

DETECCIÓN DE CAPAS DE DESECHOS CON MÉTODOS GEOELÉCTRICOS EN UN RELLENO SANITARIO, COSTA RICA.

Geógrafo Jorge Suárez Matarrita Posgrado en Geología con Énfasis en Hidrogeología y Gestión del Recurso Hídrico. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. tutasuarez@gmail.com

RESUMEN

El Relleno Sanitario Río Azul, recibió por 34 años desechos de diversas zonas de la ciudad de San José. Sin embargo, en sus inicios, este sitio se consideraba como un botadero y no como un Relleno Sanitario formal. Esta situación generó una disposición espacial de los residuos de manera desorganizada y descontrolada.

Los objetivos del estudio, son determinar la profundidad de las capas de desechos y el basamento rocoso, además de caracterizar espacialmente la distribución de los mismos en la zona de trabajo. El alcance de la investigación trata de identificar las zonas con mayores potenciales de almacenamiento de lixiviados y definición de zonas prioritarias a intervenir. El procedimiento se consistió de una revisión bibliográfica internacional y local, elaboración de un preproyecto, realización de trabajo de campo para toma de datos para posteriormente analizar e identificar los resultados principales.

Para la toma de datos se han utilizados métodos geofísicos de resistividades eléctricas (Geoeléctrica), específicamente sondeos eléctricos verticales (SEVs) mediante el dispositivo Schlumberger, el cual consiste en un arreglo cuadripolar de electrodos (dos de ellos inyectan corriente eléctrica y los otros dos miden la diferencia de potencial generada por el medio); obteniendo así valores de resistividad aparente que permiten proponer un modelo geoelectrico y su respectiva interpretación geológica.

En total se realizaron 25 SEVs y se logró profundizar hasta 65m aproximadamente. Se consiguió inferir cuatro capas estratigráficas en general, siendo la primera una cobertura de material compactado con resistividades entre 20 y 54 Ωm , la segunda capa relacionada con desechos presentando resistividades entre 11 y 18 Ωm . La tercera capa se encuentra en el rango de 1 - 5,4 Ωm y se considera como desechos cargados de lixiviados. Finalmente la cuarta capa posee valores de 49-360 Ωm y se define como la unidad litológica del basamento.

En conclusión, se logró detectar eficientemente cuatro capas de resistividad eléctrica, lo cual permitió inferir claramente los materiales de cobertura, desechos, desechos con presencia de lixiviados y basamento.

Palabras claves: Geofísica, Geoeléctrica, Rellenos Sanitario, Lixiviados

INTRODUCCIÓN

El Relleno Sanitario Río Azul, con un área total de 0.47358 km². (Figura 1), se encuentra ubicado en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica, Centro América, ha recibido desde el año 1973 hasta el 2007 (34 años) residuos domésticos, industriales, de hospitales, orgánicos y tecnológicos, entre otros, producidos por 12 cantones de la Gran Área Metropolitana. El proceso de degradación y descomposición de estos residuos, tiene como uno de sus productos la generación de lixiviados, los cuales se caracterizan por presentar altas concentraciones de sólidos totales disueltos (STD), sales y el arrastre de metales pesados; estos lixiviados pueden dirigirse a las aguas subterráneas por medio de flujos verticales, por lo que son considerados el gran contaminante que podría generar la operación de un relleno. (Rojas, I., 2007)

En la actualidad, en el Relleno Sanitario de Río Azul (RSRA), existe una planta de tratamiento para lixiviados sub – superficiales, y hasta el momento, no se han realizado en el sitio estudios sobre ¿si existen o no evidencias de lixiviados contaminantes en profundidad? Por tanto, se propone intentar dar respuesta a esta interrogante mediante la aplicación de eléctricos de prospección geofísica.

