

“DICTAMEN PERICIAL”

“ORIGEN DEL CONTENIDO EN CADMIO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA ZONA DEL YACIMIENTO DE COBRE DE TOURO (GALICIA)”

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	3
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	4
4. EL YACIMIENTO DE TOURO Y SU ROCA DE CAJA	4
5. CONTENIDO EN CADMIO DE LAS ROCAS DE TOURO	5
6. TOXICOLOGÍA DEL CADMIO EN EL MEDIOAMBIENTE	6
7. CONTENIDO EN Cd DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN TOURO	8
8. ALEGACIONES DE LA FEDERACIÓN ECOLOGISTA GALLEGA	9
9. ORIGEN DEL CADMIO CONTENIDO EN LAS MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL DE LA ZONA DE TOURO	10

1. INTRODUCCIÓN

A petición de las Sociedades Atalaya Mining y Cobre San Rafael se ha realizado un estudio del origen del cadmio presente en las aguas superficiales de la zona del yacimiento de Cu de Touro (Galicia) y su posible implicación ambiental.

Este trabajo de investigación se ha realizado dentro de un contrato suscrito por la Fundación Universidad de Oviedo y la empresa Atalaya Mining.

2. OBJETIVOS

El estudio de investigación abordado pretende conocer la procedencia del contenido en Cd detectado en los arroyos de la zona del yacimiento de Cu de Touro, y las posibles implicaciones ambientales que podría tener en su entorno, incluyendo la salud de las personas que allí habitan.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se han analizado esencialmente los siguientes documentos:

1º) El estudio hidrológico e hidrogeológico del Proyecto Minero de Touro, en lo referente al Cd en las aguas superficiales

2º) El Informe de la Federación Ecologista Gallega referente al mencionado Proyecto Minero de Touro, en lo referente al contenido en Cd de las aguas superficiales.

4. EL YACIMIENTO DE TOURO Y SU ROCA DE CAJA

Geológicamente, el yacimiento de Cu de Touro se localiza en las láminas superiores del Complejo de Ordenes del Varisco Peninsular. Presenta una estructura antiformal con los flancos muy poco inclinados al este y oeste, y formado básicamente por tres litologías; paragneises y anfibolitas como roca de caja y anfibolitas granatíferas como nivel mineralizado (figura 1).

La mineralización se presenta como cuerpos lenticulares, con dos dimensiones mayores y una tercera mucho más reducida, emplazados hacia la base de los cuerpos anfibolíticos. Localmente, aparecen cuerpos mineralizados con la misma estructura lenticular, pero de dimensiones mucho más reducidas, cuya roca de caja puede ser indistintamente anfibolitas o paragneises.

La estructura de la mineralización es de tipo diseminado, presentándose los sulfuros rellenando fisuras o reemplazando a la anfibolita granatífera. La mineralogía es muy sencilla, estando formada en más de un 99% por pirrotina y calcopirita de grano medio a grueso, siendo el contenido en sulfuros de los cuerpos mineralizados relativamente bajo, en general, inferior a un 10%, con una ley media de 0,4% Cu. Localmente, la concentración de sulfuros puede llegar como máximo a un 30%, no existiendo en ningún caso sulfuros masivos.

