

## **INFLUENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE DE LOS VERTIDOS INTENCIONALES DE BORATOS A ORILLAS DE LA RUTA NACIONAL 51 - SALTA.**

**Jorge Velasco<sup>1</sup>, Gloria Villaflo<sup>1</sup>, Eduardo Bisonard<sup>2</sup>, Hugo Gonzalez<sup>3</sup> y Enrique Soria<sup>4</sup>**

Instituto de Beneficio de Minerales (INBEMI), Facultad de Ingeniería, Consejo de Investigaciones (CIUNSA)  
Universidad Nacional de Salta

Instituto de Industrias Químicas (INIQUI), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Avda. Bolivia 5150 – 4400 – Salta, Argentina, Fax: 0387–4255451, Tel.: 0387–4255375-4255366  
e-mail: villaflo@unsa.edu.ar, inbemi@unsa.edu.ar

**RESUMEN:** La ruta nacional 51, que forma parte del corredor bioceánico que conecta Salta con Chile, es utilizada para el transporte de mercaderías y minerales (boratos) de la puna. A orillas de esta ruta se observa la presencia de numerosos montículos de boratos por vertidos intencionales. Dichos vertidos, según información de los pobladores del lugar, son debidos a descarga del sobrepeso de los camiones que transportan el mineral cuando se tiene conocimiento que se realizan controles de carga.

En este trabajo se analiza la influencia en el medio ambiente de dichos vertidos intencionales, realizando la identificación de los puntos de vertido y muestreo, caracterización física y química (B soluble,  $B_2O_3$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $OCa$ ,  $ONa_2$ ), volumen de vertido y evaluación de los resultados para determinar su potencial de riesgo. La realización de este trabajo determina resultados importantes concluyendo con recomendaciones y sugerencias para la comunidad que habita a orillas de la mencionada ruta.

**Palabras clave:** contaminación ambiental, transferencias y educación, hábitat, boratos.

### **INTRODUCCION**

La Quebrada del Toro se ubica al noroeste del departamento de Rosario de Lerma, y en ella se encuentran pequeños poblados donde habitan familias campesinas, que desarrollan actividades agrícolas ganaderas destinadas fundamentalmente al autoconsumo y venta de algunos excedentes al mercado interno.

La Quebrada es recorrida por la ruta nacional 51, que forma parte del corredor bioceánico que conecta Salta con Chile, y es utilizada para el transporte de mercaderías y minerales (de boratos entre ellos) de la puna. A orillas de esta ruta se observa la presencia de numerosos montículos de boratos vertidos intencionalmente. Dichos vertidos, de acuerdo a lo informado por los pobladores del lugar, son debidos a descarga del sobrepeso de los camiones que transportan el mineral cuando tienen conocimiento que se realizan controles de carga en la ruta, por lo general en Ingeniero Maury donde se encontraba localizada la balanza de camiones. Por otro lado la acción de los vientos sobre la carga que es transportada sin su correspondiente cubierta (lonas o carpas), producen polvo de mineral de boratos que se distribuyen y depositan a la vera de toda la ruta, sobre las plantaciones o huertas de los pobladores, los árboles y casas de los poblados, etc.

En tal sentido, la acción del boro en el medio ambiente está particularizada a:

- Polvo y su distribución por arrastre eólico.
- Disolución por precipitaciones (lluvia, nieve) y vertidos en zonas de acción del agua (lechos de ríos, banquinas, acequias).

### **DESARROLLO**

Para determinar la existencia o no de una posible influencia en el medio ambiente de los vertidos intencionales de boratos a las orillas de dicha ruta, se realizaron las siguientes actividades:

- Identificación de los puntos de vertido y muestreo.
- Control de los vertidos para detectar nuevos puntos de muestreo.
- Caracterización física y química de los puntos muestreados, determinando (Flores, 2002):
  - B soluble
  - $B_2O_3$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $OCa$ ,  $ONa_2$
  - Volumen de vertido.
- Evaluación de los resultados para determinar el potencial de riesgo de los vertidos.