Los objetivos del estudio, son determinar la profundidad de las capas de desechos y la profundidad en la que se ubicaría el contacto con el basamento rocoso, además de determinar la distribución espacial de los mismos en la zona en estudio. Con esto se pretende identificar las zonas con mayores potenciales de almacenamiento de lixiviados, ya que estos son contaminantes para el medio ambiente subterráneo.



Figura 1. Ubicación Local del Área de Proyecto

METODOLOGÍA

Para realizar el modelo, se escogió el método geofísico de resistividad eléctrica, puesto que es uno de los más adecuados para definir capas subterráneas en medios con altos contrastes de conductividad eléctrica. Se espera que las capas de desechos estén llenos de metales pesados, Sólidos totales disueltos y sales, que tendrán una alta conductividad; esto en comparación con las capas de material geológico natural, como lavas o areniscas que tendrán una conductividad eléctrica más baja.

En el sitio se realizaron un total de 25 Sondeos Eléctricos Verticales (SEVs) según el dispositivo Schlumberger ubicados en sitios estratégicos para formular 3 perfiles de correlación según las resistividades obtenidas. (Figura 2).

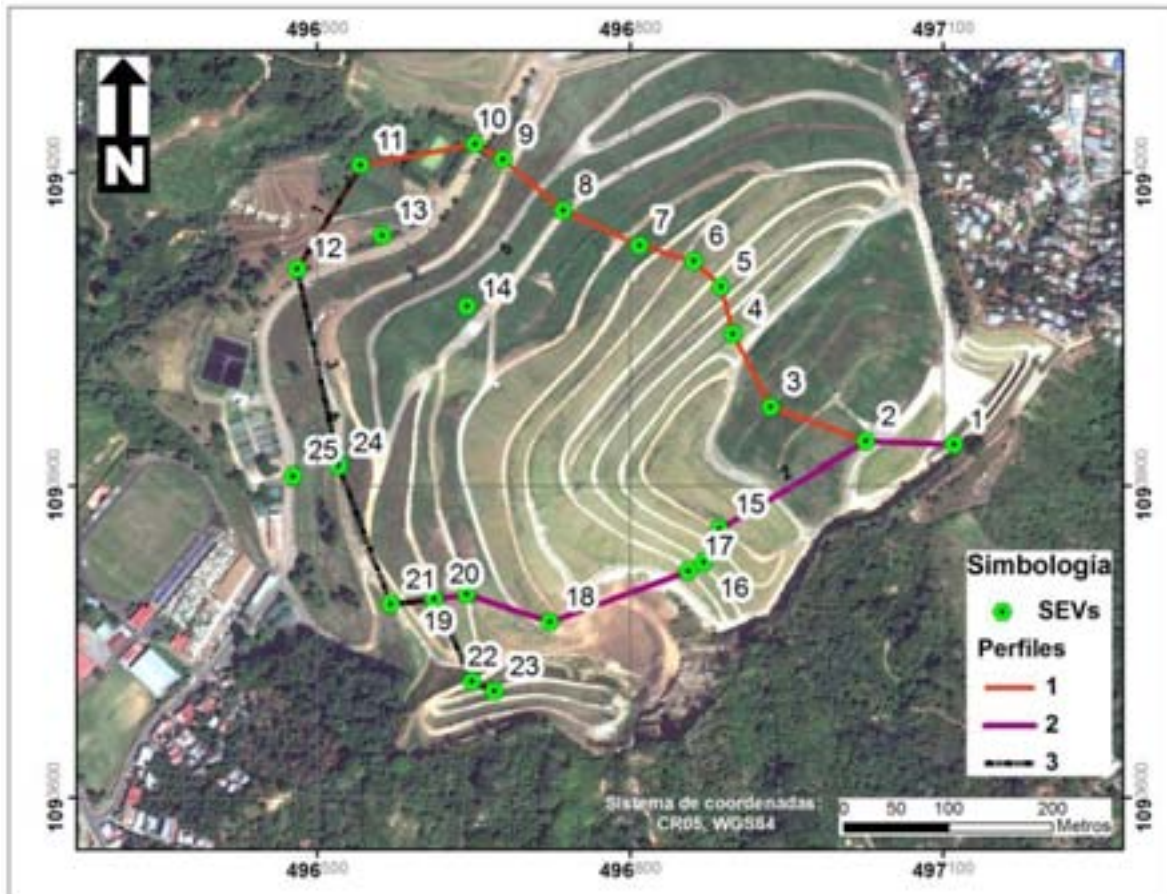


Figura 2. Ubicación de sitios de prospección geofísica

