



### **Nombre del Sitio**

Restos de la Minería Histórica en los Poblados de San Antonio y El Triunfo, Baja California Sur.

### **Descripción de la Problemática**

Aproximadamente hace 200 años se establecieron minas en el área de San Antonio y El Triunfo, en Baja California Sur. Ambos poblados se localizan en zonas altas de las sierras cerca del parte-aguas entre dos cuencas. San Antonio en lo alto de la cuenca Los Planes, y del otro lado del parte-aguas, El Triunfo que se encuentra en lo alto de la cuenca El Carrizal. Entre 1784 y 1983 se extrajeron aproximadamente 3,576 kg de oro, 661 ton de plata y 2,500 ton de plomo (1).

La minería dejó en el área más de 100 sitios mineros abandonados, más de 30 cerros de desechos de las plantas de fundición, y las ruinas de 4 plantas de fundición del mineral. Las cámaras de procesamiento de las minas quedaron parcialmente llenas de restos mineros con aprox. 600 toneladas de arsenolita pura ( $As_2O_3$ ). Los residuos quedaron dispersados en un área de 400 km<sup>2</sup> entre ambos poblados. Los depósitos están constituidos por material triturado y procesado producto de la extracción de metales por los procesos de quema del material y cianuración. Estos desechos tienen diversos minerales tóxicos entre de ellos la arsenolita ( $As_2O_3$ ), la cual varía de fracciones de 1% hasta 35% en peso (1). Los desechos de minería están siendo erosionados e intemperizados. En la zona del Triunfo los jales tienen valores máximos en mgkg<sup>-1</sup> son de 8900, 0.34 y 92,700 de As, Hg, y Pb respectivamente, cuando los promedios en la corteza terrestre son 2, 0.056, y 17 respectivamente.

Se estima que en total existen 800,000 ton. de desechos mineros altamente concentrados en As, Cd, Hg, Pb y Zn (1; 2; 3). La arsenolita ( $As_2O_3$ ) es muy tóxica por su alto contenido de arsénico (70%) y es además una especie química muy soluble, por lo que se moviliza fácilmente en el agua de lluvia. La contaminación se ha extendido desde los poblados mineros en lo alto de las sierras a través de los arroyos hasta su desembocadura en la zona costera tanto del lado del océano Pacífico como del Golfo de California. Las investigaciones científicas muestran evidencia de que los contaminantes se distribuyen a lo largo de los arroyos, en las partes bajas de la cuenca y finalmente se depositan en el ambiente marino. El arsénico está siendo movilizado vía fluvial a partir de la zona minera, y se considera que la contaminación se exagera durante eventos como los huracanes. Existen arroyos conectados con las zonas mineras que están severamente contaminados. En la cuenca de Los Planes, el arroyo de San Antonio presenta altas concentraciones arsénico, plomo, zinc, y cobre (valores promedio en sedimentos de los arroyos dentro de la cuenca

en  $\text{mgkg}^{-1}$  son de 3099, 145 y 43 respectivamente para As, Pb, Zn (4)). En la cuenca El Carrizal los desechos mineros (jales) del Triunfo son la principal fuente de contaminación para el Arroyo Hondo – Las Gallinas – El Carrizal por plomo, arsénico, zinc y mercurio que son encontrados hasta su desembocadura en la zona costera del Pacífico.

En 2003 la SEMARNAT hizo un estudio, a través de CENICA (12), mediante éste, la autoridad manifiesta, que en la zona de El Triunfo y San Antonio, existe un problema de contaminación, debido a las elevadas concentraciones de As, Cd, Fe, Ni, Pb, Ba y Zn en los residuos mineros, e incluso en suelos naturales alejados de los sitios de procesamiento minero. Reportan valores de As que rebasan en más de 400 veces los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por la PROFEPA para uso de suelo industrial valores de zinc en muestras de colas de cianuración, cenizas y jales que rebasan los criterios para el uso de suelo agrícola, valores de cadmio que rebasan el LMP para el uso de suelo residencial, y contenido de plomo tanto en residuos mineros como en suelo natural que rebasan los LMP para uso de suelo industrial y residencial, en algunos sitios en más de 80 veces (registrándose valores promedio  $> 35\ 000\ \text{mgkg}^{-1}$  y máximos  $> 120\ 000\ \text{mgkg}^{-1}$ ). El estudio concluye que el contacto con este material puede resultar potencialmente peligroso.

En la cuenca de Los Planes la contaminación por arsénico se infiltró al agua subterránea por lo que muchos pozos que son de uso agrícola-pecuario y para abastecimiento de la población, presentan altas concentraciones de arsénico. Se ha estimado que de los desechos mineros existentes en el área del Triunfo-San Antonio se aportan entre 0.5 a 2.0 mg/L de arsénico anualmente al agua del acuífero (5). CONAGUA ha realizado varios estudios en el agua de los pozos de Los Planes; uno en 1997 y el más reciente en 2003 donde se reportan altos valores de arsénico para la zona de San Juan de Los Planes y la región de San Antonio (6;7). En las mediciones de 2003 CONAGUA reporta que los pozos más contaminados coinciden entre los diferentes estudios realizados años anteriores, indicando que en general en 2003 las concentraciones son mayores. El mismo estudio de CONAGUA reporta que 30% de los pozos muestreados presentan concentraciones de As mayores al límite permisible establecido en la NOM-127-SSA1-1994 (0.025 mg/l), y si se considera el límite establecido por Organización Mundial de la Salud (0.01 mg/l), se trata del 55% de las muestras.