<sup>1</sup> Profesional Principal CONICET – Docente-Investigador UNSa

<sup>2</sup> Docente-Investigador UNSa

<sup>3</sup> Técnico Principal CONICET

<sup>4</sup> Técnico Asociado CONICET

Para llevar a cabo estas actividades se realizaron dos viajes a la Quebrada del Toro y se efectuaron reuniones con los pobladores de Ingeniero Maury y de Gobernador Solá, quienes plantearon sus inquietudes y preocupaciones.

Se tomaron y se recibieron de los pobladores muestras sólidas y líquidas de distintas zonas a lo largo de la ruta 51, entre Chorrillos y Santa Rosa de Tastil, tanto de los vertidos de minerales, como de tierras de cultivos y de aguas de riego y de consumo. Se realizaron los análisis previstos sobre las muestras seleccionadas.

En la reunión con los pobladores los mismos manifestaron su preocupación por la presencia de boratos debido tanto a los vertidos intencionales como por los polvos desprendidos durante el transporte del mineral en camiones. Expresaron tener problemas con las plantaciones, la experiencia les indica que ha bajado el rendimiento de los cultivos (maíz, duraznos, peras, manzanas). Suponen que esos problemas ocurren porque se arrastra el borato al río. Los vertidos de boratos a orillas de la ruta, según lo expresan los pobladores, comenzaron con la instalación de la balanza en Ingeniero Maury, debido que algunos camiones transportan un sobrepeso de mineral y cuando tienen conocimiento de que se van a realizar controles de carga descargan dicho sobrepeso. Estos montículos de boratos, de distintos tamaños, pueden observarse a los costados de la ruta, siendo algunos de ellos retirados con posterioridad y otros desaparecen por efecto de la lluvia y el viento.

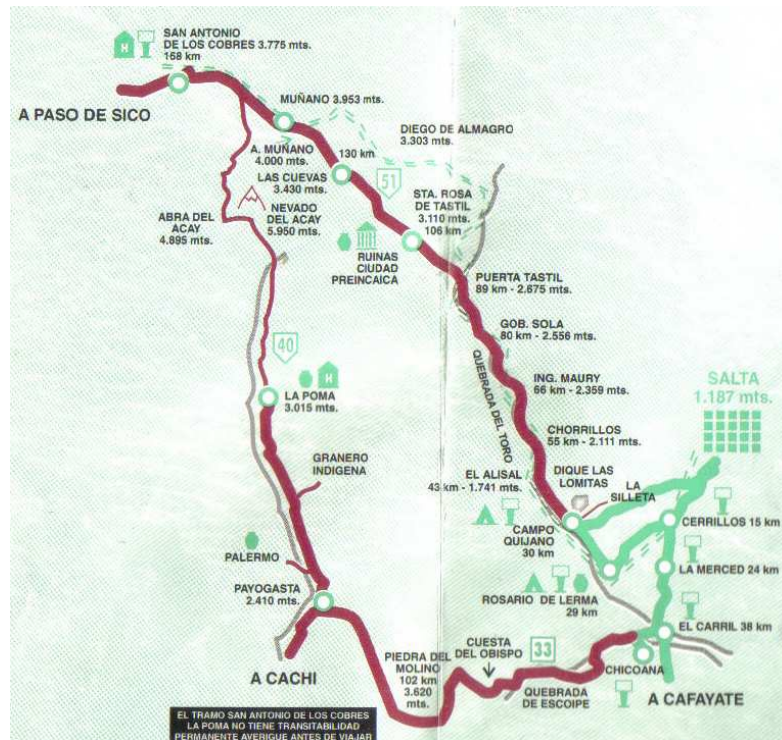


Figura 1: Mapa de la ruta nacional 51 y vista de la misma a la altura de San Antonio de Los Cobres

En la figura 1 se muestra un mapa de la ruta nacional 51 y en la figura 2 la foto de uno de los vertidos de boratos.



