



Exploración de mantos freáticos en el municipio de Pánuco, Veracruz, mediante sondeo eléctrico vertical

Daniel Azuara Arteaga^{1}, Juan Jesús Pérez Arteaga¹, Carlos Alberto Contreras Verteramo¹, Jaime Alexis Domínguez Morales¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

*daniel.azuara@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

Este estudio exploratorio de campo surgió de la necesidad de mitigar la sequía, en el municipio de Pánuco, Veracruz. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, el gobierno mexicano declaró emergencia por sequía severa, extrema o excepcional en diversas cuencas para el año 2022 incluyendo la cuenca baja del río Pánuco. Se planteó un estudio que permite recopilar información generada de aguas subterráneas mediante el empleo del Sondeo Eléctrico Vertical, en diferentes puntos geográficos de la zona para identificar la profundidad del nivel freático, el objetivo que se persiguió fue aportar una herramienta de estimación del volumen medio de agua, descripción de los distintos estratos del subsuelo, así como generar una imagen del perfil estratigráfico, que haga posible la planeación de extracción de agua subterránea en el futuro.

Palabras claves: Nivel freático, sondeo eléctrico vertical, sequía extrema, estratos.

ABSTRACT

This exploratory field study arose from the need to mitigate drought in the municipality of Pánuco, Veracruz. According to the National Water Commission, the Mexican government declared an emergency due to severe, extreme or exceptional drought in various basins for the year 2022, including the lower basin of the Pánuco River. A study was proposed that allows collecting information generated from groundwater through the use of the Vertical Electrical Survey, in different geographical points of the area to identify the depth of the water table, the objective pursued was to provide a tool for estimating the average volume of water, description of the different strata of the subsoil, as well as

generating an image of the stratigraphic profile, which makes possible the planning of groundwater extraction in the future.

Keywords: Water table, vertical electrical sounding, extreme drought, strata.

INTRODUCCIÓN

Las sequías son periodos prolongados de tiempo seco causado por la falta de lluvia, lo que produce escasez de agua. Los periodos de sequía pueden causar desabastecimiento de agua y problemas de salud pública (NCEH, 2023).

La prospección geofísica por medio de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) consta de una serie de técnicas geofísicas empleadas para la localización de mantos freáticos. Los SEV han sido objeto de amplio desarrollo, además de su empleo en la búsqueda de acuíferos profundos y someros, también se emplean para la exploración de yacimientos minerales. Estas técnicas constan de una serie de herramientas originadas a principios de siglo XX que han sido descritas ampliamente en la literatura y merecen destacarse los trabajos de Bewley y Orellana de acuerdo con Reynolds (1997).

El principio en el que se basa la prospección geo eléctrica consiste en interpretar los distintos materiales del subsuelo, a partir de las variaciones de la resistividad al paso de la corriente eléctrica. y según la corriente sea generada y aplicada al suelo o provenga de fuentes existentes, habrá dos categorías de métodos: los de corrientes artificiales y los de corrientes naturales. a su vez, según el tipo de corriente que circule por el suelo, los métodos se subdividen en los de corriente continua y los de corriente alterna (Estrada, 2013)

Los trabajos realizados tuvieron el objetivo de determinar los espesores de la cubierta de suelos sedimentarios, la ubicación de techo de roca, las características geológicas y geotécnicas de la fundación, así como conocer características hidráulicas del macizo rocoso por medio de ensayos de admisión de agua

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló en la región Huasteca de México, específicamente en el municipio de Pánuco, Veracruz en un área aproximada de 1,319 km². Los sitios analizados se

ubicaron en dos zonas principales, la primera fue aledaña a la mayor corriente fluvial del municipio, el río Pánuco, las muestras (1 a 8) fueron colectadas a no más de 5 km de distancia del río. La segunda zona correspondió a sitios de muestreo (9 a 16) ubicados a una distancia mínima de 15 kilómetros del río (Figura 1).