Los Sondeo Eléctricos Verticales introducen corriente continua al terreno mediante un par de electrodos de emisión “A-B” colocados en la parte externa, los que genera un campo eléctrico que experimenta una caída de su potencial según los factores condicionales del medio como la humedad, textura del medio, grado de mineralización, temperatura y otros. Es así como este cambio de potencial es medido en otro par de electrodos internos “M-N”, donde las medidas sucesivas parten de un punto cero, en forma ascendente y lineal. En la Figura 3 se observa la configuración espacial de los electrodos.

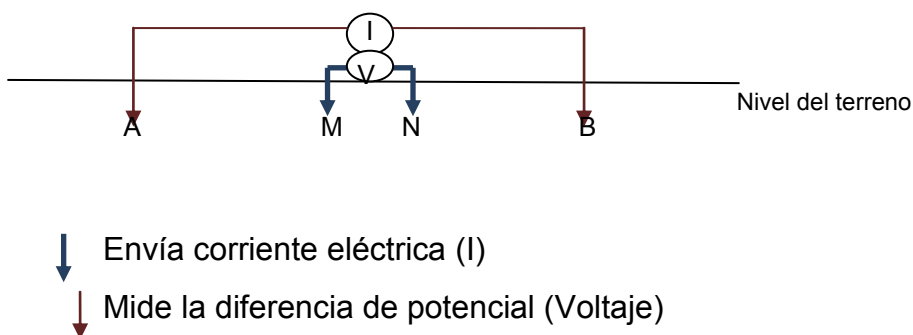


Figura 3. Esquema del dispositivo de resistividad eléctrica tipo Schlumberger.

Para la adquisición de los datos de los sondeos eléctricos verticales (SEV), se empleó el equipo Terrameter SAS 1000 de Abem, de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica. Para esto, se utilizaron aberturas de AB/2 hasta de 150 metros.

Posteriormente la inversión de los resultados (resistividades aparentes) obtenidos con los sondeos, se realizó con el software IPI2Win (Figura 4), con el cual se determinaron los el número de capas, resistividades verdaderas y los espesores de cada una de ellas; con esto se obtuvo el modelo de distribución de capas para cada sitio prospectado.