*Figura 2: Vertido de mineral de boratos a orillas de la Ruta 51*

El segundo viaje se realizó con el objeto de realizar nuevos muestreos debido a que la balanza de control de carga fue trasladada a San Antonio de los Cobres. Se tomaron muestras sólidas y líquidas, entre Chorrillos y San Antonio de los Cobres, de los vertidos de minerales, de tierras de cultivos y de aguas de riego y de consumo para corroborar los resultados obtenidos y poder elaborar las conclusiones. Se realizaron los análisis correspondientes sobre las muestras seleccionadas.



*Figura 3: Vertidos de mineral de boratos*



*Figura 4: Descarga de mineral en la orilla de la ruta*

En la figura 3 puede visualizarse otro vertido y en la figura 4 el momento en que un camión está realizando la descarga de mineral a orillas de la ruta (primer viaje).



En la tabla 1 se detallan los puntos de muestreo de los vertidos y de las muestras aportadas por los pobladores de la zona en los viajes realizados.

Muestra N°	Ubicación del vertido		Dimensiones del vertido			Descripción hidrográfica	Otros detalles
	Margen (*)	km Ruta 51	Base (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )		
1	Derecha	88	1	0,30	0,30	Cordón cuneta. Orilla opuesta al río	Foto 1
2	Izquierda	89	0,5	0,15	0,075	Cordón cuneta. Orilla del lado del río.	Curva 14
3	Derecha	89	0,5	0,15	0,075	Cordón cuneta. Orilla opuesta al río	Ídem lugar M 2 (al frente)
4	Derecha	92	2	0,25	0,5	Cordón cuneta. Orilla del lado del río, cerca y con pendiente.	km 15 (de la vía) Mojón 1214
5	Derecha		2	0,30	0,6	Cordón cuneta. Orilla opuesta al río hay una acequia entre la vía y ruta.	Puerta de arca, El Tapial. Foto 2.
6	Derecha	96	10,4	0,30	3,12	Al lado de un arroyo con pendiente.	
7	Derecha	97	2,8	0,20	0,56	Cordón cuneta. Orilla opuesta al río	El Ampasar km 18 Mojón 1219
8	Derecha	98	11,2	0,10	1,12		
9	Izquierda	101	1,6	0,20	0,32		
10	Derecha	109	30	0,10	3	A la orilla cae en picada al lecho del río, el curso del agua pasa lejos.	
11	Izquierda	110	11	0,25	2,75	Sobre la banquina con pendiente. Camión descargando	Descarga a ambos lados del camión. (Foto 3)
12		120	12	0,5	6	Curva con paredón.	11 km antes de Santa Rosa de Tastil, varios montones chicos

(\*) Sentido de vuelta a Salta

Tabla 1: Identificación de los puntos de muestreo de los vertidos intencionales de boratos a orillas de la Ruta 51.

En las figuras 5 y 6 se muestran vertidos de boratos, así como la nueva ubicación de la balanza en San Antonio de los Cobres (segundo viaje).



Figura 5: Vertido de mineral de boratos.

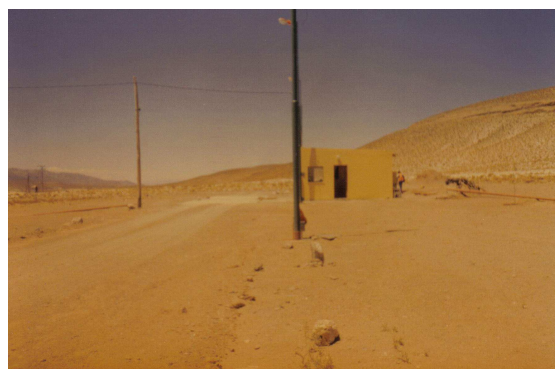


Figura 6: Balanza en San Antonio de los Cobres.

## RESULTADOS

De la reunión con los pobladores surgió la necesidad de solicitar ante quien corresponda que los transportistas realicen el transporte del mineral en condiciones adecuadas, cumpliendo con las normas de transporte de mineral a granel (uso de carpas, número correcto de sogas, embolsado de la carga, etc.).

