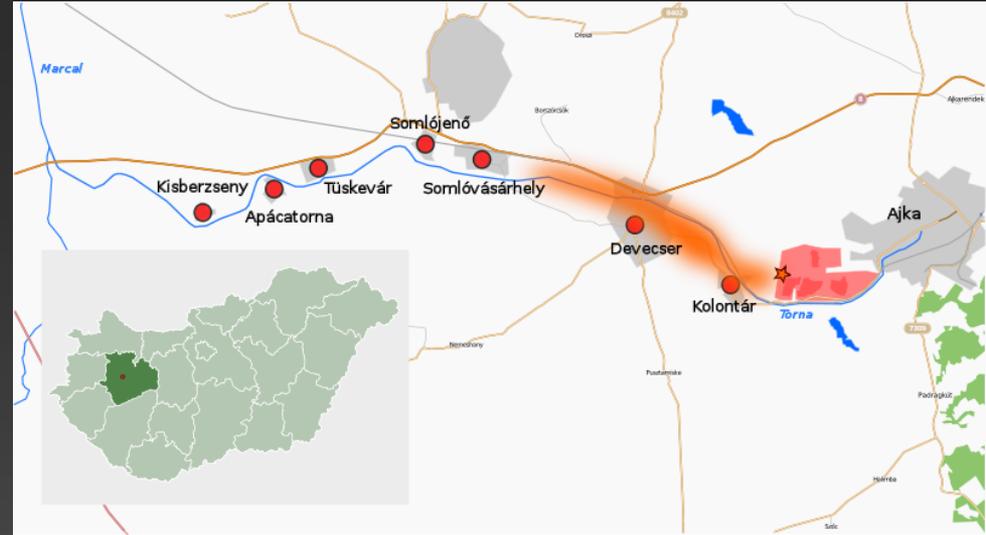


Una llama azulada recorrió velozmente el combado techo del túnel y la masa de aire contenida entre sus muros se inflamó, convirtiéndose en una inmensa llamarada. Los cabellos y los trajes ardieron, y una luz vivísima, de extraordinaria intensidad, iluminó hasta los rincones más ocultos de la inclinada galería.

Pero aquella pavorosa visión sólo duró el brevísimo espacio de un segundo: un terrible crujido conmovió las entrañas de la roca y los seis hombres envueltos en un torbellino de llamas, de trozos de madera y de piedras, fueron proyectados con espantosa violencia a lo largo del corredor.

Fragmento de *El grisú*, cuento de
Baldomero Lillo



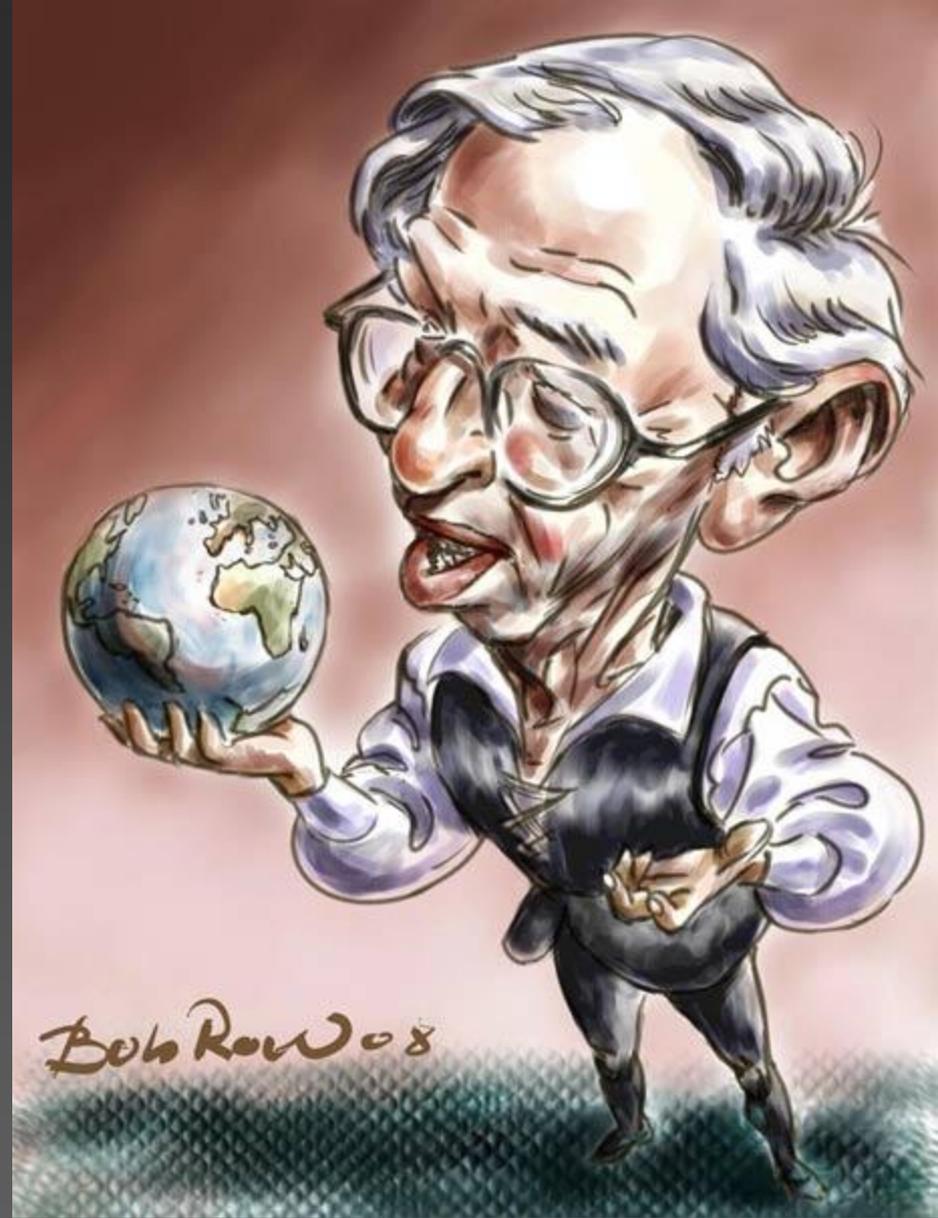


Vertido de desechos
alcalinos del proceso
Bayer en Ajka, Hungría

PRINCIPALES PREOCUPACIONES SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA MINERÍA