CONAGUA (2003) incluso indicaba que uno de los pozos de agua potable (el pozo Juan Domínguez Cota) utilizado para el abastecimiento público urbano se encontró con valores de 0.09 mg/l de As. Ellos reportan que los problemas más fuertes de contaminación se detectaron en el arroyo Texcalama, registrando 2.27 mg/l de As siendo agua de una galería filtrante.

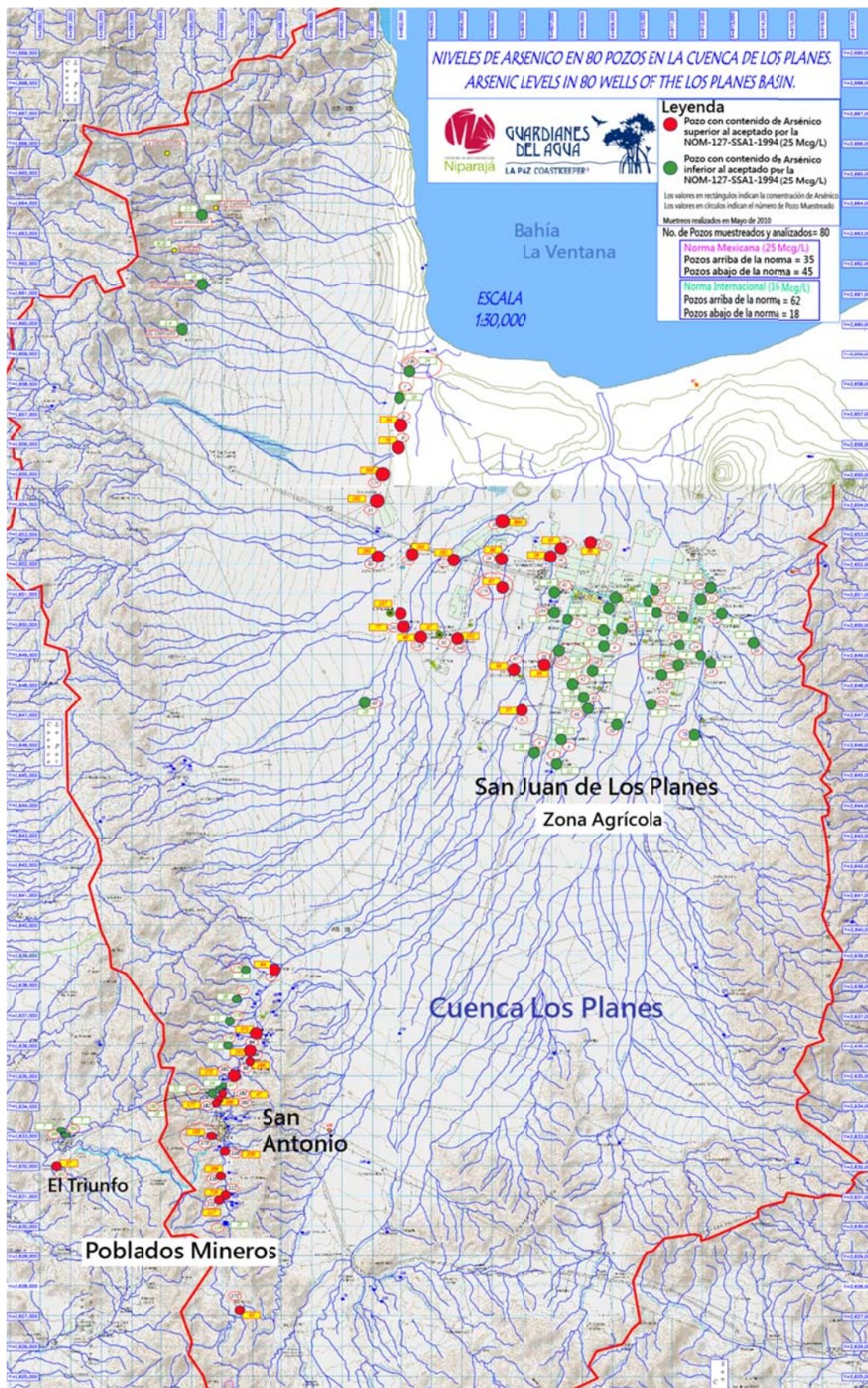
En 2010 las ONG de Conservación Niparajá A.C. y Guardianes del Agua A.C. realizaron muestreos en 80 pozos en la Cuenca de Los Planes y algunos en el área del Triunfo, encontrando que 35 pozos (43.8%) sobrepasaban la norma NOM-127. Del total, 62 pozos (77.5%) sobrepasaban la Norma Internacional, registrándose en algunos pozos valores tan altos como 0.804 mg/L (8).