De las muestras de vertidos obtenidas y las de tierras y agua aportadas por los pobladores de la zona, se seleccionaron para análisis las indicadas en las tablas 2 y 3, realizándose la determinación de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, B soluble, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, OCa y ONa<sub>2</sub>. En dichas tablas se indican los resultados de los análisis químicos realizados, expresados en base húmeda. Las muestras sólidas se expresan como porcentaje peso en peso (p/p % = g/100 g de muestra), mientras que las muestras líquidas como porcentaje peso en volumen (p/v % = g/100 ml de muestra). Para las muestras sólidas se indica el boro soluble en agua, expresando la concentración en ppm (partes por millón).

Muestra N°	Tipo de Muestra	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	B soluble (ppm)	Cl <sup>-</sup> (%)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (%)	OCa (%)	ONa <sub>2</sub> (%)
PQT-M01	Vertido	33,80	4560	-	-	-	-
PQT-M02	Vertido	28,83	2140	-	-	-	-
PQT-M03	Vertido	0,93	410	0,005	0,140	0,037	0,025
PQT-M04	Vertido	25,64	5120	-	-	-	-
PQT-M05	Vertido	20,70	3210	-	-	-	-
PQT-M06	Vertido	23,87	4020	4,31	1,64	6,87	8,64
PQT-T01	Tierra	0,36	110	-	-	-	-
PQT-T02	Tierra	0,27	200	-	-	-	-
PQT-T03	Tierra	0,31	80	-	-	-	-
PQT-T04	Tierra	0,23	140	-	-	-	-
PQT-T05	Tierra	0,96	120	-	-	-	-
PQT-L01	Agua	0,012	37,3	-	-	-	-
PQT-L02	Agua	0,010	31,1	-	-	-	-
PQT-L03	Agua	0,008	24,9	-	-	-	-
PQT-L04	Agua	0,004	12,4	-	-	-	-
PQT-L05	Agua	0,009	28,0	-	-	-	-
PQT-L06	Agua	0,010	31,1	-	-	-	-

Tabla 2: Determinación de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, B soluble, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, OCa y ONa<sub>2</sub>, correspondiente a las muestras seleccionadas

De los análisis químicos se puede inferir que las muestras sólidas de los vertidos sobre los costados de la ruta 51 corresponden a minerales de boratos, en su mayoría ulexita, salvo una de ellas que no corresponde a un borato sino probablemente a una perlita.

Los vertidos de boratos tienen valores de boro soluble en agua, que es el que se diseminaria por efecto de las lluvias sobre ellos contaminando el suelo circundante, menores al 2 %.

Las muestras sólidas correspondientes a tierras de sembradío, corrales y parcelas, algunas cercanas y otras alejadas de la ruta, presentan contenidos de boro soluble en agua entre 80 y 428 ppm correspondiéndoles a dichas muestras, 964 y 1275 ppm de boro total, respectivamente. El contenido de boro soluble en la tierra a 5 km de San Antonio de los Cobres es de 308 ppm. El boro se encuentra normalmente en los suelos en proporciones que varían de 2 a 200 ppm (Flores, 2004).

Las muestras líquidas, correspondientes a agua de río, de acequia, y de vertiente presentan un contenido de boro, entre 12 y 37 ppm, muy por encima de los valores máximos permitidos tanto para agua de riego como para consumo. El contenido de boro en el agua del río a 5 km de San Antonio de los Cobres, aguas arriba de los vertidos, es de 29 ppm aproximadamente. El valor máximo aceptable para agua de riego es de 4 ppm (Flores, 2004).

