

ESTUDIO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN MUESTRAS DE SUELO PROVENIENTES DE LAS ZONAS MINERAS CERCANAS A LA CIUDAD DE GUANAJUATO

Merino Silva Luis Manuel (1), Rodríguez Robelo María del Carmen (2)

1 [Bachillerato General, Escuela del Nivel Medio Superior de Salvatierra] | [Im.merinosilva@ugto.mx]

2 [Escuela del Nivel Medio Superior de Guanajuato] | [robolocarmen@gmail.com]

Resumen

La actividad primordial en el estado de Guanajuato por muchos años ha sido la minería. El suelo de Guanajuato presenta gran contenido de minerales, entre los cuales hay gran variedad de elementos metálicos en forma de óxidos, sulfuros y silicatos. Por su naturaleza los metales son buenos conductores de la electricidad debida a su propiedad de ceder electrones. Este trabajo tiene la finalidad demostrar que el contenido metales en el suelo de Guanajuato permite detectar conductividad eléctrica. Se realizan pruebas de conductividad eléctrica en diferentes muestras de suelo provenientes de zonas mineras cercanas a la ciudad para demostrar que la presencia de ciertos elementos químicos en el suelo que permiten detectar conductividad eléctrica. Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación demuestran que en las muestras analizadas presentan conductividad eléctrica con variaciones de voltaje que oscilan entre 0.22 y 0.98 V, dependiendo del electrodo utilizado en las determinaciones. Estos resultados que permitieron la construcción de un prototipo capaz de generar corriente eléctrica, detectadas al realizar pruebas con circuitos en serie y paralelo, con lecturas entre 2.20 – 7.92 V, en función de la instalación del circuito de prueba.

Abstract

The primary activity in the state of Guanajuato for many years has been mining. The soil of Guanajuato has a high content of minerals, among which there is a great variety of metallic elements in the form of oxides, sulfides and silicates. By their nature metals are good conductors of electricity due to their property of yielding electrons. This work has the purpose of demonstrating that the metals content in the soil of Guanajuato allows to detect electrical conductivity. Electrical conductivity tests are carried out on different soil samples from mining areas near the city to demonstrate that the presence of certain chemical elements in the soil that can detect electrical conductivity. The results obtained during the development of the investigation show that in the analyzed samples they present electrical conductivity with variations of voltage that oscillate between 0.22 and 0.98 V, depending on the electrode used in the determinations. These results allowed the construction of a prototype capable of generating electrical current, detected when conducting tests with series and parallel circuits, with readings between 2.20 - 4.66 V, depending on the installation of the test circuit.

Palabras Clave

Conductividad eléctrica; carácter metálico; circuito eléctrico; solución electrolítica; celda electroquímica.

INTRODUCCIÓN

El Distrito Minero de Guanajuato se localiza en la porción centro occidental del estado del mismo nombre. Tiene una longitud de 20 km y una anchura de 16 km (320 km²). Cuenta con 126 localidades, de las cuales 87 son yacimientos de minerales metálicos que explotan principalmente oro, plata, plomo, zinc y cobre. [1]

Durante muchos años la actividad minera en el estado de Guanajuato ha dejado grandes cantidades de residuos generados como parte de la extracción de los metales preciosos como el oro (Au) y la plata (Ag). Estos residuos productos de la trituración y molienda comúnmente conocidos como jales, se encuentran dispersos por las zonas cercanas a las minas. Debido a que los residuos mineros están expuestos a la intemperie, los minerales que contienen pueden ser afectados por diferentes procesos, como reacciones de óxido-reducción, de ácido base, hidrólisis, adsorción-desorción, etc., que pueden modificar la movilidad, biodisponibilidad y toxicidad de los metales contenidos. [1] [2]

Estudios previos en el distrito minero de Guanajuato han mostrado el suelo cercano a las zonas mineras está constituido mayoritariamente por cuarzo, feldespatos, calcita, covelita, magnetita y pirita. Generalmente presentan valores de pH alcalinos (7-8), ausencia de materia orgánica y la proporción entre sulfuros y carbonatos. Se han reportado concentraciones de metales en los siguientes intervalos (mg/kg): 0 a 36 de As; 3.5 a 12 de Cr; 37 a 429 de Cu; 11 676 a 12 185 de Fe; 509 a 862 de Mn; 13 a 178 de Pb y 36 a 448 de Zn (Mendoza-Amézquita et al. 2006, Ramos-Arroyo y Siebe-Grabach 2006, Medel et al. 2008). [1] [2]