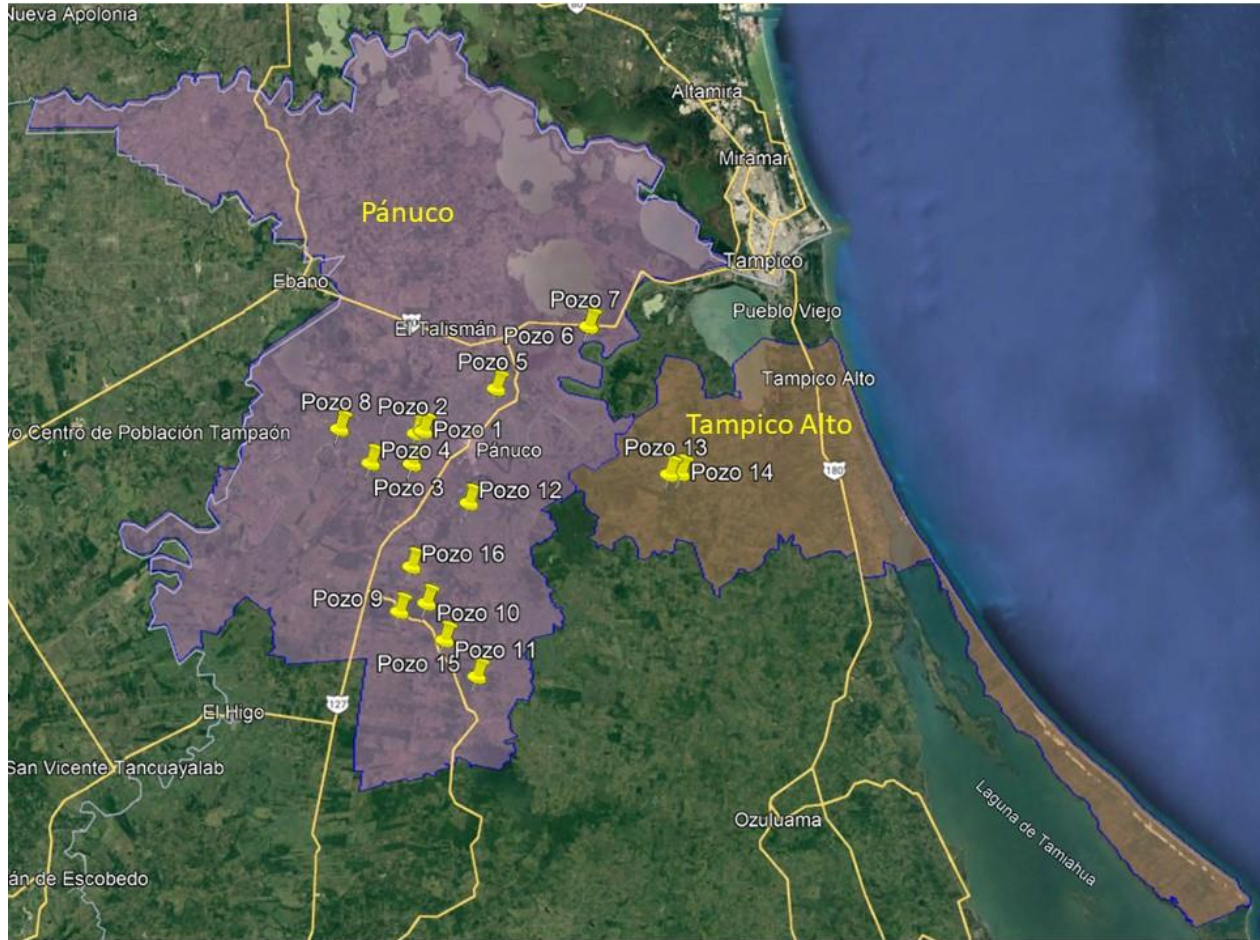


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del municipio de Pánuco, Veracruz.

El trabajo consistió en la recopilación, análisis y procesamiento de valores de resistividad verdadera de las diferentes capas del subsuelo en 16 puntos de muestreo. El tratamiento consistió en alcanzar un valor promedio de los datos de campo medidos ya que en todos los casos se realizaron tres líneas geo eléctricas.

El procedimiento de trabajo consistió en calcular la resistividad de un terreno aplicando una corriente eléctrica conocida (I), mediante electrodos insertados en el suelo se midió la diferencia de potencial en dos electrodos intermedios. Éste método geo eléctrico está basado en la ley de Ohm ($R=V/I$) (Figura 2).