Muestra N°	Tipo de Muestra	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	B soluble (ppm)	Cl <sup>-</sup> (%)	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (%)	OCa (%)	ONa <sub>2</sub> (%)
PQT-T06	Tierra	0,23	275	-	-	-	-
PQT-T07	Tierra	0,28	341	-	-	-	-
PQT-T08	Tierra	0,59	187	-	-	-	-
PQT-T09	Tierra	0,41 (*)	428	0,0121	0,0560	2,18	0,0331
PQT-T10	Tierra	0,33	227	-	-	-	-
PQT-T11	Tierra	0,42	260	-	-	-	-
PQT-T12	Tierra	0,35 (**)	259	0,030	0,0625	1,34	0,0789
PQT-T13	Tierra	0,30	292	-	-	-	-
PQT-T14	Tierra	0,37	308	0,0066	0,013	0,0073	0,0098
PQT-L07	Agua	0,0065	20,2	-	-	-	-
PQT-L08	Agua	0,0063	19,6	-	-	-	-
PQT-L09	Agua	0,0074	23,0	-	-	-	-
PQT-L10	Agua	0,0045	14,0	-	-	-	-
PQT-L11	Agua	0,0070	21,8	-	-	-	-
PQT-L12	Agua	0,0090	28,0	-	-	-	-
PQT-L13	Agua	0,0060	18,7	-	-	-	-
PQT-L14	Agua	0,0078	24,2	-	-	-	-
PQT-L15	Agua	0,0051	15,9	-	-	-	-
PQT-L16		0,0092	28,6	-	-	-	-

(\*) Humedad = 1,21 % (\*\*) Humedad = 1,27 %

Tabla 3: Determinación de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, B soluble, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, OCa y ONa<sub>2</sub>, correspondiente a las muestras obtenidas

## CONCLUSIONES

- Las muestras sólidas de los vertidos sobre los costados de la ruta corresponden en su mayoría a minerales de boratos.
- Los vertidos de boratos tienen valores de boro soluble en agua menores al 2 %.
- Las muestras sólidas correspondientes a tierras de sembradío, corrales y parcelas presentan contenidos de boro soluble en agua entre 80 y 428 ppm correspondiéndoles a dichas muestras 964 y 1275 ppm de boro total, respectivamente.
- El contenido de boro soluble en la tierra a 5 km de San Antonio de los Cobres es de 308 ppm.
- Las muestras líquidas, correspondientes a agua de río, de acequia o de vertiente presentan un contenido de boro, entre 12 y 37 ppm, muy por encima de los valores máximos permitidos tanto para agua de riego como para consumo.
- El contenido de boro en el agua del río a 5 km de San Antonio de los Cobres, aguas arriba de los vertidos, es superior al valor máximo aceptable para agua de riego.
- El volumen de material vertido es pequeño en comparación con la extensión de la ruta y superficie involucrada, por lo tanto la cantidad de boro contaminante representa un aporte no significativo para el suelo de la región que, por otro lado, cuenta con contenidos propios de boro muy altos, por encima de los valores normales.
- El contenido de boro en el agua del río aguas arriba de los vertidos es similar a los obtenidos aguas abajo de los mismos y se mantiene a lo largo de toda la Quebrada recorrida por el Río Toro.
- Con respecto a los vertidos intencionales de boratos, no existen fundamentos relevantes para afirmar que los mismos, por sí solos, signifiquen una causa importante de contaminación ambiental.

## REFERENCIAS

- Flores, H.R. (2004). El beneficio de los boratos, Crisol Ediciones, Salta.  
Flores, H.R. (2002). La industria boratera del Noroeste Argentino, Editorial Gofica, Salta.

## ABSTRACT

The national route 51, which is part of the bioceanic corridor that joins Salta with Chile, is used for the transport of merchandises and minerals (borates) from La Puna. On its banks numerous mounds of borates can be observed as the result of intentional spills. These spills according to the settlers' information of the place, are the unloadings of the overweight of the trucks that transport this mineral when the knowledge is had that loads controls are made.

In this work the influence in the environment of these spills are analyzed carrying out the identification of the dumping places, sampling, physical and chemical characterization (soluble boron,  $B_2O_3$ , Cl<sup>-</sup>,  $SO_4^{=}$ , OCa, ONa<sub>2</sub>), volume of the spills and the evaluation of the results to settle its potential of risk. The accomplishment of this work determines important results concluding with recommendations and suggestions for the community that inhabits near the mentioned route.

**Keywords:** environmental contamination, transfers and education, habitat, borate