Dada la presencia en mayor proporción de Hierro (Fe) con respecto de los otros elementos metálicos en las muestras de suelo, los estudios realizados en este proyecto se enfocan demostrar que la presencia de todos los elementos mencionados anteriormente además del hierro permiten detectar conductividad eléctrica dada por la capacidad para ceder electrones, lo que permite una conducción muy elevada y con poca resistencia. [3] [4]

En la mayoría de las soluciones acuosas, entre mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad, este efecto continúa hasta que la solución está tan llena de iones que se restringe la libertad de movimiento y la conductividad puede disminuir en lugar de aumentar. Los mecanismos de conductividad difieren entre los tres estados de la materia, en los sólidos los átomos como tal no son libres de moverse y la conductividad se debe a los electrones. En los metales existen electrones cuasi-libres que se pueden mover muy libremente por todo el volumen. [4] [5] [6]

Justificación:

La explotación minera en el Estado de Guanajuato ha dejado a su paso grandes cantidades de residuos con alto contenido de elementos metálicos que podrían ser utilizados, de una forma adecuada para la generación de fuentes alternativas de energía eléctrica.

Hipótesis:

Demostrar que el alto contenido de minerales presente en las muestras de suelo cercano a las zonas de actividad minera, permiten detectar conductividad eléctrica.

Objetivo:

Realizar pruebas de conductividad eléctrica en diferentes muestras de suelo, con la finalidad de demostrar que el alto contenido de minerales de carácter metálico presente en las zonas mineras permite detectar esta propiedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron dos diferentes muestras de suelos provenientes de zonas mineras cercanas a la Mina de Valenciana, Mina del Cubo. Las muestras fueron seleccionadas de forma aleatoria por las características de apariencia física en contraste con las zonas de suelo fértil. En todo momento de tomar e interactuar con las muestras se usaron guantes de látex para prevenir cualquier irritación causada por la forma en que la tierra fue transformada y tratada durante este tiempo en las zonas mineras. Imagen 1

Previo al estudio de las muestras problema, se realizaron pruebas de conductividad eléctrica utilizando soluciones patrón de sales, bases y ácidos a una concentración de 1 M, Tomando las lecturas correspondientes utilizando Multímetro Lion Tools 5958, calibrado previamente con agua destilada, en la escala de 20 volts.

Determinación de pH utilizando cintas reactivas BDH 0-14 detectándose que para las muestras problemas pH neutro, ligeramente alcalino (pH= 7-8).

Mezcla de disoluciones salinas (NaCl, MgCl₂, CuCl₂, FeCl₃) para detectar conductividad en disolución acuosa. Midiéndose con Multímetro Lion Tools 5958 obteniendo unos voltajes desde 0.01 hasta 0.06.

Prueba de eficiencia en electrodos control (Grafito, Aluminio, Cobre, Hierro, Zinc).

Diseño del prototipo experimental (celda electroquímica).

Construcción de circuitos de prueba en serie y en paralelo.



IMAGEN 1: Toma de muestras en la zona cercana a la mina de la Valenciana y la mina de Rayas, en la ciudad de Guanajuato. Las muestras se denominaron LM-1 y LMS-2 respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal desarrollar un modelo experimental que permita determinar la conductividad eléctrica en muestras de suelo provenientes de zonas mineras de la ciudad de Guanajuato.

Los primeros intentos por plantear un modelo predictivo general para detectar la conductividad eléctrica fue utilizar las muestras en forma seca no detectándose ningún voltaje. Posteriormente se les agrego agua para preparar disolución acuosa sobresaturada donde la supuesta presencia de electrólitos provenientes de los metales presentes podrían dar positivas las pruebas de conductividad. Ya que de acuerdo a la consulta en la literatura, los concentrados analizados contienen elementos que comparten propiedades químicas similares a las características de los elementos de transición del cuarto periodo de la tabla periódica, tales como Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Ni y Zn.

Para corregir la desviación entre los valores de conductividad y los determinados por el sistema de medición utilizando el multímetro, se realizaron pruebas de calibración con distintas soluciones, ácidas, básicas y cloruros, los experimentos se repitieron tres veces. Las lecturas correspondientes a los voltajes oscilan entre 0.01 hasta 0.06V, alcanzando picos máximos los cloruros de Na y Fe. Figura 1.

