



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA EN LA ZONA NOROESTE DEL PERÚ

Ana Paulini, Wilfredo Castillo, Karen Inga,
Judith Sullon, Rafael Son

Lima, agosto de 2017

FACULTAD DE INGENIERÍA

Paulini, A., Castillo, W., Inga, K., Sullon, J. y Son, R. (2017). Exploración geofísica en la zona noroeste del Perú. En E. Carrera (Dir.), *I Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA – LATNET*, (pp. 27-35). Lima: Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](#)

I CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE PROYECTOS III CONGRESO IPMA-LATNET

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA EN LA ZONA NOROESTE DEL PERÚ

Ana María Paulini*, Wilfredo Castillo, Karen Inga, Judith Sullon, Rafael Son

Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, Calle Mártir Olaya 162 – Miraflores, Lima, Perú.

* Autor en correspondencia: Ana María Paulini

Correo electrónico: ana.paulini@udep.pe

Palabras clave: Sondeo eléctrico vertical (SEV), resistividad, agua subterránea, cuenca geológica, conductividad.

RESUMEN

1. En los últimos años la región Noroeste del país, ha experimentado un rápido crecimiento productivo en el ámbito de la agroexportación; al punto de ser considerada una de las regiones de más alto crecimiento en ese rubro en el Perú. Esta actividad trae consigo un **aumento** en la demanda del recurso hídrico, el cual por las condiciones climáticas de la zona no está asegurado de manera constante durante todo el año. Por estos motivos, toma relevancia el conocimiento del subsuelo, y por ende del agua subterránea, pues al ser un recurso constante, viene siendo utilizado por los agroexportadores.

El estudio de las propiedades físicas y litológicas de los materiales del subsuelo, así como del agua subterránea; a través de sondeos geoeléctricos permiten obtener información de las características petrográficas, estructurales, mineralógicas y geoclimáticas que difieren en edad y formación.

Para esta investigación, han sido seleccionados 20 puntos, ubicados sobre las cuencas geológicas de Talara y Lancones, en los que se realizaron sondeos geoeléctricos. El procesamiento e inversión de datos da como resultado final una imagen 2D, que es interpretada en términos hidrogeológicos. Ha sido posible el reconocimiento de disconformidades en profundidad y la presencia de agua subterránea.

Keywords: Vertical electrical survey (SEV), resistivity, groundwater, geological basin, conductivity.

ABSTRACT

In last few years the Northwest region of Perú has experiment a rapid production growth in the field of agroexport; to the point of being considered one of the regions of highest growth in that heading in Peru. This activity brings an increase in the demand of the water resource, which because the climatic conditions of the zone is not assured in constantly way throughout the year. For these reasons, knowledge of the subsoil and groundwater becomes relevant, because it is being used by agroexporters.

The study of the physical and lithological properties of subsoil materials, as well as groundwater; through geoelectrical surveys, provide information on the petrographic, structural, mineralogical and geo-climatic characteristics that differ in age and formation.

For this research 20 points were selected, located on the geological basins of Talara and Lancones, in which geoelectric surveys were carried out. Data processing and inversion results in a 2D image, which is interpreted in hydrogeological terms. It has been possible to recognize in-depth discontinuities and the presence of groundwater.

1. Introducción

La exploración geofísica es una rama de la física que involucra conceptos físicos y matemáticos diseñando métodos que ayudan a los hidrogeólogos a interpretar datos y solucionar problemas que se presentan en la exploración del subsuelo. En nuestro país el método geoelectrico más utilizado en la exploración de aguas subterráneas, para determinar las propiedades del subsuelo, es la técnica de los Sondajes Eléctricos Verticales (SEV), que consiste en obtener valores de resistividad de los materiales rocosos en profundidad. En la interpretación de los parámetros obtenidos es posible localizar una formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua, a la que conocemos como acuífero.

En la región Piura los estudios a detalles del potencial de agua subterránea que se tiene son muy pocos, los proyectos realizados revelan presencia de acuíferos en las zonas del Alto, Medio y Bajo Piura, pero el área y volumen total del acuífero aún no se conoce por falta de estudios en la zona.