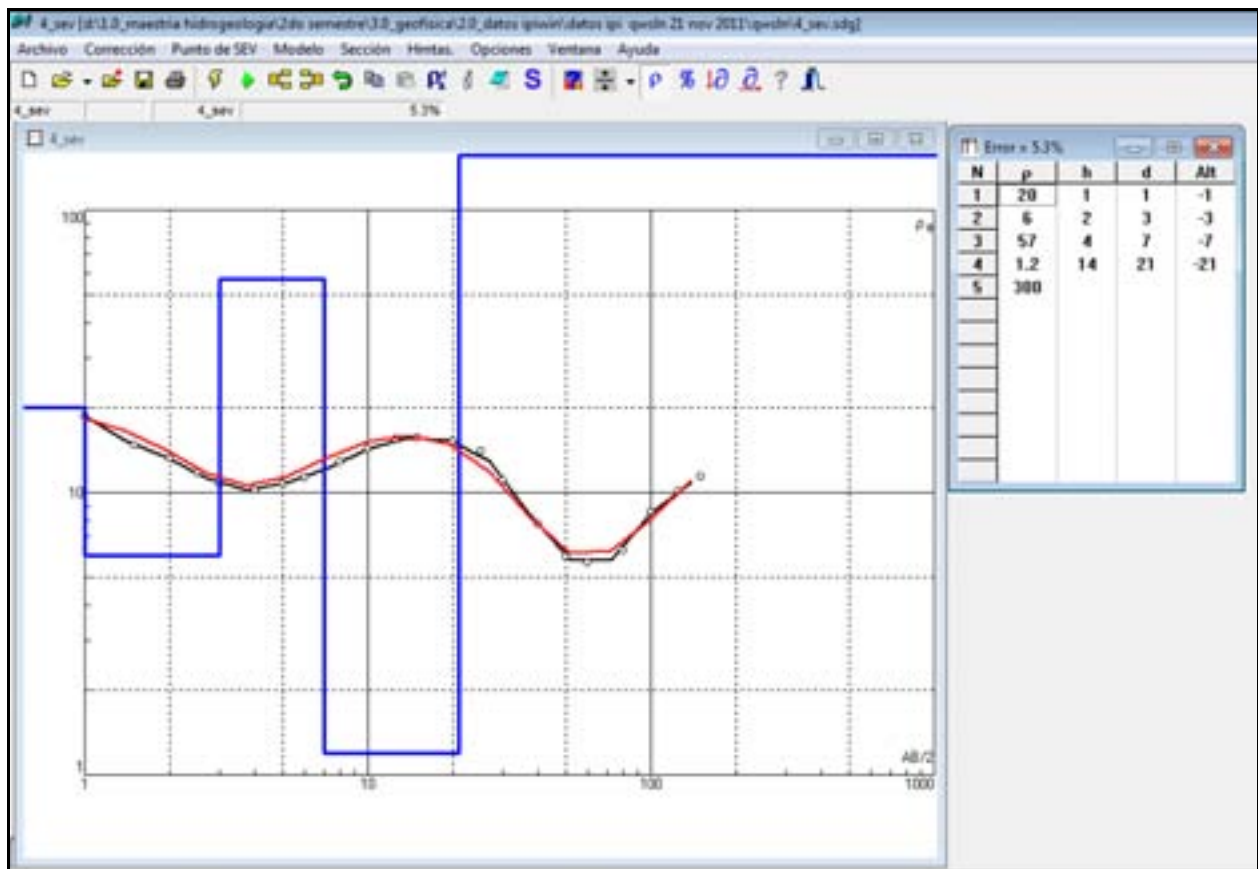


Figura 4. Interpretación del SEV-4. IPI2Win para un modelo geofísico de 5 capas

RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en los SEV's, se ha podido determinar en forma general al menos cuatro capas, las cuales se describen a continuación:

- La **capa₁** presenta una resistividad que varía entre 20 Ω m y 54 Ω m, relacionándose con la presencia de una cobertura de material compactado característico de un camino de lastre (grava con arcilla), así como de una cobertura tipo suelo compactado, utilizado como capa sello o de cobertura de los desechos depositados en esta zona del relleno sanitario. Los espesores varían entre 0,5 a 3,0 m.
- La **capa₂** presenta una resistividad entre 11 Ω m y 18 Ω m. Se relaciona con la presencia de desechos depositados en el sitio, cuya concentración mayor de iones favorece el flujo de la corriente por el medio, y por tanto induce una disminución en las magnitudes de la resistividad. Su espesor varía entre 4,0 y 12,0 m, alcanzando su profundidad máxima en el SEV-2.
- La **capa₃** presenta una resistividad entre 1 Ω m - 5,4 Ω m. Se relaciona con la presencia de desechos saturados con lixiviados, caracterizado por una elevada concentración de sales disueltas que favorecen el flujo de la corriente; de ahí los valores bajos de resistividad obtenidos. Su espesor varía entre 8 m y 50 m, alcanzando su profundidad máxima en el SEV-5.
- El último horizonte corresponde al **capa₄**; presenta un rango de resistividad entre 49 Ω m -360 Ω m. Corresponde con el basamento del depósito de desechos, conformado por lavas de composición dacíticas, cuyo techo se ubica a partir de los 17m y hasta 50m profundidad.