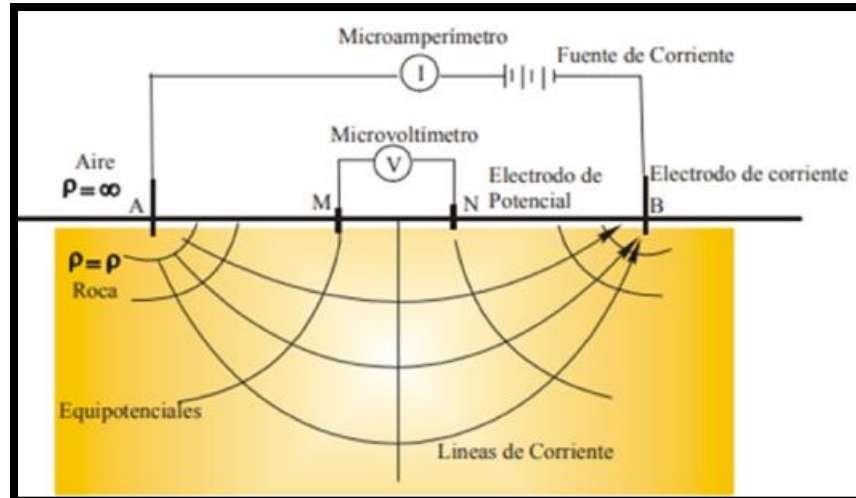


Figura 2. Esquema del procedimiento de cálculo de resistividad del subsuelo.

Los métodos geo eléctricos permiten elaborar representaciones gráficas del subsuelo en términos de resistividad debido a que existe relación entre el parámetro y la estructura litológica del subsuelo.

Los datos recopilados en campo de acuerdo con el posicionamiento de los electrodos, son convertidos en valores de resistividad aparente utilizando diversas fórmulas y arreglos como los propuestos por *Schlumberger* o *Wenner*, posteriormente pueden ser modelados e interpretados para conocer el espesor y resistividad de los diferentes estratos geo eléctricos que componen el perfil estudiado (Figura 3).

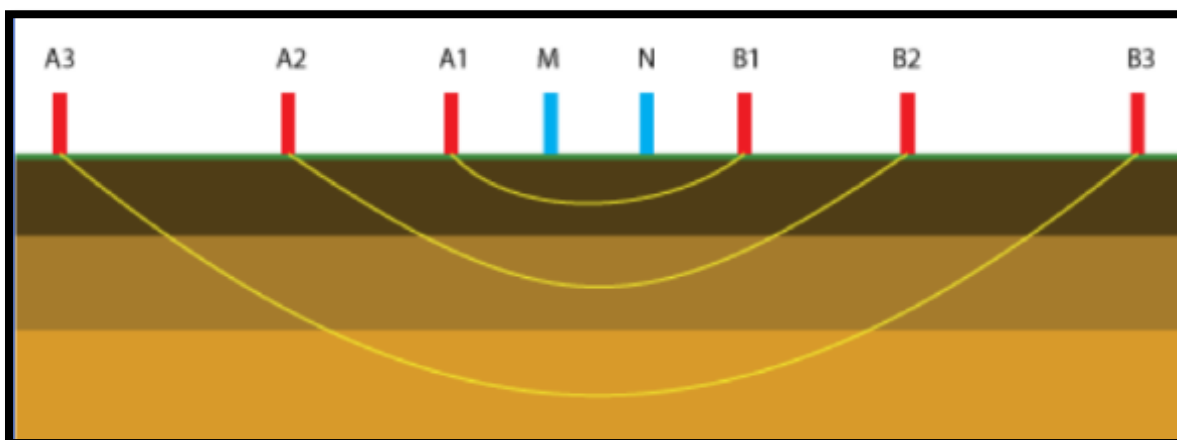


Figura 3. Posicionamiento de los electrodos para captura de datos de campo.