2. Justificación

En los últimos 10 años, el noroeste del Perú desarrolló un acelerado crecimiento agroindustrial, haciendo mayor uso del agua y el suelo. El agua, como factor principal en épocas de lluvia, se almacena en los reservorios de Poechos y San Lorenzo, pero actualmente los embalses han disminuido su capacidad de almacenamiento, generando malestar para abastecer a todas las actividades de la población.

En el simposio de la APEC realizado en la ciudad de Piura en setiembre del 2016, el viceministro de gestión ambiental del MINAN anunció que en el último año las costas del Perú han presentado el período más seco de los últimos treinta años con repercusiones en el agua y agricultura. Por estos motivos el recurso hídrico subterráneo es de vital importancia para el desarrollo sostenible de actividades agrícolas, dada la falta de continuidad del recurso hídrico superficial. La localización de fuentes de agua subterránea se complementa con estudios geológicos y geoelectricos que permiten una caracterización del medio acuífero en área y volumen.

3. Objetivo

Lograr un mayor conocimiento geofísico de la zona nor-oeste del Perú, que pueda servir como base de dato para la elaboración de estudios más profundos que conlleven a la identificación y posterior cuantificación del recurso hídrico subterráneo, el cual es de vital importancia para el desarrollo de actividades económicas en la Región.

4. Desarrollo del tema

4.1 Área de estudio

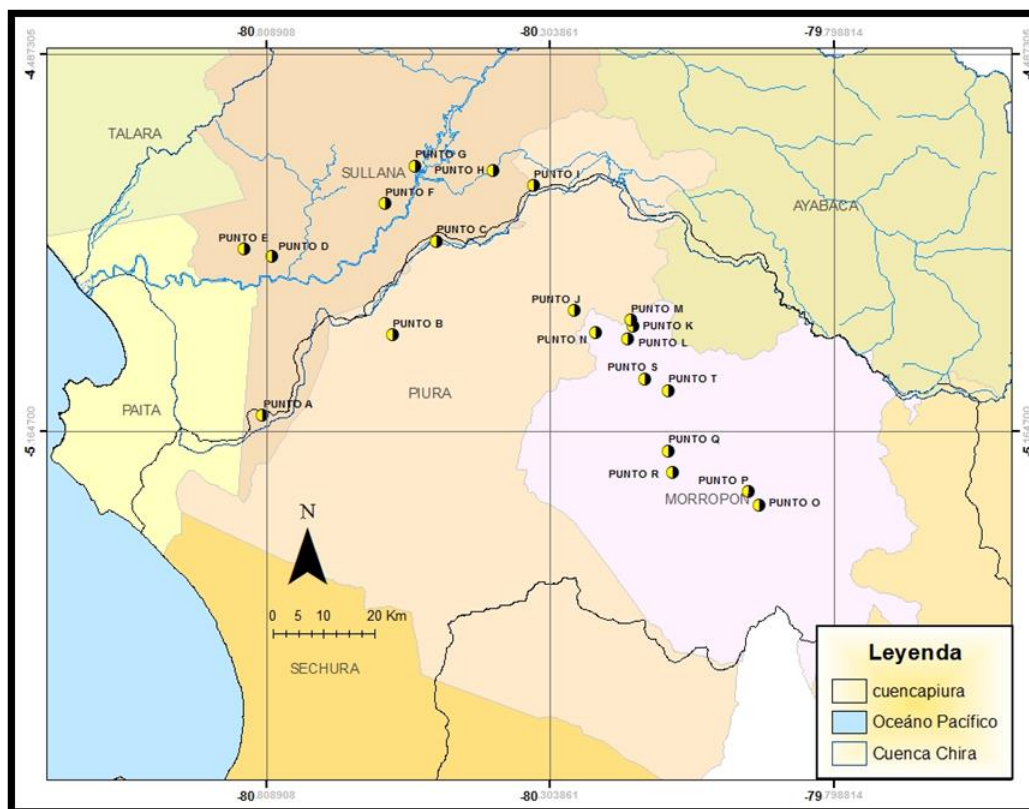
El área del proyecto se ubica en las dos cuencas geológicas más importantes del Noroeste del Perú: Talara y Lancones. En ambas, la geología es variable debido a los