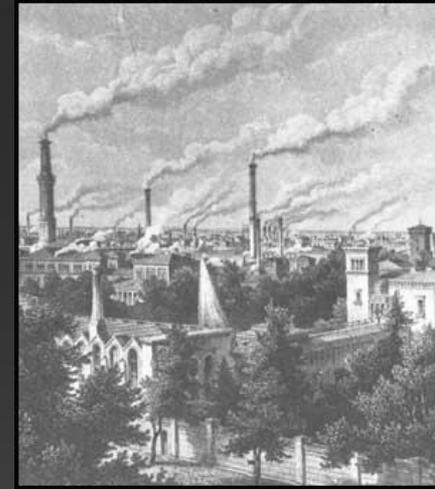
- *La contaminación de aguas y suelos*
- *El uso del recurso agua*
- *Aspectos económicos y sociales*

Eric Hobsbawm llama *La Era de la Revolución* al período que va desde 1789 hasta 1848, en referencia a "la doble revolución", la Revolución Francesa de 1789 y la Revolución Industrial, cuyo comienzo ubica en Inglaterra en la década de 1780 a 1790.



www.methesis.fcs.ucr.ac.cr/blogs/frojas/

LAS REVOLUCIONES



...un día entre 1780 y 1790, y por primera vez en la historia humana, se liberó de sus cadenas al poder productivo de las sociedades humanas, que desde entonces se hicieron capaces de una constante, rápida y hasta el presente ilimitada multiplicación de hombres, bienes y servicios...

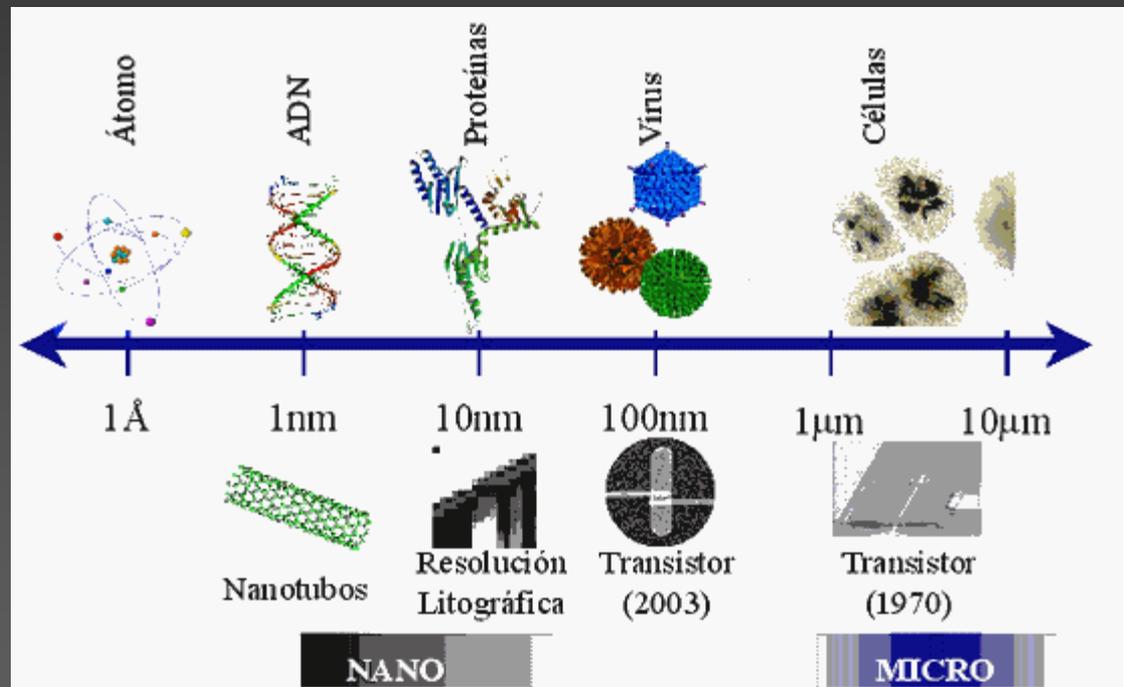
Y tanto Inglaterra como el mundo sabían que la revolución industrial iniciada en aquellas islas por y a través de los comerciantes y empresarios cuya única ley era comprar en el mercado más barato y vender sin restricción en el más caro, estaba transformando el mundo. Nadie podía detenerla en su camino. Los dioses y los reyes del pasado estaban inermes ante los hombres de negocios y las máquinas de vapor del presente.

“Tres posibilidades se abrían al pobre que se encontraba al margen de la sociedad burguesa y sin protección efectiva en las regiones todavía inaccesibles de la sociedad tradicional. Podía esforzarse en hacerse burgués, podía desmoralizarse o podía rebelarse” (Eric Hobsbawm, *La era de la revolución*)

Profetizando la nanotecnología...

There is plenty of room down there...