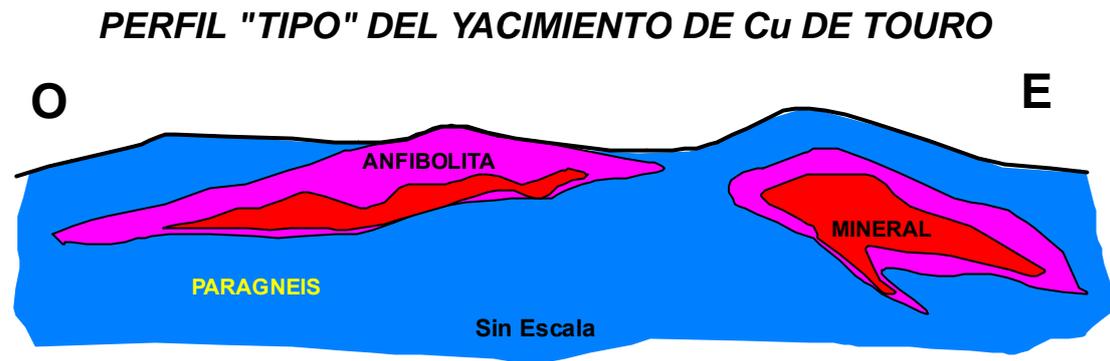


Figura 1. Esquema general del yacimiento de Cu de Touro (Galicia).

5. CONTENIDO EN CADMIO DE LAS ROCAS DE TOURO

Se han analizado 1.026 testigos de sondeos por ICP para determinar el contenido en Cd de la mineralización cobriza de Touro y de su roca de caja. En concreto, 389 muestras fueron del mineral; mientras que, de la roca de caja tenemos, 270 muestras de anfibolita y 367 muestras de paragneises.

Los contenidos medios, máximos y mínimos de ese elemento metálico se presentan en la tabla 1, donde también aparece el contenido medio de Cd del “Clarke Cortical”.

Los resultados analíticos medios para Cd del yacimiento de Touro y de su roca de caja muestran una baja concentración, en el rango del “Clarke Cortical”. Esto significa, que en la explotación a cielo abierto de este yacimiento no se pueden producir niveles potencialmente contaminantes de este elemento metálico, ni en el aire, ni en el agua, ni en el suelo.

Tabla 1. Resultados analíticos del contenido en Cd de la mineralización y roca de caja del yacimiento de Touro, y su comparación con el valor de Cd del “Clarke Cortical”.

	ANFIBOLITAS	PARAGNEISES	MINERALIZACIÓN	"CLARKE"
ppm	Cd	Cd	Cd	Cd
Media	0,4	0,41	1,71	0,2
Máximo	3,4	8,92	55,8	
Mínimo	0,1	0,03	0,05	

6. TOXICOLOGÍA DEL CADMIO EN EL MEDIOAMBIENTE

El cadmio es un metal pesado considerado como uno de los elementos más tóxicos en el medioambiente, junto con el mercurio y el plomo. La problemática del cadmio radica, además de en su elevada toxicidad, en su larga vida media y en la capacidad para ser acumulado por los seres vivos.

Al igual que ocurre con otros contaminantes, es importante el cumplimiento de las normas que regulen el cadmio en cuanto a sus emisiones, niveles en el medio y niveles en alimentos y agua.

En el medio acuático, que es el que nos ocupa en este Dictamen Pericial, el cadmio existe en forma de ion libre o como complejo iónico asociado a otras sustancias inorgánicas u orgánicas. Los compuestos de cadmio solubles se movilizan en el agua, mientras que los insolubles se depositan en el sedimento.

En el transporte y la distribución de un contaminante en un sistema acuático están involucrados factores hidráulicos, químicos y microbiológicos que interaccionan de forma compleja. La solubilidad del cadmio se ve influida por la dureza del agua, el pH y la presencia de sulfuros coloidales.

Por lo general, las concentraciones de este elemento en el agua potable son menores a 5 $\mu\text{g/L}$, mientras que en los océanos oscilan entre 0,04 y 0,03 $\mu\text{g/L}$. La presencia de cadmio como contaminante en agua potable puede proceder de las tuberías galvanizadas de zinc, soldaduras, calentadores de agua, grifos, etc, o bien por la filtración de cadmio a las aguas subterráneas a partir de los lodos que contengan óxidos de cadmio.