diferentes procesos sedimentarios y estructurales que han dado lugar a diferentes tipos de rocas. La cuenca Talara es de origen sedimentario y la cuenca Lancones, de origen volcánico a volcánico sedimentario. Los eventos ocurridos durante el cuaternario, originaron la mayor acumulación de materiales detríticos que han dado lugar a formaciones acuíferas.

4.2 Metodología

Las campañas de campo se han organizado en función a dos fases; la primera fase se desarrolló en los meses de noviembre y diciembre; temporada con ausencia de lluvias, y la segunda temporada en los meses de julio y agosto, después de algunos meses de haberse registrado lluvias de poca intensidad. Se seleccionaron 20 puntos de estudio (Ver Figura 1), previo a un reconocimiento de campo e identificación de zonas agrícolas, de los cuales 8 se ubican en la cuenca Talara y 12 en la cuenca Lancones. El método geoelectrico utilizado es Schlumberger, el más utilizado en exploración de agua.

Figura 12. Ubicación de puntos en la zona de estudio

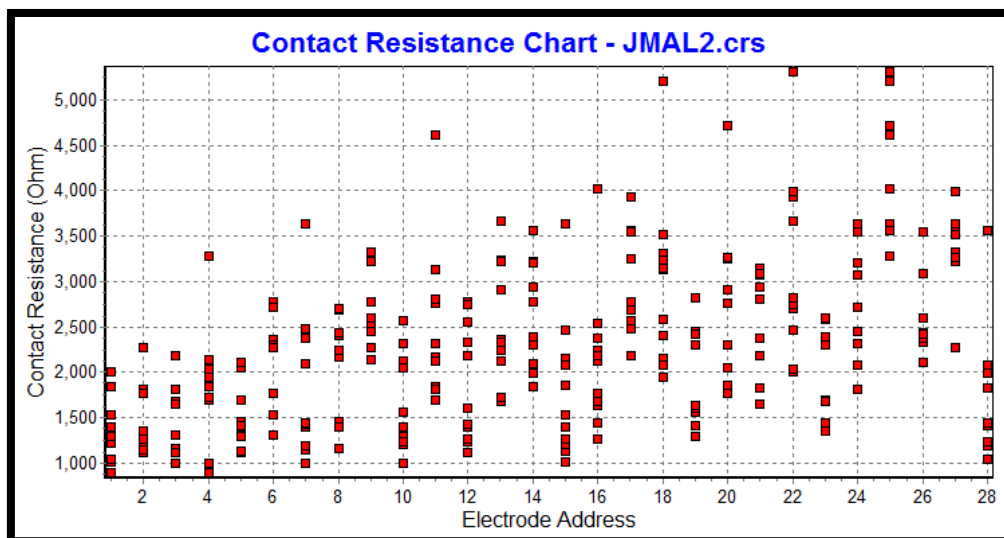


La adquisición de datos se realizó a través de un resistivímetro SuperSting R8, con una distribución de 28 electrodos (ver figura 2), teniendo en cuenta diferentes longitudes y profundidades. El software de procesamiento de datos ha sido EARTHIMAGER 2D, y para la gestión de archivos comandos y descarga de datos se ha utilizado el programa SSADMIN. En primer lugar se obtienen los valores de resistencia (ver Figura 3), que luego se invierten y procesan para obtener los valores de resistividad. El resultado final es la imagen de resistividad 2D, indicando los valores reales del subsuelo, los cuales son luego interpretados con la información geológica e información adicional de la zona (por ejemplo otros sondeos y/o gammagrafías) para obtener perfiles.