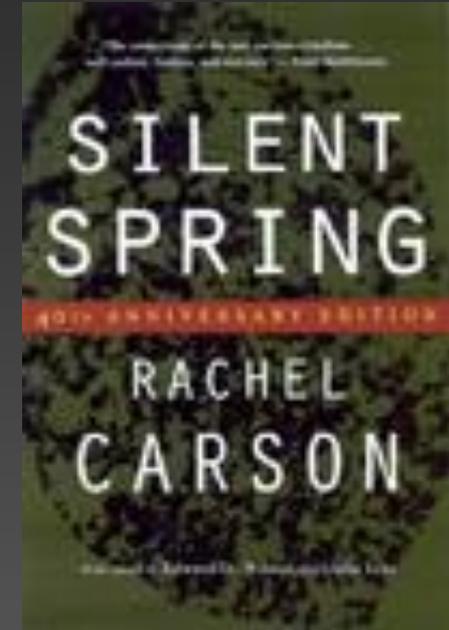
Richard Feynman, Conferencia en Caltech, 1959



Profetizando el apocalipsis ambiental...



*Rachel Carson,
Silent Spring, 1962*



No es tan grande como parece...

*La escala nanométrica y la escala planetaria revolucionaron
nuestra manera de hacer ciencia **Y TECNOLOGÍA***

Impacto ambiental de la innovación

Caso: industria de la refrigeración



EVOLUCIÓN DE LOS DESASTRES AMBIENTALES

Antes de la revolución industrial:

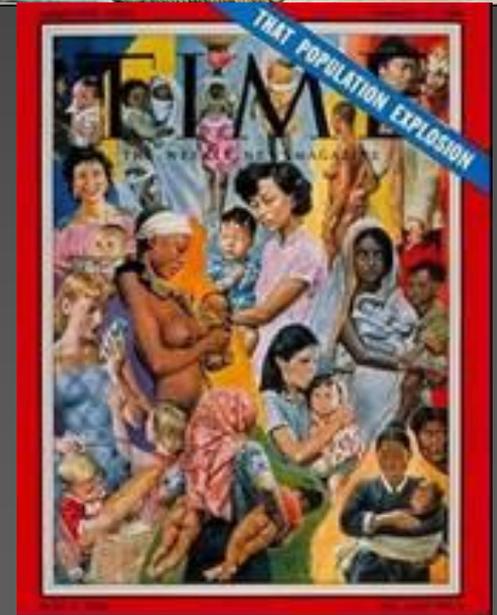
Epidemias

Acompañando a la revolución industrial:

Minería del carbón

En la actualidad:

Cambio climático global



LA MINERÍA DEL CARBÓN

Springhill Mining Disaster (U2)

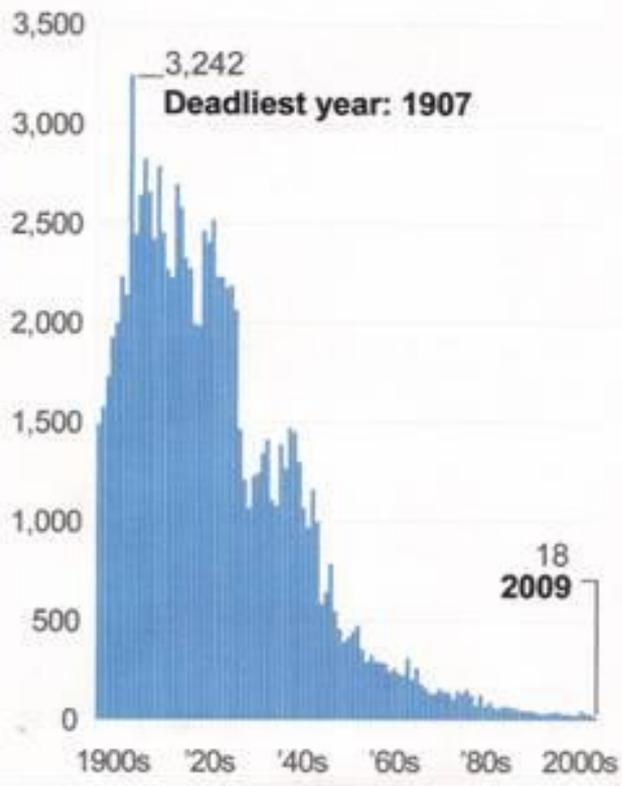
*In the town of Springhill Nova Scotia
Down in the heart of the Cumberland mine
There's blood on the coal, and the miners
lie
In roads that never saw sun or sky
Roads*

*In the town of Springhill
They don't sleep easy
Often the earth will tremble and roll
When the earth is restless
Miners die*

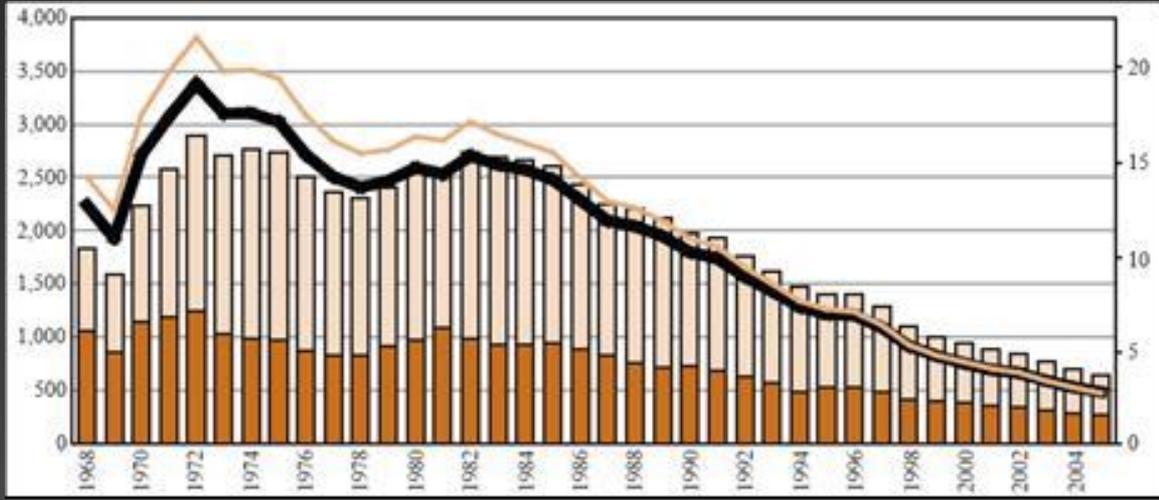
*Bone and blood is the price of coal
Bone and blood is the price of coal*



E.J. Russell, *The Drummond Colliery Disaster, 1873*



Muertos en EE.UU. Por minería del carbón



Número de muertes por año causadas por neumoconiosis en mineros del carbón (eje vertical izquierdo) y número de muertes por cada millón de habitantes (eje vertical derecho) entre los años 1968 y 2005 en los EE. UU.

