

Efecto de la minería de cobre en los suelos: caso de Puchuncaví y Quintero, Chile CentralIsabel González M¹ y Alexander Neaman²

1 Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso, Chile

2 Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

Introducción

La minería del cobre es la actividad económica más importante en Chile, lo que se traduce en la existencia de un gran número de minas y plantas de fundición del mineral. Las fundiciones emiten contaminantes a la atmósfera, principalmente cobre, acompañado de arsénico, plomo, cadmio, entre otros elementos, así como anhídrido sulfuroso, los cuales, debido a su persistencia y su alta toxicidad (variable entre los distintos elementos), generan impactos negativos en el área que rodea a la fuente emisora, deteriorando gradualmente los ecosistemas y generando potenciales riesgos a la salud.

Las comunas de Puchuncaví y Quintero (Chile central), son un ejemplo de la situación descrita. En los años 60' se instaló una fundición de cobre (Corporación Nacional del Cobre), en el límite entre ambas comunas, la que luego pasaría a formar parte de un Clúster Industrial compuesto por diversas industrias, principalmente termoeléctricas. Por más de 40 años la fundición y las termoeléctricas emitieron anhídrido sulfuroso (SO₂) y material particulado rico en metales, sin ninguna regulación ambiental, llevando la calidad del aire a niveles que ahora se saben peligrosos para la salud humana. Producto de los vientos, los contaminantes se dispersaron y se depositaron en los suelos de la zona generando un gradiente de altas concentraciones de metales y de acidez, con su punto más alto en la fundición y disminuyendo a medida que se aleja de ella.

Aunque a partir del año 95 se desarrolló normativa ambiental de calidad de aire que obligó a las empresas a bajar sus emisiones y cumplir con los niveles que no significan daño a la salud humana, los suelos de la zona permanecen con altas concentraciones de metales, hasta la actualidad. Investigaciones han develado que la contaminación provocó graves daños a los ecosistemas y con ello a la economía local. Asimismo y solo recientemente, se han desarrollado estudios de evaluación de riesgo que también revelan potenciales daños a la salud. De no solucionarse la actual situación de estos suelos, los potenciales riesgos permanecerán latentes.

En este trabajo se presentan y discuten los antecedentes levantados por los autores y por otros autores, en relación a la distribución territorial de la contaminación cúprica de los suelos de la zona y sobre los efectos pasados y potenciales, de dicha contaminación, sobre la biota y sobre la salud humana.

Caracterización de la contaminación cúprica de los suelos

Una investigación realizada por los autores entre el 2013 y 2015 (González et al., 2014) muestreó suelos en más de 150 puntos en las comunas de Puchuncaví y Quintero, cubriendo los 4 puntos cardinales a partir del Clúster Industrial. Se determinó la concentración de Cu total y pH en las muestras. A partir de una interpolación geoestadística de los valores obtenidos, se pudo establecer la gradiente de contaminación existente en el territorio, a gran escala. Tomando como referencia el valor background establecido por el Ministerio de Medio Ambiente, para la concentración de Cu en la zona, de 68 mg/kg, se podría aseverar que el radio de contaminación de suelos por Cu es de 25 kilómetros en dirección oeste del Clúster Industrial, cubriendo el 99% de la superficie comunal, y sobrepasando dichos límites en esta dirección. Asimismo se estimó que un 65% de la superficie comunal presentaba suelos con pH ácidos (<6,5 según clasificación de la Soil Survey Staff, 1993) (Figura 1 y 2). El análisis de resultados demostró también una correlación inversa entre la distancia desde la fundición y la concentración de Cu, corroborando así el origen de la contaminación. Asimismo se demostró la influencia de la dirección del viento sobre las concentraciones de Cu, siendo significativamente mayores las concentraciones de Cu en el eje Este-oeste en relación al eje Norte-Sur. El estudio demostró también que la variación del pH en el suelo no está relacionado con las unidades litológicas que conforman las comunas.