Figura 13. Distribución de los electrodos en campo



Figura 14. Valores de resistencia



4.3 Resultados

Se han realizado en total 40 sondeos eléctricos verticales, desarrollándose 2 sondeos por cada punto. El perfil de resistividades varía en función a la distancia a profundidad.

4.3.1 Primera campaña geofísica

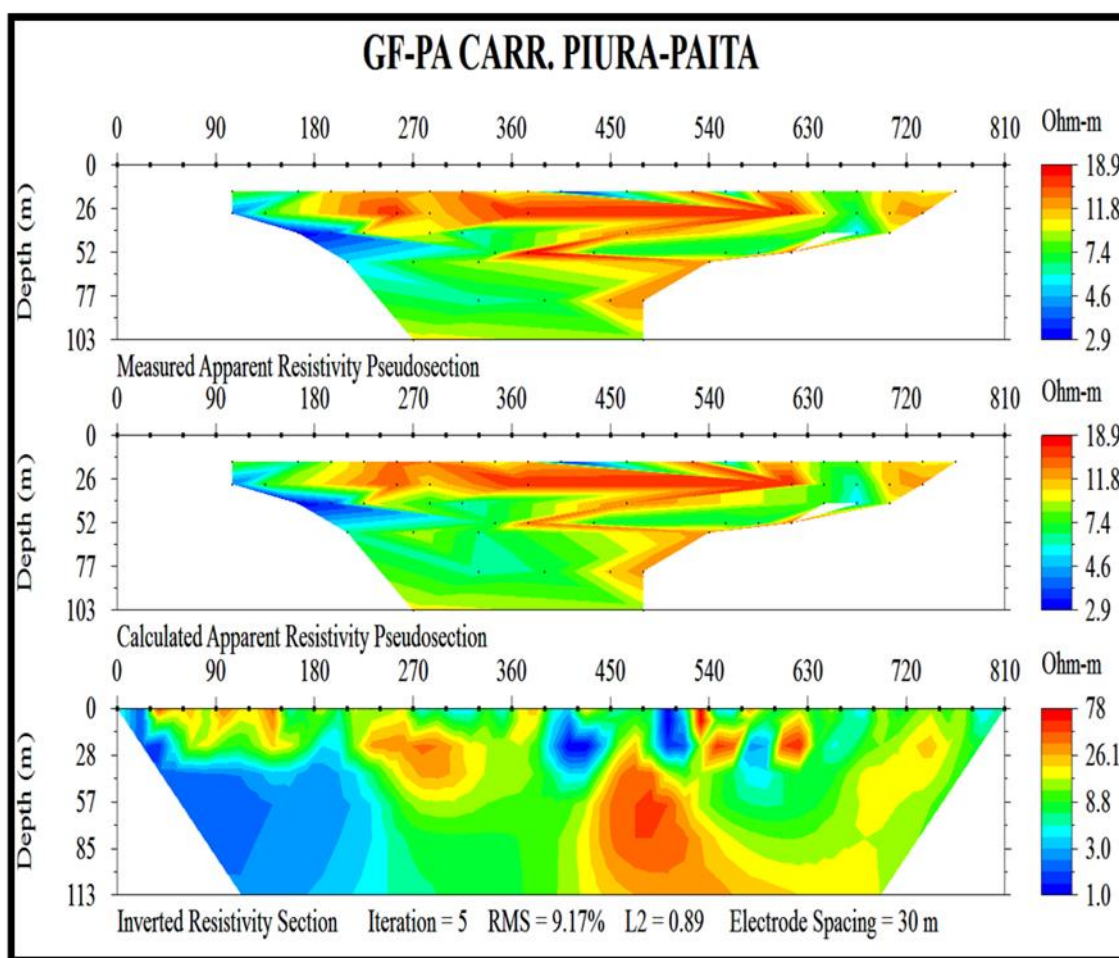
La primera campaña se realizó entre los meses de noviembre y diciembre del 2015, después de muchos meses sin lluvias. Se ubicaron 20 puntos distribuidos en las Cuencas de Talara y Lancones. Los puntos ubicados en el área de la cuenca Talara registran la presencia de mayores espesores de arena de origen eólico, con intercalaciones de limos

y arcillas que originan cambios en los valores de resistividad. A continuación se muestran los resultados obtenidos en tres de los veinte puntos analizados.