Análisis de Perfiles geoelectricos

Con los datos de los SEVs, se procedió a realizar una interpretación a manera de perfiles geoelectricos, que permiten discutir mejor la distribución especial de los materiales, desechos y lixiviados.

a. Perfil 1 (Sevs 1-12)

En perfil de la Figura 5, se observa el contraste vertical de la roca sana y el área intervenida con depósitos de desechos (SEVs 1 – 12).

A partir del SEV2 al SEV10 se presentan cuatro capas, en superficie el material de cobertura y calles, subyacente una capa de desechos y una tercera capa de capas de desechos con lixiviados y una última cuarta capa del basamento de rocas volcánicas.

Se observa una interconexión espacial horizontal de las capas de desechos con lixiviados, lo que sugiere una pluma de contaminación subterránea.

Se pueden apreciar la morfología irregular del basamento, la cual se detecta como una zona de transición entre desechos con lixiviados (conductores) y el basamento (resistivo), lo que se observa muy claramente, precisamente por el cambio en los valores de resistividad.

También se puede apreciar la presencia de antiguos materiales de cobertura enterrados entre las capas de desechos, los cuales están distribuidos lenticular y asistemáticamente en el perfil.

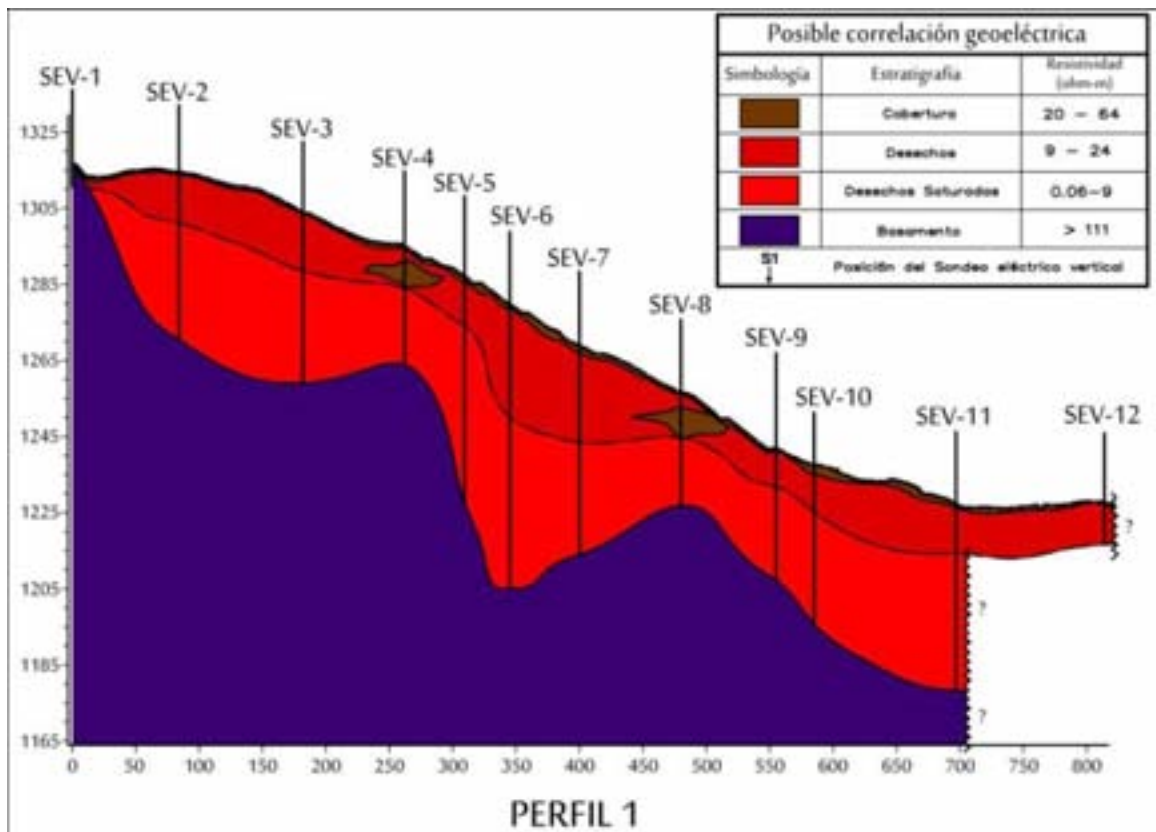


Figura 5. Perfil 1 (SEV 1 – 12)

b. Perfil 2 (SEVs 1-21)

En la Figura 6, también se aprecia el contraste vertical de la roca sana y el área intervenida con depósitos de basura (SEV's 1 – 21). A partir del SEV2 al SEV21 se presentan capas de basura con lixiviados. Estas capas también tienen una interconexión espacial lateralmente, por lo que la pluma de contaminación de lixiviados se extendería gradiente abajo, hacia el SEV 21.

En el perfil de la Figura 6, se puede detectar el límite de la zona saturada por lixiviados, especialmente entre los SEVs 2 – 15 y del 19 – 21. También se detectó el basamento en todos los sondeos con resistividades altas (mayores a 200 Ω m).

Al igual que en la Figura 5, se pueden distinguir claramente las capas de cobertura, las cuales se pueden correlacionar principalmente con suelos o en algunos casos con gravas de calle y lastre compactados.