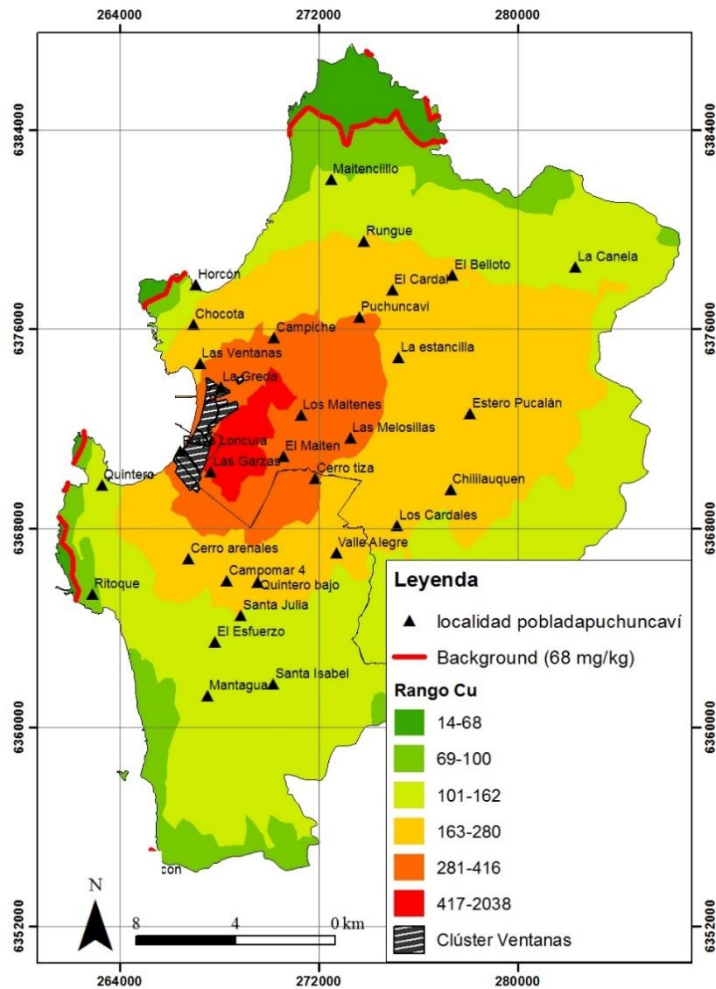


Figura 1. Gradiente de concentraciones de cobre total en las comunas de Puchuncaví y Quintero obtenidas mediante interpolación de los puntos de muestreo. Se muestra en línea roja el valor background.