Punto A

En la Figura N°4, se tienen los valores de resistividad aparente medida y calcula, y el perfil geoelectrico del punto A, ubicado en la carretera Piura-Paita. Los mayores valores de resistividad de 78 Ohm-m, se presentan cerca de la superficie interpretándose como arenas sueltas sin compactación, a mayor profundidad se ubica una discordancia que puede estar relacionada con remanentes del Tablazo Talara; los colores verdes indican los espesores de arenas limosas, con intercalaciones de arcillas que se presentan con anomalías de color azul y tienen los valores menores de resistividad que van de 1 a 5 Ohm-m.

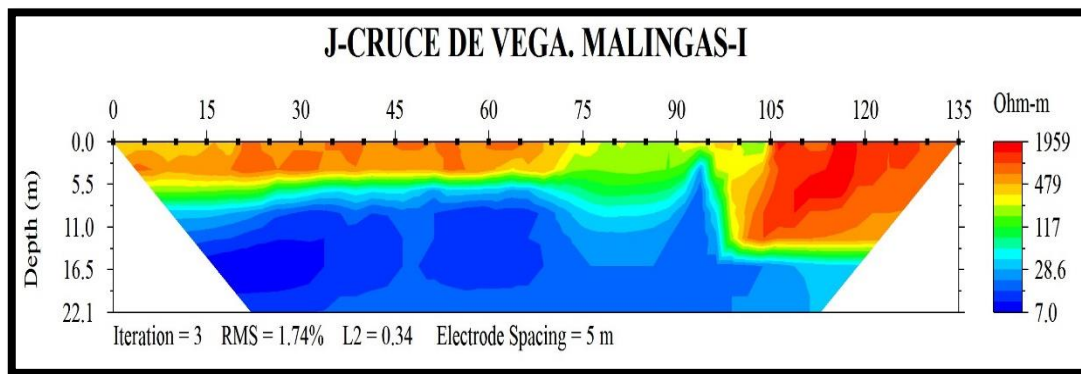
Figura 15. Tomografía geoelectrica del Punto A.



Punto J

En la figura N°5, se obtuvo un perfil de menor profundidad con estratos casi horizontales en el subsuelo, el punto J, se ubica en el sector Malingas y se ubica en la cuenca Lancones, se conforma por depósitos fluvioaluviales con materiales tipo gravas, arenas y limos. Los mayores valores de resistividad se interpretan con la presencia de gravas y arenas semiconsolidadas, los menores valores que se extienden a mayor profundidad con resistividades de 7 a 28 Ohm-m, indican la presencia de materiales saturados de mayor porosidad y permeabilidad.

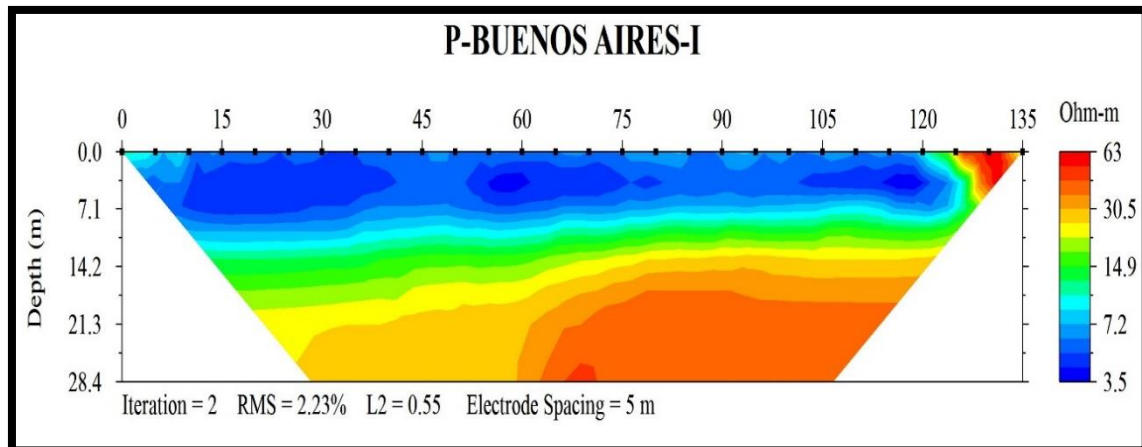
Figura 16. Tomografía geoelectrica del Punto J.