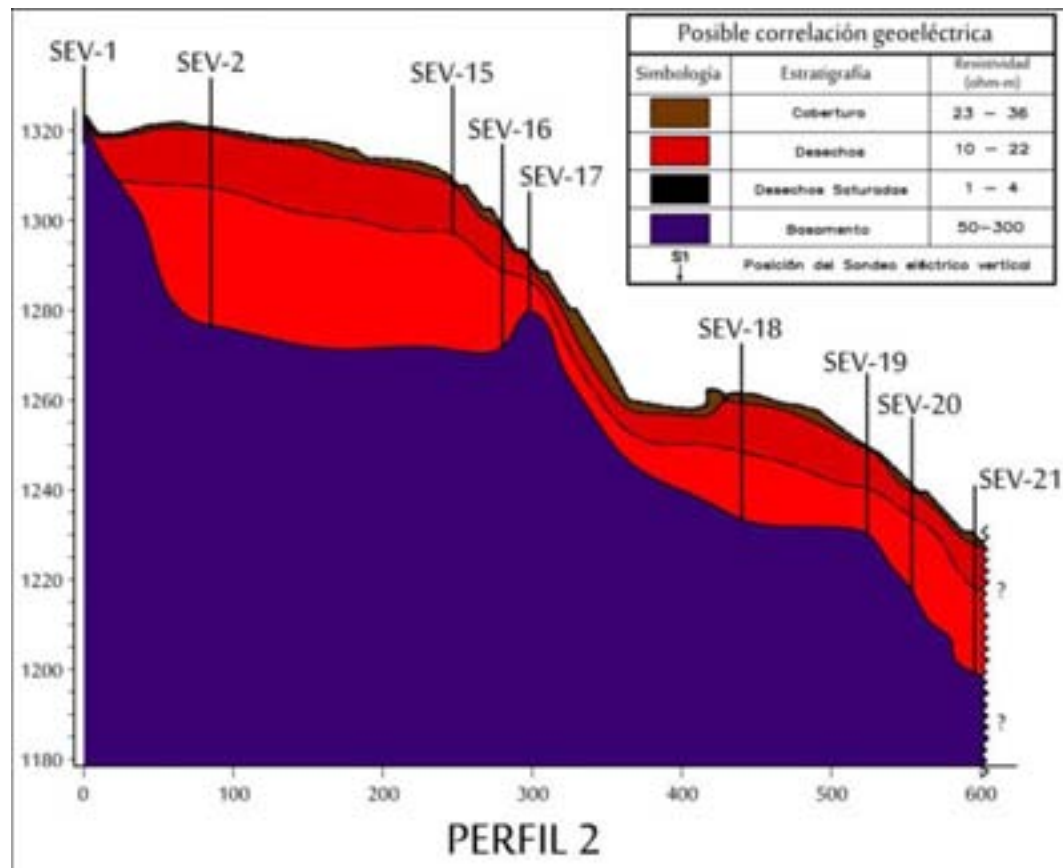


Figura 6. Perfil 2 (SEVs 1-21)

c- Perfiles 3 (SEVs 23-11)

En la Figura 7 se detecta el contraste vertical de la lava dacítica (SEV's 23 y 22) con el depósito de desechos (SEVs 21-11).