La población en general está expuesta al cadmio a través de la contaminación del aire, agua, suelos, alimentos y el tabaco, siendo la dieta la principal fuente de exposición al cadmio para no fumadores. La deposición atmosférica de cadmio, la aplicación de fertilizantes y enmiendas en los campos pueden conducir a la contaminación de suelos y a la absorción de cadmio por los cultivos para el consumo humano. Se han determinado altas concentraciones de cadmio en mariscos, productos de casquería como el hígado y el riñón, en semillas oleaginosas, granos de cacao y en ciertas setas. Cereales como el arroz y el trigo, vegetales de hoja verde, patatas y hortalizas de raíz como la zanahoria contienen las concentraciones más altas de cadmio, y se estima que más de 80% de la ingesta del metal procede de este tipo de alimentos.

En cuanto a la regulación internacional a la exposición ambiental de Cd tenemos las directrices que fija la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2010):

– El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) estableció en 2010 un valor de ingesta máxima tolerable mensual para el cadmio de 25 $\mu\text{g/kg}$ de peso.

– Cadmio en agua para consumo humano: 5 $\mu\text{g/L}$ (coincide con el valor paramétrico en España, indicado en el Real Decreto-ley 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano).

– Aire: 5 ng/m^3 , como valor de referencia (RD 102/2011).

7. CONTENIDO EN Cd DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN TOURO

En el Proyecto Minero de Toruo se ha analizado el contenido en Cd de 12 muestras de aguas superficiales, cuyos resultados y localización se presentan en la tabla 2 y figura 2.

Diez de las muestras analizadas presentan valores por debajo del límite de detección. Tan solo las muestra Puch-3, con 1,45 $\mu\text{g/L}$, y Puch-11, con 0,93 $\mu\text{g/L}$, presentan valores analíticamente detectables.

La peligrosidad ambiental de estas dos muestras en las aguas superficiales es prácticamente nula, teniendo en cuenta que, de acuerdo con la regulación de la OMS (WHO 2010) y la española (BOE 2003), las aguas del arroyo de Pucheiras tendrían la calificación de “POTABLES”; por tanto “APTAS PARA EL CONSUMO HUMANO”, en cuanto a lo referente a su contenido en Cd (valor máximo de 5 $\mu\text{g/L}$).

Tabla 2. Análisis de aguas superficiales en el Proyecto Minero de Touro.

Muestra	N _{total} (mg/L)	NH ₄ (mg/L)	F (mg/L)	Cl (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	Br (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	CID (mg/L)	COD (mg/L)	COT (mg/L)
Puch-1	0.39	<0.050	<0.050	7.73	<0.030	0.040	1.32	0.10	8.45	3.97	0.82	4.79
Puch-3	6.91	5.21	0.23	29.4	<0.030	0.16	9.36	<0.044	575	6.29	2.24	8.52
Puch-4	0.75	<0.050	<0.050	9.18	<0.030	0.052	2.58	<0.044	25.0	2.52	0.56	3.08
Puch-11	3.69	1.77	0.11	21.6	<0.030	0.11	9.91	<0.044	384	0.20	1.96	2.16
Bran-5	1.98	1.09	<0.050	10.1	0.14	0.14	3.92	0.13	8.32	4.75	1.61	6.36
Bran-6	3.00	2.10	<0.050	11.3	0.24	0.040	4.74	0.11	9.07	6.32	2.45	8.77
Bran-7a	0.24	<0.050	<0.050	5.75	<0.030	<0.030	0.78	<0.044	10.2	2.43	<0.5	2.89
Bran-7b	0.17	<0.050	<0.050	7.06	<0.030	<0.030	0.54	<0.044	13.0	1.85	0.66	2.51
Bran-8	2.22	<0.050	<0.050	11.4	<0.030	<0.030	8.26	<0.44	56.3	1.75	1.22	2.98
Bran-9	1.52	<0.050	<0.050	9.93	<0.030	<0.030	5.77	0.10	9.52	3.13	1.06	4.19
Bran-10	4.26	0.121	<0.050	10.6	<0.030	<0.030	15.9	0.13	7.56	4.03	1.69	5.72
Bran-12	2.57	<0.050	0.050	12.3	<0.030	<0.030	10.3	0.06	46.6	2.12	1.15	3.27

Tabla 28: Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en los arroyos.