Punto P

El punto P, ubicado en el distrito de Buenos Aires, la geología de la zona se representa por formaciones del paleozoico hasta el cuaternario reciente, la ubicación de los electrodos se desarrolló en áreas de depósitos aluviales, indicando un perfil de horizontes horizontales con altas propiedades de almacenamiento, la capa más cerca de la superficie indica los valores más bajos de resistividad interpretando una mayor saturación de poros que se extiende los 20 metros de profundidad. Esta capa presenta los mayores valores de conductividad en todo el perfil.

Figura 17. Tomografía geoelectrica del Punto A.



4.3.2 Segunda campaña geofísica

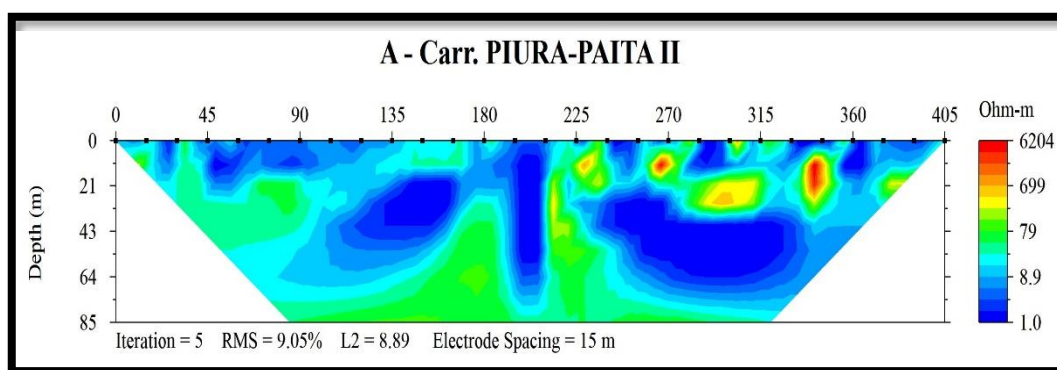
El trabajo de campo se desarrolló durante los meses de julio y agosto; los terrenos se encontraron muy compactos y con presencia de grietas debido a la perdida de humedad y presencia escasa de lluvias. En la mayoría de los puntos se ha utilizado agua para mejorar el paso de la corriente.

A continuación mostramos los resultados obtenidos de tres de los veinte puntos analizados.

Punto A:

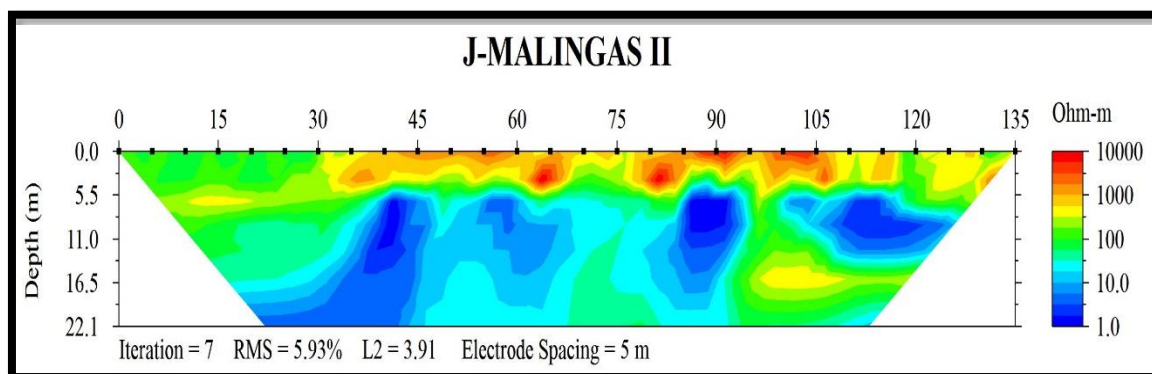
La zona de estudio presenta depósitos eólicos que se encuentran cubriendo parte del tablazo Talara, la aplicación de sondajes se realizó a 200 metros de la carretera Piura – Paita, en áreas pertenecientes a la comunidad de Catacaos. En algunas áreas de la zona es posible encontrar abundante material de calcáreo que ha sido posible su extracción para fines industriales, el relieve constantemente está siendo modelado por la acción del viento que trae diferente tipo de materiales finos y son depositados cerca del lugar.