<http://www2a.cdc.gov/drds/WorldReportData/>

LOS ACCIDENTES MÁS SEVEROS EN MINERÍA DEL CARBÓN

- 10 de marzo de 1906 en Courrières, Francia:
murieron más de 1000 personas
- 26 de abril de 1942 en Benxihu, China:
murieron más de 1500 personas

El director del Observatorio Colombiano de Energía de la Universidad Nacional, Germán Corredor explicó que las minas de carbón son las más vulnerables a este tipo de problemas en comparación con las de otros minerales como oro y níquel.

"La actividad minera de carbón es muy riesgosa, sobretodo la subterránea por acumulación de gases y derrumbes".

LOS ACCIDENTES MÁS RECIENTES EN MINERÍA DEL CARBÓN

- *23 de febrero de 2010: 17 muertos en Turquía*
- *5 de abril de 2010: 27 muertos en EE.UU.*
- *17 de junio de 2010: 73 muertos en Colombia*
- *19 de julio de 2010: 28 muertos en China*



ACCIDENTES EN MINERÍA METALÍFERA

TIPOS DE "ACCIDENTES" MINEROS

Ruptura de diques de cola

Contaminación de acuíferos (drenaje ácido)

ACCIDENTES EN MINERÍA METALÍFERA

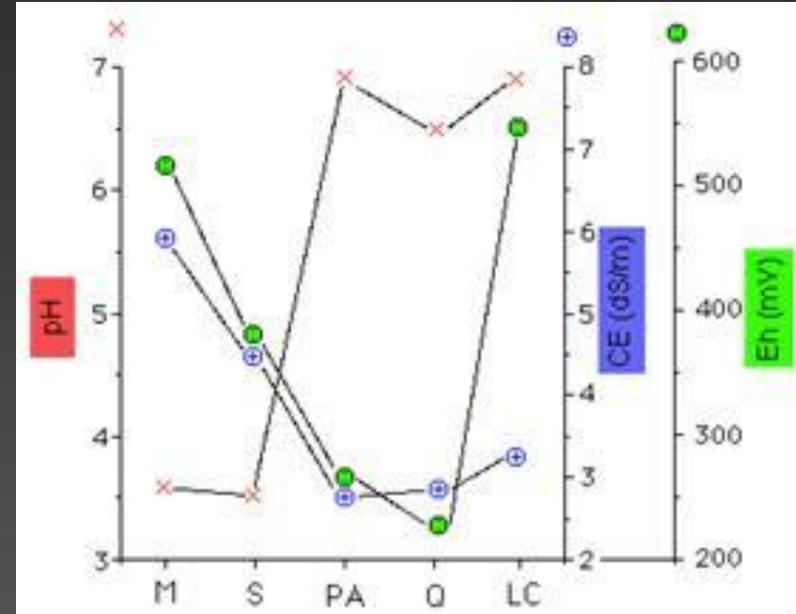
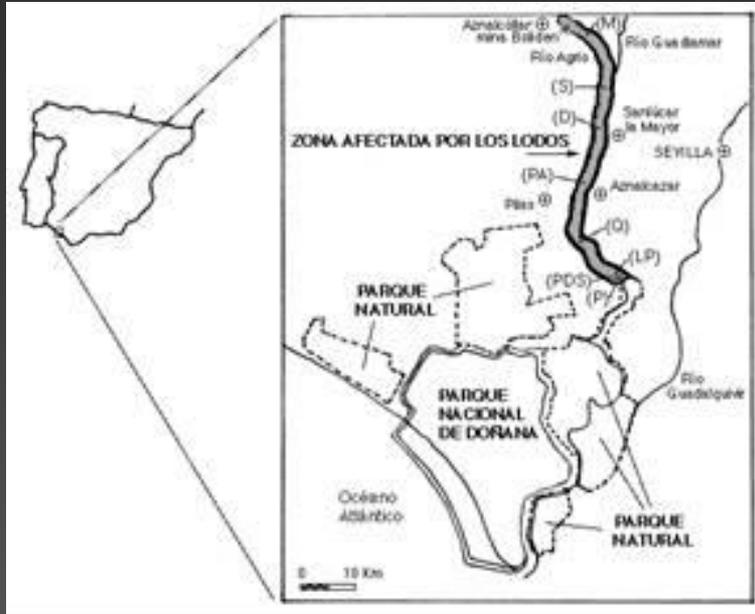
SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN "ACCIDENTES" MINEROS