Muestra	Na (mg/L)	Mg (mg/L)	Si (mg/L)	Ca (mg/L)	K (mg/L)	Mn ($\mu\text{g/L}$)	Fe ($\mu\text{g/L}$)	P _{total} (mg/L)	Fe _{total} (mg/L)	Cd ($\mu\text{g/L}$)
Puch-1	9.60	2.63	7.32	3.62	0.70	80	118	0.012	0.181	<0.25
Puch-3	33.5	59.9	6.87	106	14.4	10138	75	<0.010	0.074	1.45
Puch-4	8.24	5.69	6.17	6.94	0.94	306	61	<0.010	0.060	<0.25
Puch-11	21.9	39.5	6.86	63.2	7.63	5652	62	<0.010	0.141	0.93
Bran-5	9.43	2.69	6.86	6.86	1.69	46	164	0.133	0.219	<0.25
Bran-6	10.2	2.83	6.67	6.67	1.84	149	450	0.202	0.456	<0.25
Bran-7a	5.48	2.81	5.56	5.56	0.27	19.8	34	<0.010	0.036	<0.25
Bran-7b	5.94	2.82	6.23	6.23	0.28	60	315	<0.010	0.043	<0.25
Bran-8	10.3	8.01	6.98	6.98	1.66	460	81	0.061	0.063	<0.25
Bran-9	8.61	2.82	6.55	6.55	1.49	56	127	<0.010	0.134	<0.25
Bran-10	9.03	3.58	6.01	6.01	3.24	31	42	0.028	0.053	<0.25
Bran-12	11.6	8.29	6.83	6.83	2.39	572	58	0.026	0.112	<0.25

Tabla 28 (continuación). Resultados de las analíticas de las muestras recogidas en los arroyos.