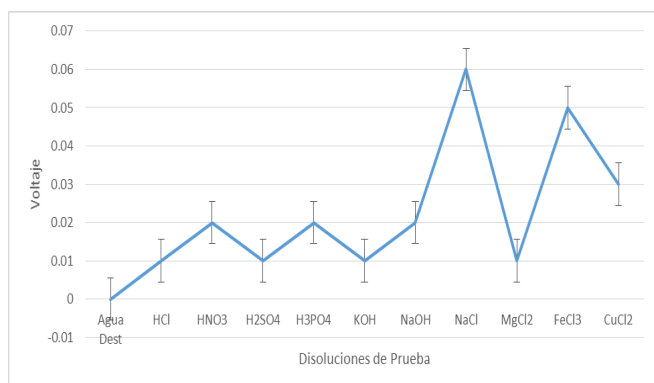


FIGURA 1: Determinación de voltajes en muestras control.

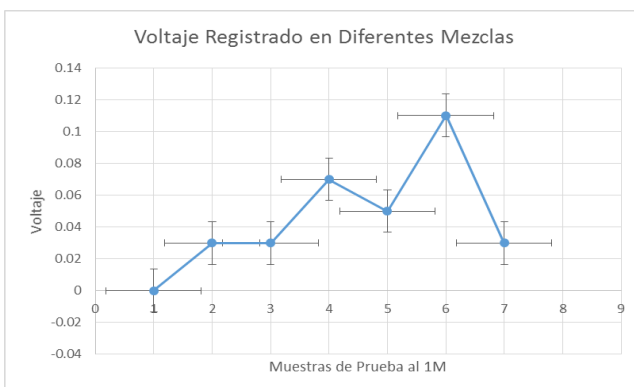


FIGURA 2: Voltajes registrados en mezclas de cloruros.

Las combinaciones de diferentes cloruros que incluían iones de Mg^{2+} , Na^{1+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} registraron lecturas de voltajes de 0.03 hasta 0.11V, siendo las lecturas más altas las combinaciones de Cu^{2+} y Fe^{3+} . Figura 2.

Para las muestras de estudio, denominadas LM-1 LMS-2 se realizaron pruebas de solubilidad, la determinación del pH nos indica que es ligeramente alcalino. Para conductividad eléctrica se utilizaron diferentes metales en las terminales eléctricas (Cu0; Fe0; Zn0; Al0 y Grafito), como ánodo y cátodo. Permitiendo observar la relación entre los datos registrados y el cátodo utilizado como se muestra en la Figura 3.

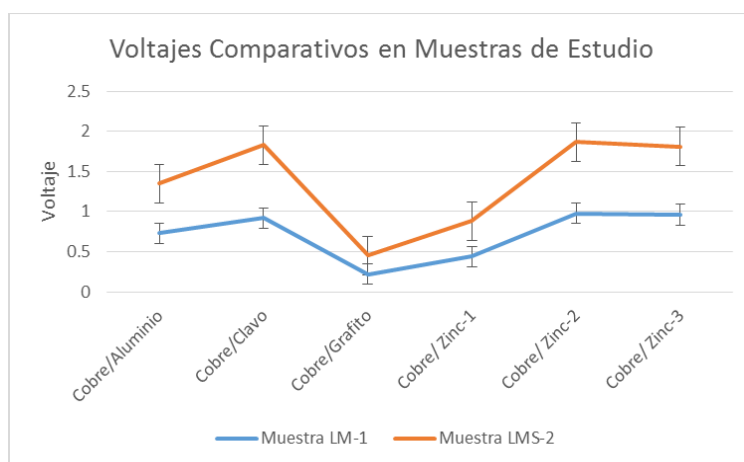


FIGURA 3: Voltaje determinado utilizando diferentes electrodos de prueba.

Los prototipos se construyeron utilizando segmentos de 9 cm de tubos PVC (1/2") y acoplado a los extremos los electrodos que fueron más convenientes para la conducción y producción de corriente eléctrica (Cobre y Zinc). De igual manera se realizaron pruebas de tipos de circuitos para sacar el mayor potencial eléctrico (circuito en serie). Detectándose los voltajes más altos en los circuitos ensamblados con la muestra LMS-2 que se presentan en la Figura 4.