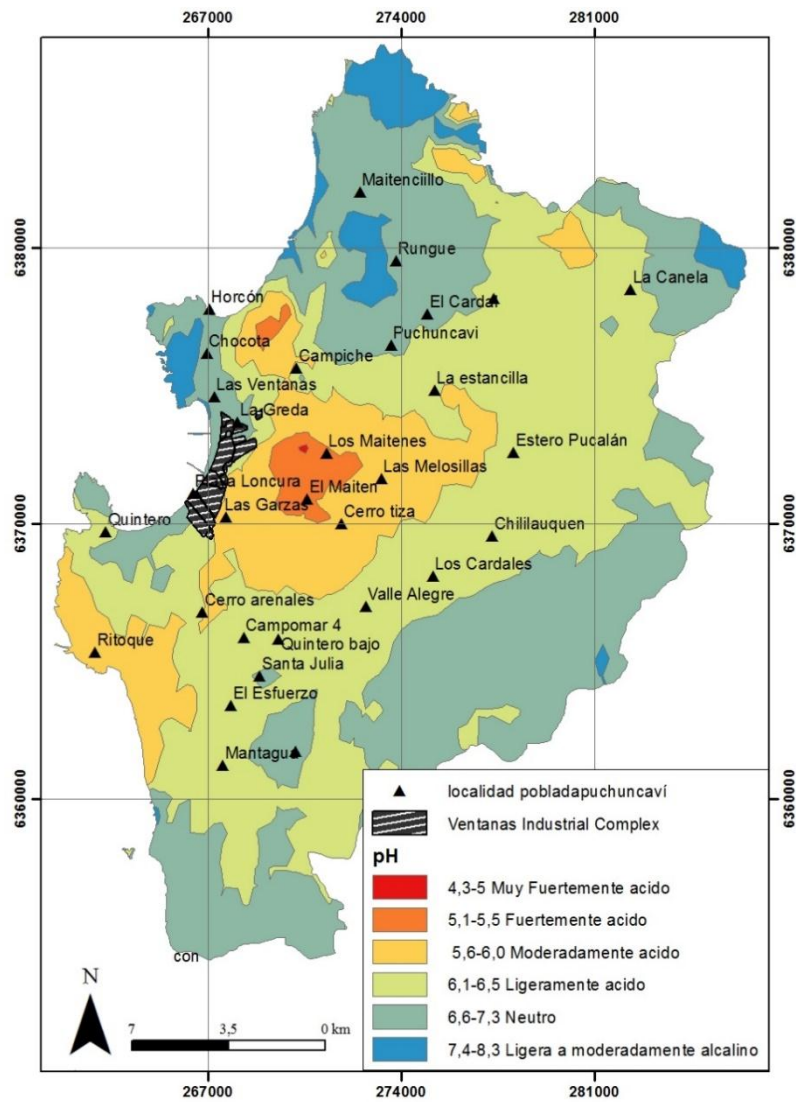


Figura 2. Gradiente de pH en las comunas de Puchuncaví y Quintero obtenidas mediante interpolación de los puntos de muestreo.

Efectos pasados y potenciales, de la contaminación cúprica de suelos sobre la biota y la salud humana y sobre la migración rural

a) Efectos actuales y pasados sobre la biota, los ecosistemas y la agricultura

Alfaro (1988) determinó, en base a análisis de fotografías aéreas (1980 v/s 1960), que el uso de suelo de la zona aledaña al Clúster Industrial Ventanas cambió mucho desde su instalación. Específicamente, el paisaje agrícola se presentaba, en 1980, extremadamente disminuido respecto de su situación inicial. Más tarde se comprobó en localidades de Puchuncaví que los cultivos de leguminosas, de gran importancia económica hace 20 años, habían desaparecido en el año 86¹. Esto es atribuible al SO₂ presente en la atmósfera emitido por la fundición y las termoeléctricas del Clúster industrial¹, ya que la especie es muy sensible a éste (González and Berqvist, 1986). En cuanto a los cultivos de subsistencia que han logrado permanecer en la zona, las hortalizas y frutas en los sectores de Los Maitenes, Campiche y La Greda (3,5; 3 y 0,5 km de la Fundición, respectivamente) presentaban en los años 90' altos niveles de cobre en tejidos, desde 3 hasta 6 veces lo encontrado en un suelo normal, según lo reportado en alfalfa por De Gregori *et al.* (2000) y en Membrillos y uvas por Pinochet *et al.* (1999).

En relación a la ganadería, ya a partir de la década de los 60' los ovinos, que constituían una de las fuentes de subsistencia, desaparecieron en la zona cercana al clúster industrial (González and Berqvist, 1986). Algunas fuentes señalan que no es posible atribuir la desaparición de la ganadería a los efectos del clúster industrial ya que existen otros factores como los robos y la sequía, que no han sido estudiados (Malman *et al.*, 1995).

En relación a la vegetación silvestre, Ginocchio (2000) reportó en ese entonces, que la riqueza de especies disminuía con la cercanía a la fundición, disminuyendo casi un 60% en los sitios más cercanos (de 42 a 17 especies) y permaneciendo solo aquellas especies con menos requerimientos de nutrientes y resistentes a la acidez y al estrés cúprico. También se reportó que la cobertura vegetal también ha disminuido drásticamente potenciándose con esto los procesos erosivos que actualmente dejan ver numerosas cárcavas en los sectores más descubiertos y con suelos arenosos (Figura).

Además, se comprobó que el banco de semillas en los sitios más contaminados era muy escaso, debido a que la escasez de cobertura dejaba las semillas sin una estructura que las protegiera del viento o la escorrentía y además las condiciones dificultaban su germinación.

Por otro lado, en la bahía de Quintero, la pesca artesanal era una actividad muy importante. Actualmente se encuentra muy mermada por la contaminación proveniente de todas las industrias situadas en el borde costero (no específicamente la Fundición). Además, el continuo tránsito de grandes embarcaciones en la bahía, tanto para el transporte del cobre refinado como de petróleo u otros insumos de las otras industrias, muchas veces prohíbe el tránsito de los pequeños pescadores, quienes deben cada vez trasladarse más lejos para desarrollar su actividad (Ciudadano, 2008).

¹ Aunque hoy en día los niveles de anhídrido sulfuroso son mucho menores, no se han intentado cultivar leguminosas nuevamente en el área



Figura 3. Erosión en cárcavas en sectores descubiertos camino a la localidad de Los Maitenes. 1,5 km de la Fundición.