RESULTADOS

A partir de los procedimientos descritos, se obtuvieron muestras de campo en estas áreas cercanas a la mayor corriente fluvial que tiene el municipio se puede generar mediante los resultados obtenidos en el SEV una clara interpretación que tenemos los niveles freáticos en estratos arenosos a profundidades oscilantes entre los 6 a 12 metros de profundidad, teniendo un espesor (h) oscilante de 13 a 19 metros (Figura 4). Es decir, en una interpretación didáctica en los puntos mencionados si se realizara una perforación para hacer un pozo con alto caudal sería a 25 metros de profundidad, de acuerdo también al SEV, la litología del área consta de una pequeña capa de arcilla negra (6mts), seguida de un cuerpo potente de arenas de grano fino a medio de sílice y cuarzo de diferente coloración, terminando con un cuerpo arcilloso negro de gran espesor que se incluye como roca sello e impermeable.

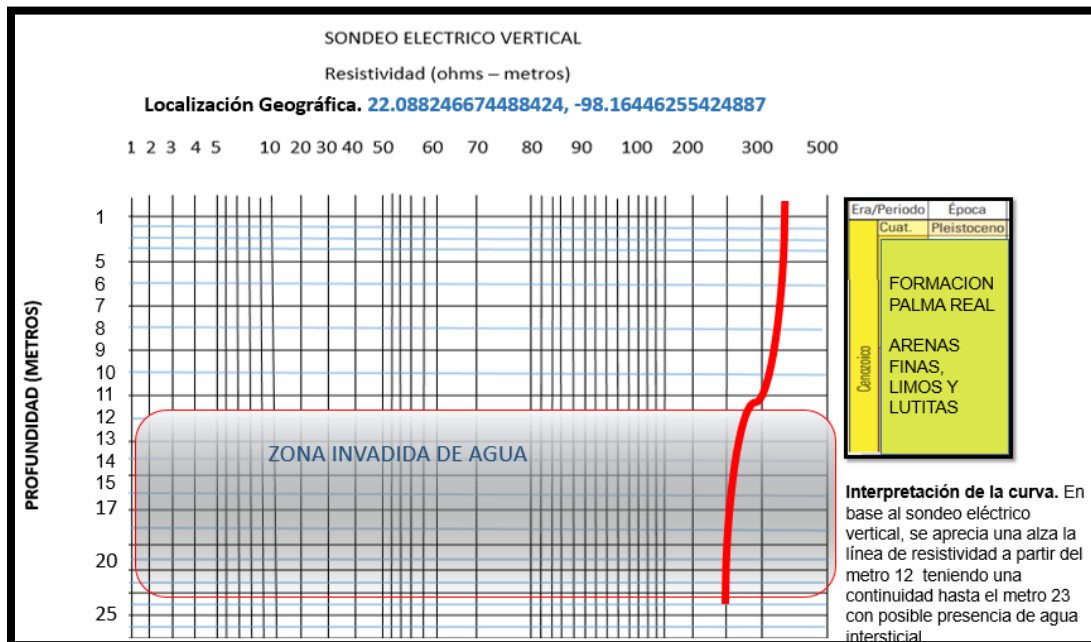


Figura 4. Ejemplo de representación gráfica de la evaluación de resistividad en pozo cercano a la corriente fluvial.

Sin embargo, en lugares alejados de la corriente fluvial los puntos marcados generan altas interacciones resistivas, las profundidades del nivel freático flujos de agua intermitentes a profundidades superiores a 17 metros, con espesores en los estratos fluviales oscilantes entre 3 y 4 metros. Su litología presenta una gran capa arcillosa negra

impermeable con espesores que van desde 1 hasta 20 metros, posteriormente se muestra un estrato con espesor de 3 a 4 metros de arenas finas a medias (Figura 5). Por consecuencia el siguiente estrato es un cuerpo altamente arcilloso de coloración negra a gris e impermeable, con espesores variables que van de 25 a 30 mts.