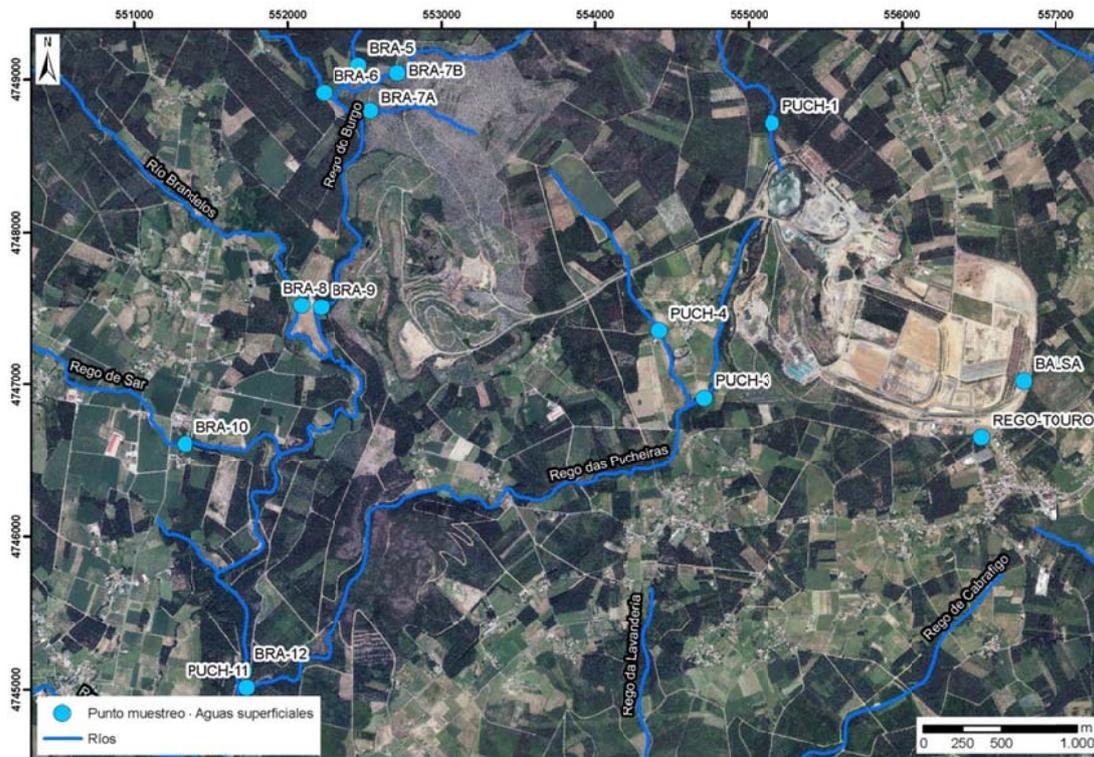


Figura 2. Situación muestras de agua en arroyos en el Proyecto Minero de Touro.

8. ALEGACIONES DE LA FEDERACIÓN ECOLOGISTA GALLEGA

En lo referente al contenido en Cadmio de las aguas superficiales de la zona del Proyecto Minero de Touro, el escrito de alegaciones de la Federación Ecologista Gallega de 24 de noviembre de 2017, dice textualmente en las páginas 9 y 10: “*No caso do cadmio, substancia perigosa prioritaria e coñecido axente canceroxénico, nos dous puntos do rego Puchéiras posteriores á zona de contacto coa explotación preséntanse valores de 1,45 (Puch-3) e 0,93 (Puch-11) microgramos/litro, fronte ao valor máximo permitido de 0,08 (NCA-MA) e 0,45 (NCA-CMA) microgramos/litro. O valor augas arriba (Puch-1) e inferior ao límite de cuantificación aplicado (<0,25)”*”.

Esta afirmación de la Federación Ecologista Gallega es errónea, en cuanto no tiene en cuenta la normativa internacional de la OMS, ni la española, que fijan para el agua de consumo humano un contenido máximo de Cadmio de 5 $\mu\text{g/L}$. Las dos muestras de agua del Proyecto Minero de Touro, con valores superiores al límite de detección, presentan contenidos muy inferiores a los límites legales para el consumo humano, y por lo tanto, sin peligrosidad ambiental.

9. ORIGEN DEL CADMIO CONTENIDO EN LAS MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL DE LA ZONA DE TOURO

Tal y como aparece en la tabla 2, hay dos muestras con contenidos en Cd por encima del límite de detección. Estas dos muestras presentan asimismo, los mayores contenidos en nitrógeno total, en amonio, en potasio y en magnesio, de todas las muestras analizadas. El contenido en estos elementos es típico de los purines que se utilizan abundantemente como abono en la zona de Touro.

A la vista de la composición química que presentan las muestras de agua Puch-1 y Puch-11, no hay duda que ambas muestras derivan de aguas contaminadas por purines. Como es conocido, los piensos animales y vegetales pueden presentar contenidos significativos de metales pesados, entre los que se incluye en Cd, que se incorporarían a la cadena trófica, acumulándose en el hígado y riñones de los animales de granja, los cuales eliminarían parte de los mismos en los purines.

En el yacimiento de cobre de Touro y en su roca de caja no está presente el nitrógeno, por lo que de ninguna manera pueden aparecer aguas nitrogenadas derivadas de la meteorización y lixiviación de dichas rocas.

En conclusión, las dos muestras con presencia de Cd por encima del límite de detección presentan asimismo los contenidos más altos en N y sus compuestos; además de en Mg y K, lo que coincide plenamente con una génesis de aguas contaminadas con purines. De ninguna manera el cadmio puede derivar del yacimiento de Touro o de su roca de caja, ya que este elemento aparece a nivel de trazas en dichos materiales pétreos, siendo su potencial lixiviación indetectable.

Oviedo, 17 de julio de 2018



Fdo. Dr. Daniel Arias Prieto
Director del Grupo de Investigación de
Geología Aplicada a la Ingeniería