Metales y metaloides: plomo, arsénico,
cadmio, mercurio, cromo, cobre

Cianuro

Otros insumos: ácido sulfúrico, agentes de
flotación, etc

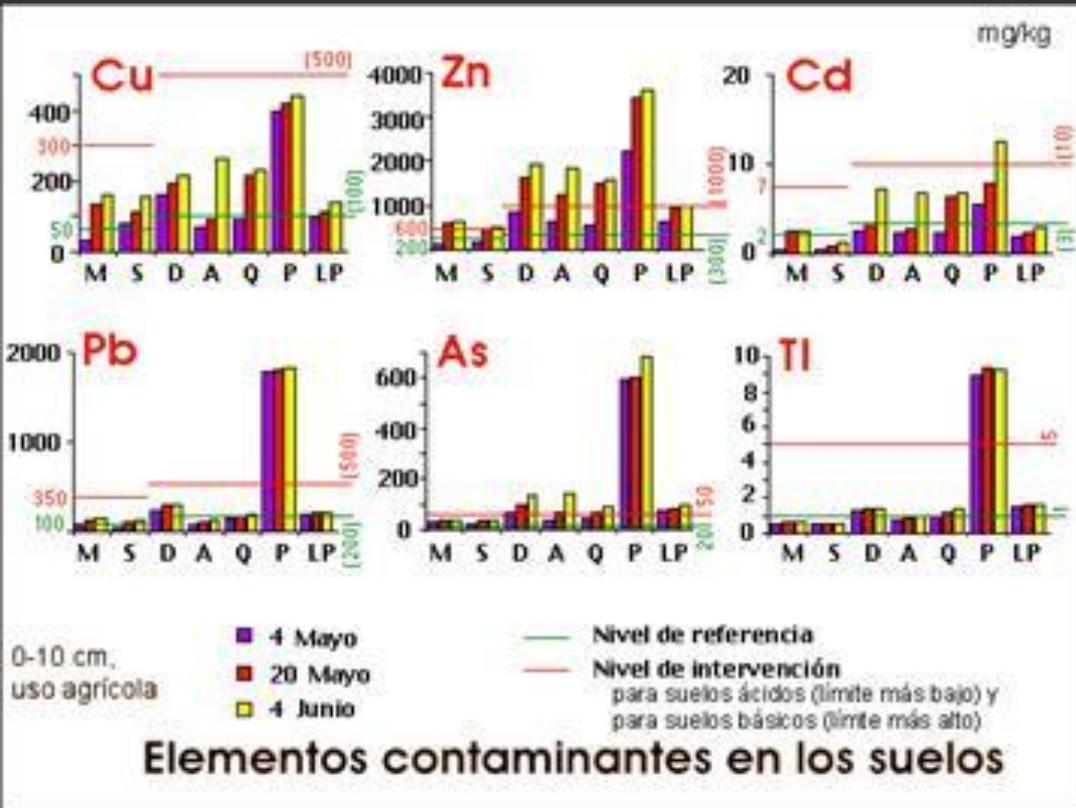
La ruptura del dique de Aznalcóllar



Mapa de la región afectada por el derrame de Aznalcóllar, y valores de pH, conductividad eléctrica y potencial redox a lo largo del área afectada

Aguilar, J.; Dorronsoro, C.; Fernández, E.; Fernández, J.; García, I.; Martín, F.; Ortiz, I.; Simón, M., *El desastre ecológico de Aznalcóllar*, publicación de la Universidad de Granada (2000). Ver: <http://edafologia.ugr.es/donana/aznal.htm>

La ruptura del dique de Aznalcóllar



Niveles de metales en los suelos, para tres campañas de medición en la región de Aznacóllar

El caso de la mina de Ok Tedi, Papúa Nueva Guinea



El proyecto original contemplaba la construcción de un dique de cola para proteger el río Fly. Ese dique nunca se construyó y se dio permiso provisorio de volcado en el río Ok Tedi. Se calcula que se volcaron 80 millones de toneladas de lodo residual por año, lo que dañó toda la vida silvestre, las características del río por colmatación, y la contaminación de los suelos inundables.

Imagen de la mina a cielo abierto de Ok Tedi, (foto de Teddy Kisch, research.berkeley.edu/stronach/resources/pics)

El caso de la mina de Ok Tedi, Papúa Nueva Guinea

El caso ilustra bien la dificultad de control cuando hay una notable asimetría de las posibilidades del controlador y del controlado. Sin embargo, la acción comunitaria, que llegó al Tribunal de La Haya, generó condiciones para comenzar a implementar un mejor control. BHP, ahora BHP-Billiton, se retiró de la explotación de la mina; la fuerte contribución de la minería a la economía del país hace pensar que su cierre constituiría un serio problema adicional, más que una solución



la confluencia de los ríos Ok Tedi y Ok Mani, que muestra la alta cantidad de sedimentos arrastrados desde la mina (foto de Teddy Kisch, research.berkeley.edu/stronach/resources/pics)

El caso de la mina de Marinduque, Filipinas

La compañía Marcopper explotó el yacimiento de Monte Tapian de la isla de Marinduque, una de las del grupo Luzon de Filipinas, desde 1969 hasta 1990. El 6 de diciembre de 1993, un tifón rompió un dique y se descargaron lodos tóxicos en río Mogpog. Más tarde, se comenzó a usar la vieja fosa minera como dique de almacenamiento de las colas del nuevo emprendimiento de San Antonio. El sellado de la fosa fracasó, y el 24 de marzo de 1996 se descargaron a través de un túnel de drenaje preexistente 1,6 millones de metros cúbicos de lodos residuales en los ríos Boac y Makulapnit. La descarga generó aludes de lodo que aislaron, y en algún caso cubrieron con lodo, pequeñas poblaciones a las márgenes del río Boac.



Marcopper mine on Marinduque Island
by Catherine Coumans



La explotación minera en Potosí y la ruptura del dique de Porco



El 29 de agosto de 1996, en la localidad de Porco (Potosí, Bolivia), se rompió el dique de colas de la mina de la Compañía Minera del Sur (COMSUR) y entre doscientas y cuatrocientas mil toneladas de lodos ingresaron al río Agua de Castilla, afluente del internacional río Pilcomayo.

Se incorporaron a las aguas cianuros, As, Pb, Ni y Cd con impacto ambiental inmediato en la zona de alta montaña (Potosí, Bolivia): Alta mortandad de peces y el fallecimiento de tres moradores indígenas de la región de San Lorencito por presunta ingestión de peces (sábalos) contaminados.