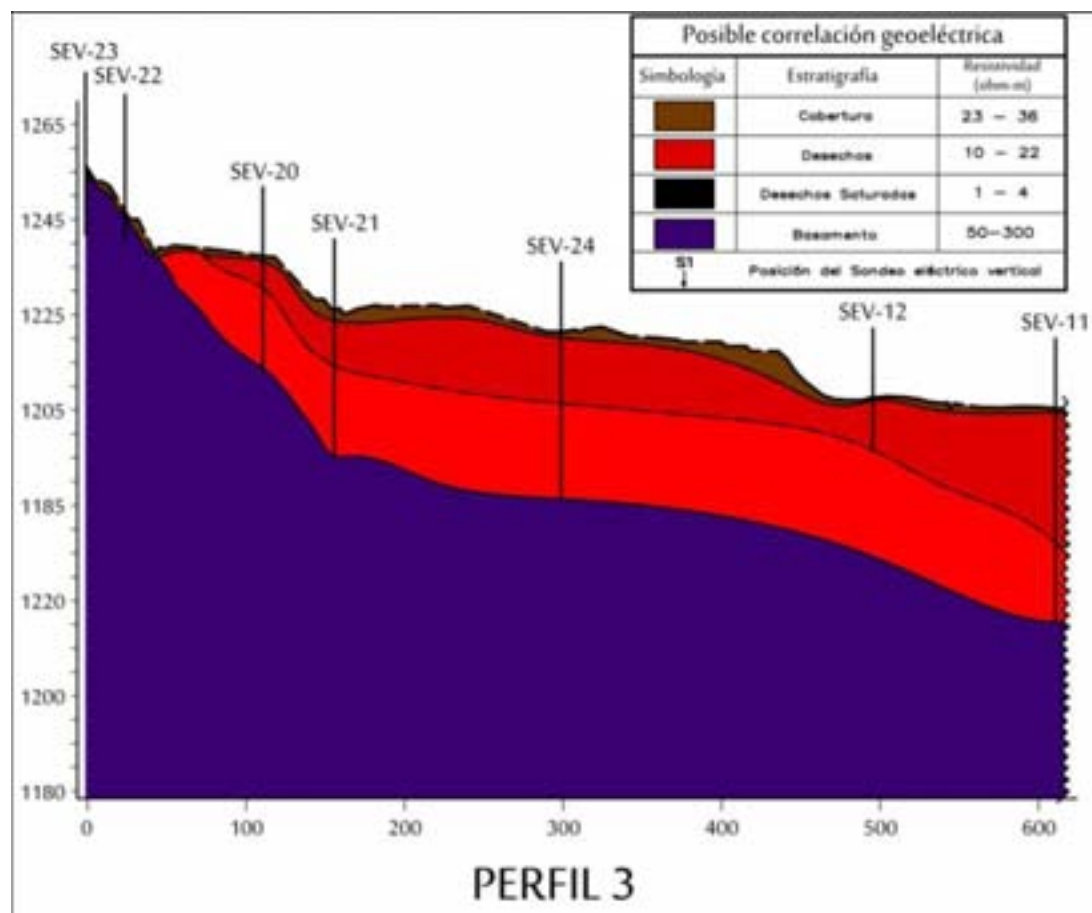


Figura 7. Perfil 3 (SEVs 23-11)

El perfil permite apreciar la acumulación de desechos “secos” y desechos saturados. Estas capas sobreyacen al basamento que tiene resistividades superiores a los 50 Ωm en este perfil.