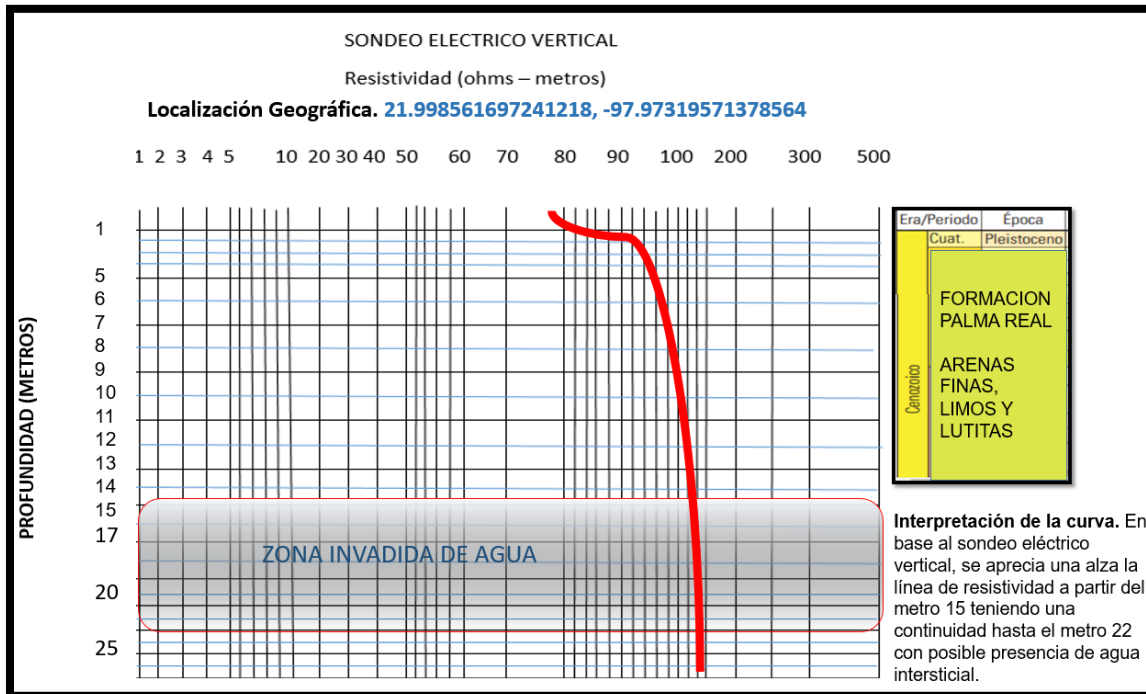


Figura 5. Ejemplo de representación gráfica de la evaluación de resistividad en pozo alejado de la corriente fluvial.

DISCUSIÓN

Los sitios de muestreo cercanos al río presentan menor resistividad que los sitios alejados del cuerpo de agua, de igual forma la profundidad a que es posible identificar el manto freático es mayor conforme la distancia al río aumenta. En el mismo sentido la capa arcillosa impermeable es de menor espesor en los sitios de muestreo cercanos al río que en los puntos alejados.

CONCLUSIONES

Si bien, la interpretación cuantitativa de un sondeo de resistividad para estructuras compuestas por varias capas no es sencilla y tiene el problema de equivalencia o ambigüedad y de supresión, el Sondeo Eléctrico Vertical es una prueba útil para conocer

la distribución de resistividad del suelo. Dadas las propiedades eléctricas de los materiales que constituyen del subsuelo, éste manifiesta un determinado comportamiento ante el paso de corriente eléctrica. Dicho comportamiento se expresa en líneas de campo o flujo eléctrico constante para materiales homogéneos, por ello, cuando los valores y características de estos campos varían, indican un cambio de materiales o una discontinuidad dentro de un mismo depósito. Así, los suelos gruesos o rocosos se caracterizan por presentar una alta resistividad, mientras que las zonas arcillosas o con altos contenidos de humedad y sales corresponden con anomalías de baja resistividad.

LITERATURA CITADA

- Estrada, L. A. 2013. Prospección geoelectrica para geólogos. Universidad de Tucumán, Argentina.
- National Center for Environmental Health (NCEH). 2023. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). United States of America. Descargado desde: <https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/sequias/index.html>
- CONAGUA. 2023. Disponibilidad por Acuíferos. Consultado en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html
- Monitor de Sequía en México (MSM). 2023. Comisión Nacional del Agua. México. Consultado en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Reynolds, J. M. 1997. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, Wiley. United Kingdom.