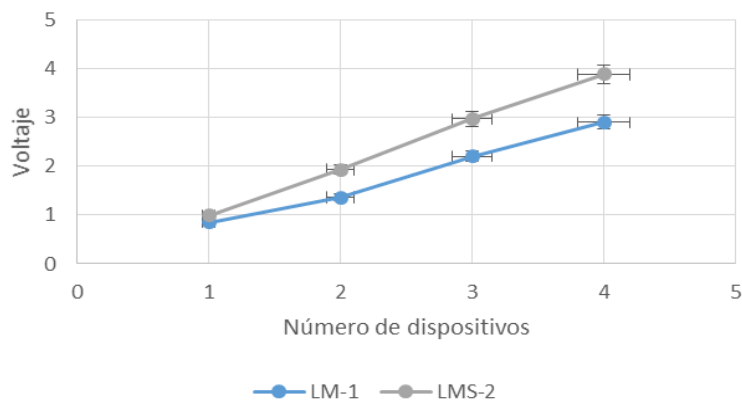


FIGURA 4: Voltaje comparativo determinado por número de dispositivos en las muestras LM-1 y LMS-2

CONCLUSIONES

La hipótesis y el objetivo planeados al inicio del trabajo se cumplen satisfactoriamente dando unos resultados muy sorprendentes, La manera en la que los obtuvimos fue muy peculiar, desde los primeros experimentos se obtuvieron lecturas de 0.01V hasta la de las pruebas finales en 7.92V a lo que infiere la gran capacidad de las muestras recolectadas de generar corriente eléctrica. A pesar de desconocer el contenido mineral de estas, la lectura de conductividad nos permitió hacer los prototipos. Las celdas se construyeron en diferentes longitudes (4-18 cm longitud), observando que la cantidad de muestra no estaba relacionada con el voltaje obtenido.

Al final de la investigación se confirma que las muestras de suelo cercanas a zonas mineras conducen electricidad pero no solo eso, también la producen, por tanto las celdas construidas como prototipo son realmente celdas electroquímicas, comparadas con una celda voltaica. Capaz de generar por si sola un voltaje de 0.99V. Lo cual nos da un espectro de investigación aún más grande, que con el tiempo y equipo adecuado aprovecharíamos su potencial. De esta manera demostramos que los residuos generados por la actividad minera que se ha realizado durante muchos años en Guanajuato, pueden ser aprovechados de otras formas y que siguiendo las medidas de seguridad adecuadas se podrían utilizar para generar celdas electroquímicas como nuevas fuentes de energía sustentable, sobretodo amigable con el medio ambiente, en la producción de electricidad.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias infinitas a la Universidad de Guanajuato por dejarme ser parte de la institución y del programa, por siempre brindar las facilidades para una investigación así como las ENMS de Salvatierra y Guanajuato en las cuales desarrolle mi potencial; a mí asesora María de Carmen Rodríguez Robelo por aceptarme, recibirme como en casa y guiarme en su proyecto; a mis padres y a toda mi familia por siempre apoyarme y estar conmigo en todo aspecto; a mis amigos que siempre han confiado en mí.

REFERENCIAS

[1] Sánchez González J., Castillo Nieto F., (2004) Inventario Físico de los Recursos Minerales del Municipio Guanajuato, Gto. Consejo de recursos Minerales. Dirección de Minas de Guanajuato. Pp. 18-24

- [2] Ramos-Gómez M., Avelar J., Medel-Reyes A., Yamamoto L., Godínez L., Ramírez M., Guerra R., Rodríguez F., (2102) Movilidad de metales en jales procedentes del distrito minero del Guanajuato. Rev. Int. Contam. Ambie. 28 (1) 49-59, 2012
- [3] Medel Reyes A., Ramos Gómez S., Avelar González F., Godínez Mora Tovar L., Rodríguez Valadez F., (2008) Caracterización de jales mineros y evaluación de su peligrosidad con base a su potencial de lixiviación. Conciencia Tecnológica Núm35 pp.32-35
- [4] Ramos-Arroyo Y., Siebe-Grabach C., (2006) Estrategia para identificar jales con potencial de riesgo ambiental en un distrito minero: estudio de caso en el Distrito de Guanajuato, México. Revista mexicana de ciencias geológicas. Rev. mex. cienc. geol vol.23 no.1 México ene. 2006 Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1026-87742006000100004&script=sci_arttext&lng=en
- [5] Mauricio Simón M., Nahuel Peralta N., Costa L. (2013). Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo y nutrientes. Ciencias Suelo vol.31 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires ene. /jul. 2013 ISSN 1850-2067 Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672013000100005
- [6] Romero, M. P., Santamaría, D. M., Zafra, C. A., BIOINGENIERÍA Y SUELO: ABUNDANCIA MICROBIOLÓGICA, pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA BAJO TRES ESTRATOS DE EROSIÓN. Umbral Científico [en línea] 2009, (Junio-Sin mes) [Fecha de consulta: 16 de julio de 2018] ISSN 1692-3375 Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30415144008>>