Fuente: Elaboración propia, 2008

b) Efectos pasados y actuales sobre la salud humana

Solamente se conoce una publicación oficial sobre el efecto del material particulado y el SO_2 sobre la salud respiratoria de la población de Puchuncaví. El estudio reveló que existe una correlación significativa entre la concentración de material particulado en el aire y el flujo respiratorio máximo (FEM), tos, expectoración, sibilancia y disnea. A mayor concentración de MP y SO_2 , la FEM disminuye y aumenta la tos y expectoración en niños con síntomas respiratorios. En niños sanos, el aumento del MP y SO_2 disminuyó la FEM, también significativamente. El estudio concluye que existe un efecto del Material particulado sobre la salud de la población (Sánchez et al., 1999).

El Director del Consultorio Ventanas (hasta el año 2009) Dr. Mauricio Cancino, emitió un sinnúmero de declaraciones a fuentes no formales (blogs de la ciudad de Ventanas, seminarios ecologistas, etc.), en las cuales señalaba que el material particulado y el SO_2 emitidos por el Complejo Industrial Ventanas provocan enfermedades que con el tiempo se tornan crónicas, como reacciones alérgicas inflamatorias y enfermedades de las vías respiratorias (Díaz, 2008).

Si bien el contacto dermal y la ingesta de suelos contaminados por metales significan un potencial riesgo a la salud (Li et al., 2014); no existen estudios que evidencien la existencia de enfermedades dermatológicas o gastrointestinales debido a la exposición a suelos contaminados.

c) *Riesgo potencial a la salud*

A partir de los años 90' se creó normativa que regula las emisiones de las Fundiciones y de otras industrias, lo que mejoró significativamente la calidad del aire en la zona de Puchuncaví-Quintero. Sin embargo, los suelos ya contaminados han permanecido por décadas como un pasivo ambiental del cual nadie se ha responsabilizado. Se desconoce tan también los impactos ambientales y a la salud que este pasivo puede implicar.

Es pos de poder evaluar el potencial riesgo que la contaminación de los suelos de las comunas de Puchuncaví y Quintero conlleva para la salud humana, González, Neaman y Salgado (datos no publicados) desarrollaron una evaluación de riesgo crónico no cancerígeno causado por el contacto dermal y por ingesta de suelo, para distintos grupos vulnerables. Para esto tomaron como base los mapas de distribución de Cu y otros metales en los suelos de las comunas que ellos mismos desarrollaron y aplicaron la metodología y estándares definidos por la Environmental Protection Agency. Los resultados de esta evaluación indican que las localidades rurales con mayor concentración de Cu y otros metales en los suelos, Ventanas y Los Maitenes (ver localidades en figuras 1 y 2) presentan riesgo no cancerígeno en varios grupos vulnerables: lactantes, preescolares, escolares, adolescentes para Ventanas y escolares, adolescentes y adultos mayores en Los Maitenes. Otras localidades como Las Garzas, Campiche, El runge, El Belloto y Campomar presentan riesgo solo para el grupo vulnerable escolares. Entre las localidades afectadas, la que posee una población más amplia es Ventanas con una población de aproximadamente 500 personas. Esto implica que las estrategias de gestión del riesgo deberían priorizarse en esta localidad, lo que hasta la fecha no ha sucedido.

d) *Efectos del clúster industrial sobre la migración*

Desde el emplazamiento del clúster industrial hubo un efecto de poblamiento en las zonas urbanas de Quintero y Ventanas, cercanas al clúster, generando una disminución de la población rural, aunque parte de la población industrial provenía de otras comunas. En efecto, en la década de los 50's un 88% de la población de la comuna de Puchuncaví era rural. Al año 2007, del total de la población comunal sólo un 14% era rural (Instituto Nacional de Estadísticas, 2008).

Un claro ejemplo de despoblamiento rural es el caso de Los Maitenes, donde la población hacia 1960 era de 410 personas, y en el Censo de 1992 era sólo de 171. Las causas de la emigración en esta localidad se atribuyen mayormente a la contaminación generada por la actividad industrial, la cual hizo perder la actividad agrícola, obligando a los pobladores a buscar trabajo en el sector industrial o en actividades derivadas de ésta. Sin embargo, se debe reconocer que se carece de datos empíricos estadísticamente significativos para afirmar esto y, por otro lado, es inevitable reconocer que también existe un efecto del proceso generalizado en el país de pérdida de población rural, ya que el despoblamiento también existe en otras localidades no impactadas por la industria, aunque en menor escala (Malman et al., 1995).