El 23 de julio de 2013 el periódico local El Sudcaliforniano, informó que la CONAGUA decidió cancelar la instalación de una planta de tratamiento y potabilización de agua en El Triunfo y San Antonio, con tecnología para separar el Arsénico del agua. Esto, debido a

que los pozos propuestos por el organismo operador para abastecer a dicha instalación presentaron concentraciones de Arsénico muy elevadas, que rebasaban los parámetros con los que la tecnología puede trabajar, y además hacían incosteable su operación. La solución fue perforar pozos más alejados del poblado que cumplieran con los niveles permisibles por la NOM-127 para abastecer con ellos a la población. Pero aún quedan muchos pozos contaminados que son utilizados para distintos usos sin que se haya planteado una solución para potabilizar su agua, o se haya delineado siquiera una estrategia para reducir los focos de contaminación provenientes de los desechos mineros. Tampoco ha habido una campaña informativa para alertar a la población sobre los riesgos que se corren al consumir esta agua.

Las investigaciones científicas muestran evidencia de que ya existe contaminación por arsénico detectable en sedimentos en la Bahía de la Ventana, y de manera similar en los sedimentos de la zona costera del Pacífico donde desembocan los arroyos que se originan en El Triunfo (9). Además de los conocidos efectos nocivos del arsénico, los metales y metaloides como Cd, Cu, Hg, Pb, Sb y Zn, presentes en el área no pueden destruirse por vía biológica ni fisicoquímica, por lo que representan un riesgo para la biota y para la salud de los pobladores de la zona.





**Figura 1.** Mapa de concentraciones de Arsénico en pozos de la Cuenca Los Planes en Mayo de 2010 realizado por Niparáj y Guardianes del Agua.

## REFERENCIAS

1. Carrillo, A., 1996. Environmental geochemistry of the San Antonio-El Triunfo mining area, southernmost Baja California Peninsula Mexico. *Ph. D. Thesis*. Department of Geology and Geophysics, University of Wyoming, Laramie, Wyoming, USA, 186 p.
2. Volke-Sepúlveda T., Solórzano Ochoa G., Rosas Domínguez A., Izumikawa C., Encarnación Aguilar G., Velasco Trejo J., Flores Martínez S. 2003. Remediación de sitios contaminados por metales provenientes de jales mineros en los distritos de El Triunfo-San Antonio y Santa Rosalía, Baja California Sur. *Reporte técnico del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental CENICA*. México.
3. Romero-Guadarrama, J.A., A.J. Marmolejo-Rodríguez, M.A. Sánchez-Martínez, A.Sánchez-González & V.R. Magallanes-Ordóñez, 2010. Mercury in sediments
4. From a drainage catchment basin of the Au mining district of El Triunfo, B.C.S., Mexico. *En: Torres-Alvarado, I.S. (Ed.) Water-Rocks Interaction XIII*. CRC Press. London UK. 1008 p.
5. Posada-Ayala, I.H. 2011. Geoquímica ambiental del distrito minero San Antonio, sedimentos de Los Arroyos de la Cuenca de San Juan de los Planes y Plataforma Continental de Bahía La Ventana, BCS. México. *Tesis de Maestría*. Instituto Politécnico Nacional (IPN)-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR). 211 pp.
6. Carrillo, A. y J.I. Drever. 1997. Environmental assessment of the potential for arsenic leaching into groundwater from the mine wastes in Baja California Sur, México. *Geofísica Internacional*. 37 (1); 35-39.
7. CONAGUA. 2003. Estudio de Caracterización de la Intrusión Salina en el acuífero de Los Planes, B.C.S. Gerencia Regional de la Península de Baja California. Gerencia Estatal En Baja California Sur. Subdirección Técnica Comisión Nacional del Agua. 276 pp
8. CNA (COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA). 1997. Estudio hidrogeológico y simulación hidrodinámica del acuífero de San José de Los Planes.
9. Estudio sobre Arsénico en La Cuenca de Los Planes. Mayo de 2010. Muestreo de 80 pozos en la Cuenca de Los Planes. Sociedad de Historia Natural A.C. y Guardianes del Agua A.C. Mapa a escala 1:30,000.
10. Elías Medina. 23 de Julio de 2013. Periódico El Sudcaliforniano. Cancela CONAGUA la instalación de planta de tratamiento de vital líquido en El Triunfo y San Antonio. <https://www.evernote.com/shard/s291/sh/ae3e0d2a-5a42-4dca-9048-aaecda23ced2/5e62f2073df786424a68c6da8c1eb225/res/a0b62b58-8427-4c48-a5ec-f89efe7a7a9c/nota0010.pdf>
11. NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites Permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, Diario Oficial, México.
12. **CENICA**. Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. 2003. Remediación de sitios contaminados por metales Provenientes de Jales Mineros en los Distritos de El

Triunfo-San Antonio y Santa Rosalía, Baja California Sur. Dirección de Investigación en Residuos y Proyectos Regionales. Informe Final. 37 pp.