Foto: Equipo de investigación

La explotación minera en Potosí y la ruptura del dique de Porco

Como acciones correctivas, se construyó un dique provisorio para recibir las descargas de las minas de la región (Dique Laguna Pampa), que operó entre 2004 y 2006. A partir de esa fecha entró en funcionamiento el dique San Antonio. La Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo (Argentina, Bolivia y Paraguay) dio a conocer en 2008 el Plan Maestro de la Cuenca del Río Pilcomayo. Dicho Plan contempla la gestión del pasivo ambiental debido a siglos de minería sin recaudos ambientales.

Es interesante comparar la trabajosa respuesta en este caso con la respuesta inmediata en Aznalcóllar; ello pone en evidencia la falta de recursos y estructuras ágiles y ejecutivas para enfrentar problemas multinacionales.

Uso del cianuro en minería

EUROPEAN PARLIAMENT: JOINT MOTION FOR A RESOLUTION 28.4.2010 on a general ban on the use of cyanide mining technologies in the European Union

Código Internacional para el Manejo del Cianuro en la Minería del Oro

Uso del cianuro en minería

EUROPEAN PARLIAMENT: JOINT MOTION FOR A RESOLUTION 28.4.2010 on a general ban on the use of cyanide mining technologies in the European Union

Código Internacional para el Manejo del Cianuro en la Minería del Oro

Uso del cianuro en minería

**EUROPEAN PARLIAMENT: JOINT MOTION FOR A RESOLUTION
28.4.2010 on a general ban on the use of cyanide mining technologies in
the European Union**

RESPUESTA DEL COMISIONADA AMBIENTAL (23 DE JUNIO DE 2010):

"After an in depth analysis of the issue, the Commission considers that a general ban of cyanide in mining activities is not justified from environmental and health point of views. Existing legislation notably on the management of extractive waste (Directive 2006/21/EC) includes precise and strict requirements ensuring an appropriate safety level of the mining waste facilities. The limit values for cyanide storage as defined in the Directive are the most stringent possible and implies in practice a destruction step of cyanide used before its storage.

"Due to the lack of better (in the sense of causing less impact on the environment) alternative technologies, a general ban on cyanide use would imply the closure of existing mines operating in safe conditions. This would be detrimental to employment without additional environmental and health added value..."

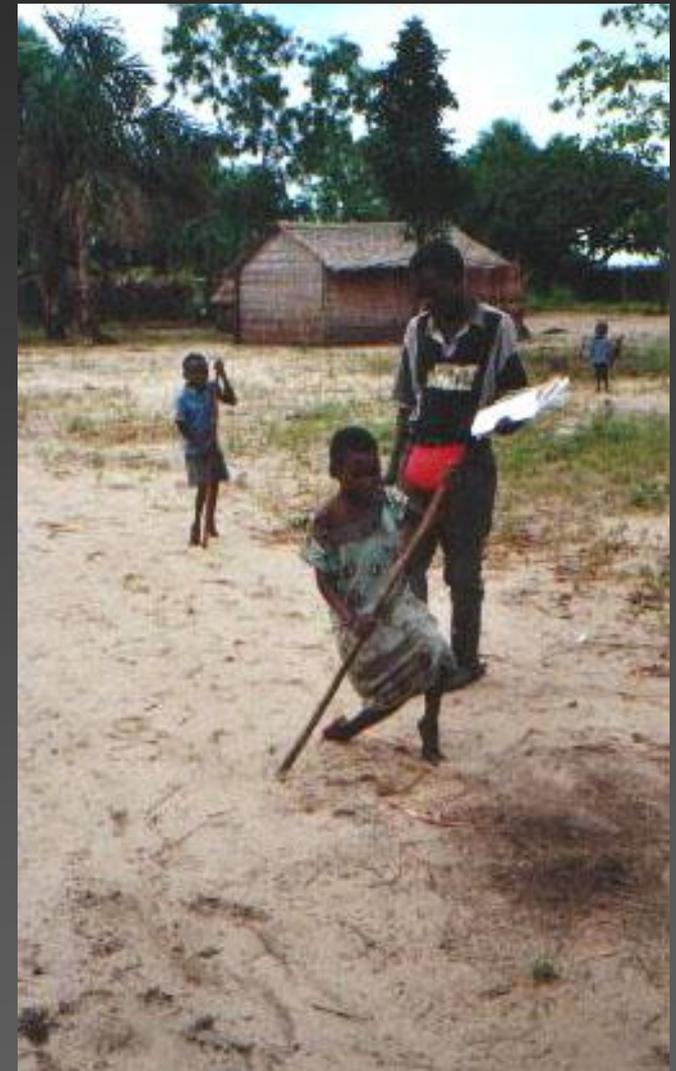
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getAllAnswers.do?reference=P-2010-3589&language=EN>

Envenenamiento por cianuro

Konzo (agudo): parálisis irreversible en las piernas de niños

Neuropatía tropical atáxica (crónico): pérdida de sensibilidad en las manos, adelgazamiento de piernas, etc

Bocio, cretinismo, retardo en el crecimiento: asociado a la interferencia del metabolismo del yodo y del azufre



Envenenamiento por cianuro

27 de septiembre de 1993, ocurrió la tragedia denominada "Masacre de Avellaneda" con 7 personas fallecidas como consecuencia del escape de gas cianhídrico ocurrido en la calle 25 de Mayo a tres cuadras de la Av Mitre de ciudad de Avellaneda, y que enlutó a una familia completa, y también al Auxilio médico que concurrió a ayudarlos. (por vuelco de ácidos residuales de los camiones tanques estacionados en las calles / zona, y arrojados en las cloacas del barrio).

Como fecha histórica a raíz de los accidentes rescatamos el: "Día Nacional de la Conciencia Ambiental". Fué declarada por Ley 24.605 del 27 de septiembre de 1995, en memoria de las 7 personas fallecidas como consecuencia del escape de gas cianhídrico referente al caso recientemente descripto.