CONCLUSIONES

En conclusión, se logró detectar eficientemente cuatro capas de resistividad eléctrica, respectivamente materiales de cobertura, desechos, desechos con presencia de lixiviados y basamento.

En los perfiles geoléctricos, se pudo intepretar morfología del basamento, las variaciones laterales y en profundidad.

Las capas de desechos y desechos con lixiviados también presentan un comportamiento de conexión horizontal a lo largo de todos los perfiles.

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, M.E., VARGAS, A. & GUÉRIN, R., 2003: Geofísica aplicada al problema de la intrusión salina en los acuíferos costeros de Costa Rica. En: L-Geta, J.A. et al (edit) 2003: Tecnología de la intrusión de agua de mar en acuíferos costeros: países mediterráneos. – En: Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, N 8: 163 – 168.

ASTORGA et al., 2007: Diagnóstico ambiental del relleno sanitario Río Azul, Programa Institucional de Gestión Ambiental Integral (PROGAI). Universidad de Costa Rica. San Pedro, San José.

KNOBLICH, K. & MANZ, E., 1993: Discusión sobre los sitios para los vertederos de desechos sólidos de San José, Costa Rica. – En Revista Geológica de América Central, 16: 95 – 101.

MEJU, M., 2000: Geoelectrical investigation of old abandoned, covered landfill sites in urban areas: model development with a genetic diagnosis approach. –En Jornal of Applied Geophysics, 44: 115 – 150.

MORA, Ch. & MORA, A., 2003: Reseña histórica del relleno sanitario de Río Azul y consideraciones sobre los metales pesados tratados en él y los presentes en nuestros hogares. –En Revista Reflexiones, 82: 47 – 58.

MORA, A., 2003: Contenido de metales pesados en los sedimentos del los ríos y quebradas adyacentes al Relleno Sanitario de Río Azul, Río Azul, San José,

Costa Rica. Universidad de Costa Rica San Pedro, San José. [Tesis de Licenciatura]

MORA, K., 2000: Estudio de los procesos de flujo y transporte de contaminantes en la zona no saturada tobácea del botadero de Santo Domingo, Provincia de Heredia, Valle Central de Costa Rica. Universidad de Costa Rica San Pedro, San José. [Tesis de Maestría]

MURILLO, D., 2008: Aplicación ambiental del método de resistividad eléctrica en el modelado del acuífero costero en playa Panamá, Guanacaste, Costa Rica. -En Revista Geológica de América Central, 38: 21 – 31.

POMPOSIELLO, C. BOUJON, P. DAPEÑA, C. y FAVETTO, A., 2008: Evidencias de pluma de contaminación detectadas por métodos geofísicos en el basurero municipal de Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina. -En Revista Latinoamericana de Hidrogeología Subterránea (ALHSUD) 6: 11 – 24.

POMPOSIELLO, C. BOUJON, P. DAPEÑA, C. FAVETTO, A. y OSTERA, H., 2008: Evaluación del estado actual de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos aplicando técnicas geofísicas. – En Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y Ambiente, 22: 123 – 133.

URRUTIA, L.G. & ARIAS, M.E., 2006: Hidrogeofísica de la cuenca del río San Antonio, El Salvador: Aplicación al modelo conceptual y vulnerabilidad intrínseca. – En Revista. Geológica de América Central, 34,35: 121 – 129.