Conclusiones

Los antecedentes planteados demuestran que la presencia del complejo industrial ha afectado significativamente los ecosistemas naturales de la zona en la cual se emplaza, afectando con ellos las actividades económicas de las localidades rurales y probablemente la salud de la población, lo que causó también un proceso fuerte de migración en busca de oportunidades laborales. La permanencia de este pasivo ambiental no remediado implica que los riesgos a la salud y a la biota siguen existiendo, principalmente en zonas rurales, por contacto dermal e ingesta de suelos.

Esta situación es un claro reflejo de cómo el desarrollo económico pasa por encima de los intereses del medio ambiente y de la sociedad.

Al respecto, actualmente Chile no cuenta con normativa de calidad de suelos que permita establecer prioridades y responsabilidades para su remediación. Sin embargo, en los últimos años, se ha avanzado en este propósito desarrollándose estudios de concentraciones de fondo de metales en varias zonas y elaborándose documentos técnicos que establecen criterios para la elaboración de futuras leyes de conservación de suelos.

Por su parte, las comunidades que aún logran subsistir en las localidades cercanas al Clúster Industrial, llevan una constante lucha para hacer valer su derecho a vivir en un medio ambiente limpio, exigiendo que el daño histórico sea subsanado, para lograr frenar el continuo deterioro de los ecosistemas y demandando también que se ponga freno a la construcción de más plantas industriales en la zona, que actualmente es considerada en los planes reguladores como zona industrial peligrosa y por tanto permite nuevas industrias contaminantes.

Es de esperar entonces, que aunando la voluntad gubernamental y la presión que ejerce la sociedad civil que pronto se generen normativas y planes de descontaminación que permitan gestionar el pasivo ambiental que ha permanecido tanto en esta zona como en varias otras zonas aledañas a fundiciones mineras en Chile, permitiendo así iniciar un proceso de restauración de ecosistemas y mejorar la calidad de vida de la población.

Referencias

Alfaro, L., 1988. Cambio en el uso del suelo agrícola por efecto de la contaminación ambiental. Caso de estudio: Comuna de Puchuncaví. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, p. 135.

Ciudadano, E., 2008. Contaminación Ambiental tiene a la bahía de Quintero con los días contados. Periódico El Ciudadano (on-line), Santiago.

De Gregori, I., Lobos, G., Lobos, S., Pinochet, H., Potin-Gautier, M., Astruc, M., 2000. Copper and selenium in rainwater, soils and alfalfa from agricultural ecosystems of Valparaíso region, Chile. Boletín de la Sociedad Chilena de Química 45, 131-146.

Díaz, A., 2008. Rechazan posible compensación: Dióxido de azufre y material particulado causan enfermedades crónicas en la población. El Mercurio de Valparaíso on-line, Valparaíso, Chile.

Ginocchio, R., 2000. Effects of a copper smelter on a grassland community in the Puchuncaví Valley, Chile. *Chemosphere* 41, 15-23.

González, I., Neaman, A., Rubio, P., Cortés, A., 2014. Spatial distribution of copper and pH in soils affected by intensive industrial activities in Puchuncaví and Quintero, central Chile. *Journal of soil science and plant nutrition* 14, 943-953.

González, S., Berqvist, A., 1986. El impacto de emisiones de gases y otros productos desde chimeneas de fundiciones de minerales sobre las actividades agropecuarias. *Ambiente y Desarrollo (Chile)* 2, 117-122.

Instituto Nacional de Estadísticas, 2008. División Político Administrativa y Censal 2007. INE, Santiago, Chile, p. 358.

Li, Z., Ma, Z., van der Kuijp, T.J., Yuan, Z., Huang, L., 2014. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment. *Science of The Total Environment* 468–469, 843-853.

Malman, S., Sabatini, F., Geisse, G., 1995. El trasfondo socioeconómico del conflicto ambiental en Puchuncaví. CIPMA, pp. 49-58.

Pinochet, H., De Gregori, I., Lobos, G., Fuentes, E., 1999. Selenium and copper in vegetables and fruit grown on long-term impacted soils from Valparaíso region, Chile. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 63, 327-334.

Sánchez, J., Romieu, I., Ruiz, S., Pino, P., Gutiérrez, M., 1999. Efectos agudos de las partículas respirables y del dióxido de azufre sobre la salud respiratoria en niños del área industrial de Puchuncaví, Chile. *Revista Panamericana de Salud Pública* 6, 384-391.