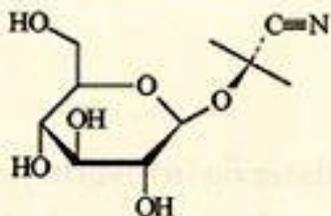
<http://www.razonesdeser.com/vernota.asp?d=15&m=2&a=2007¬aid=33343>

Mandioca (manihot esculenta) en Mozambique

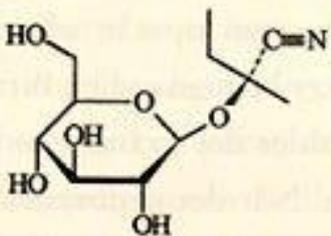


	OMS 2003	CAA 2010
Valores guía	0,07 mg/L	0,10 mg/L
Ingeta diaria total (TDI)	12 µg/kg	

Toxicidad crónica de la mandioca: se deben consumir 7 kg o más diariamente durante períodos prolongados

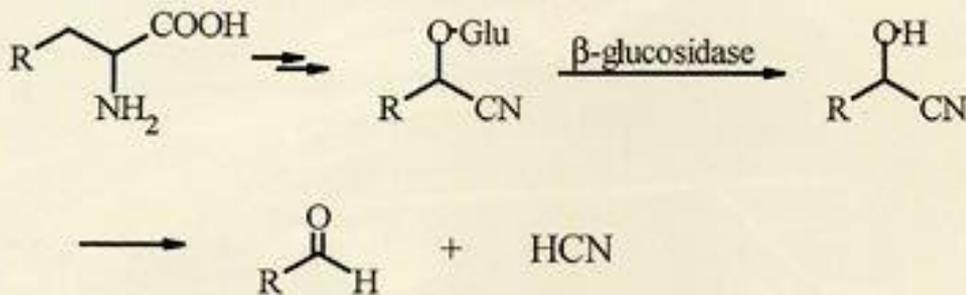


Linamarin (Valin)



Lotaustralin (Isoleucin)

Cyanogenesis



<http://www.food-info.net/uk/products/rt/cassava.htm>

Contenido de cianuro en harina de mandioca (mg de HCN equivalente/kg)

Date	Mujocojo	Terrene-A	Acordos de Lusaka	Cava
Oct. 1996	49(29)	43(30)	-	-
Sept. 1997	26(23)	13(19)	67(39)	-
Nov. 1998	109(71)	42(38)	138(69)	110(71)
Julio 1999	164(96)	186(79)	94(85)	-
Oct. 1999	26(20)	38(37)	57(53)	42(28)

M. Ernesto et al. / Acta Tropica 82 (2002) 357-362

El caso de Baia Mare, Rumania

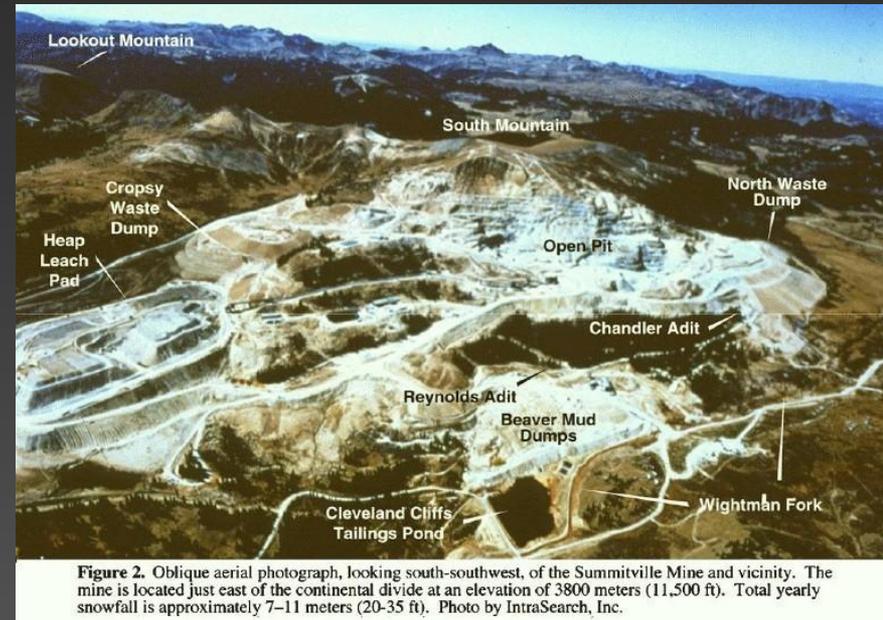
Baia Mare, Rumania, enero de 2000. Se rompió un dique cerca de la ciudad, y se descargaron al río Sasa más de 100.000 m³ de aguas que contenían cianuro y metales pesados. La pluma de aguas contaminadas se fue desplazando a lo largo de los ríos Lapus, Somes y Tisza, para ingresar en el Danubio y finalmente alcanzar el mar Negro. La contaminación mató muchos peces (en concentraciones de 20 a 76 µg/L, el cianuro es mortal para una gran cantidad de especies acuáticas) y produjo costos ambientales difíciles de evaluar. Las concentraciones de cianuro medidas durante el derrame, en las proximidades del mismo, llegaron a 19 mg/L, y las mediciones en el delta del Danubio, un mes después, arrojaron el valor de 58 µg/L.



M.A. Blesa, ACCIDENTES AMBIENTALES EN MINERÍA, <http://www.aargentinapciencias.org>

El caso de Summitville, EE.UU.

Ante la quiebra de la compañía, en Summitville, EEUU quedó en 1992 un pasivo ambiental de unos 800.000 m³ de solución cianurada en la pila de lixiviación, y material expuesto que producía un drenaje ácido importante. La evaluación hecha por el US Geological Survey (USGS) demostró que no hubo problemas mayores con el cianuro de la pila de lixiviación, pero sí de drenaje ácido, fruto de la mina y de la propia geología, que liberó a los ríos de la región hierro, aluminio y cobre. El HCN se destruyó naturalmente, por la luz del sol. El costo de las operaciones de remediación se estimó en más de 100 millones de dólares estadounidenses.



M.A. Blesa, ACCIDENTES AMBIENTALES EN MINERÍA,
<http://www.aargentinapciencias.org>

Uso del cianuro en minería: Código Internacional para el Manejo del Cianuro en la Minería del Oro

www.cyanidecode.org

Cyanide Chemistry - Windows Internet Explorer

http://www.cyanidecode.org/cyanide_chemistry.php

INTERNATIONAL CYANIDE MANAGEMENT CODE FOR THE GOLD MINING INDUSTRY

ABOUT THE CODE | SCOPE & SIGNATURE | SIGNATORY COMPANIES | WHO IS ICPE | CYANIDE FACTS | REGULATORY | AUDITING & MARKETING | LEGAL DISCLAIMERS

Cyanide Chemistry

Cyanide Species

The term cyanide refers to a negatively charged anion consisting of one carbon atom and one nitrogen atom joined with a triple bond, CN^- . The most toxic form of cyanide is free cyanide, which includes the cyanide anion itself and hydrogen cyanide, HCN, either in a gaseous or aqueous state. At a pH of 9.3 - 9.5, CN^- and HCN are in equilibrium, with equal amounts of each present. At a pH of 11, over 99% of the cyanide remains in solution as CN^- , while at pH 7, over 99% of the cyanide will exist as HCN. Although HCN is highly soluble in water, its solubility decreases with its raised temperature and under highly saline conditions. Both HCN gas and liquid are colorless and have the odor of bitter almonds, although not all individuals can detect the odor.

Cyanide is very reactive, forming simple salts with alkali earth cations and some complexes of varying strengths with numerous metal cations; the stability of these salts is dependent on the cation and on pH. The salts of sodium, potassium and calcium cyanide are quite toxic, as they are highly soluble in water, and thus readily dissolve to form free cyanide. Operations typically receive cyanide as solid or dissolved $NaCN$ or $Ca(CN)_2$. Weak or moderately stable complexes such as those of cadmium, copper and zinc are classified as weak-to-medium dissociable (MAD). Although metal-cyanide complexes by themselves are much less toxic than free cyanide, their dissociation releases free cyanide as well as the metal cation which can also be toxic. Even in the neutral pH range of most surface water, MAD metal-cyanide complexes can dissociate sufficiently to be environmentally harmful if in high enough concentrations.

Cyanide forms complexes with gold, mercury, cobalt and iron that are very stable even under mildly acidic conditions. However, both ferric and ferrous cyanides decompose to release free cyanide when exposed to direct

Cyanide Facts

- 1) Cyanide Chemistry
- 2) Use in Mining
- 3) Environmental & Health Effects
- 4) Sampling & Analysis
- 5) Cyanide References

Sign up to receive updates about ICPE

Enter email address:

LAS CUATRO GRANDES ENFERMEDADES DE LA CONTAMINACIÓN EN JAPÓN

Enfermedad	Causa	Responsabilidad	Año
Enfermedad de Minamata	Envenenamiento con mercurio	Planta química de Chisso	1932 - 1968
Enfermedad de Niigata	Envenenamiento con mercurio	Compañía Eléctrica Shōwa	1965
Asma de Yokkaichi	Óxidos de azufre y de nitrógeno	Contaminación del aire	1961
Enfermedad de Itai-itai	Envenenamiento con cadmio	Minería en la Prefectura Toyama	1912

Amenazas a la salud humana originadas en plantas industriales

Enfermedad de Minamata, Japón (metilmercurio, planta petroquímica de Chisso)

El caso del canal Love en EE.UU, 1945-1953 (volcado intencional de residuos tóxicos, Hooker Chemical)

El desastre de Seveso, Italia, 1976 (dioxina, planta para hexaclorofeno de una subsidiaria de Hoffmann-La Roche)

El desastre de Bophal, India, 1984 (isocianato de metilo, Union Carbide, agroquímicos)

El derrame al Rin de Sandoz, Basilea, Suiza, 1986 (agroquímicos)

La emisión de dióxido de azufre de Al-Mishrak, Iraq

El desastre de Chernobyl, Ucrania (1986)

Amenazas a la salud humana por consumo de alimentos contaminados

- *El caso del aceite de colza en España, 1981 (contaminado con un tóxico desconocido, tal vez un nematocida organofosforado)*
- *El caso de la harina contaminada con agroquímicos mercuriales en Iraq*
- *La enfermedad de itai-itai*
- *La enfermedad de Minamata*
- *La enfermedad de konzo*
- *Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico*

Amenazas a la salud humana originadas en explotaciones mineras

- La enfermedad de itai-itai*
- Múltiples explosiones por grisú en minería del carbón*
- La contaminación en Potosí y en la cuenca del Pilcomayo*

CONCLUSIONES

- La intervención del hombre en la naturaleza ha adquirido dimensiones globales.
- Los emprendimientos agrícolas, mineros, industriales también han adquirido escalas antes impensadas.
- Las consecuencias, en forma de "accidentes" también pueden tomar dimensiones grandes.
- Las consecuencias ambientales, incluyendo los "accidentes" aparecen en todas las actividades.

CONCLUSIONES

- No parece viable, si se mantiene el paradigma de **Crecimiento = Progreso** evitar totalmente estas consecuencias ambientales sin riesgo de alterar profundamente la trama social.
- La apuesta más razonable parece estar en el desarrollo de las herramientas que minimicen las probabilidades de eventos desfavorables, desarrollando a fondo el análisis probabilístico de accidentes.
- Ello a su vez conlleva la necesidad de extremar controles e incentivos de buenas prácticas en todo tipo de actividad.

MUCHAS GRACIAS