La distribución de electrodos en el punto A, se ubicaron a menor distancia disminuyendo la profundidad de exploración (85 m.), la imagen de resistividades presenta una mayor intercalacion de arcillas con espesores variables y valores de 1 – 12 Ohm-m.

Figura 18. Tomografía geoelectrica del Punto A II.**Punto J:**

En los últimos años, las áreas de terreno sin cultivar ya fueron ocupadas y se encuentran en producción, a diferencia de otros puntos de estudio que aún se encuentran sin ser cultivadas. Para la ubicación del punto de estudio J, se solicitó permiso para ingresar a una parcela, ubicada a 100 metros de la carretera Tambogrande-Chulucanas, a pocos metros de la quebrada San Francisco. A diferencia del primer estudio, los cables fueron ubicados en sentido vertical, formando una "T". Los cables pasan por canales de regadío; sembríos de mango y plátano.

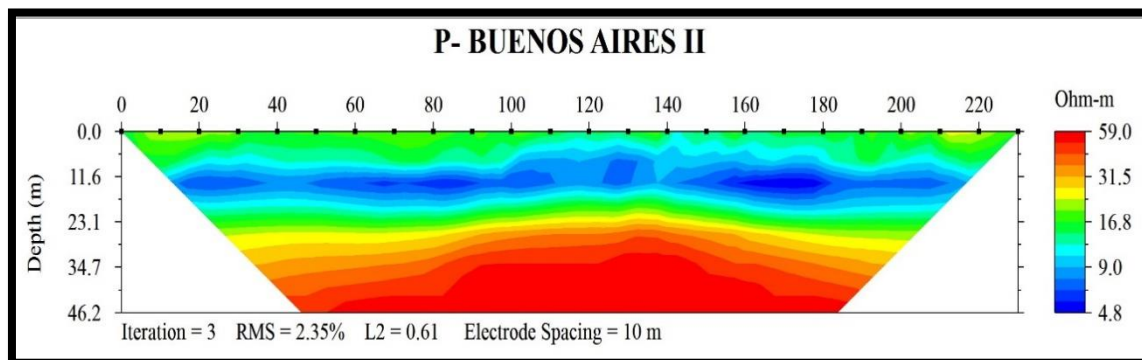
En la figura N°8, la profundidad de estudio es igual a la primera fase, la tomografía geoelectrica presenta anomalías con valores de 1 a 10 Ohm-m. con menor espesor a diferencia del primer sondeo.

Figura 19. Tomografía geoelectrica del Punto J II.

Punto P

En la figura N°9, el perfil geoelectrico presenta mayor profundidad de estudio, la disposición de capas horizontales confirman la presencia de materiales fluvioaluviales con diferentes características físicas, litológicas y químicas.

Figura 20. Tomografía geoelectrica del Punto P II.



5. Conclusiones

Las imágenes de resistividad 2D representan una herramienta importante para la exploración de aguas subterráneas, identificando estructuras y cambios litológicos en profundidad. La interpretación de los resultados se realiza luego del procesamiento de inversión.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el sector de Morropón y Chulucanas se observan los estratos de menor resistividad muy cerca de la superficie a diferencia de los otros sectores de investigación.

Debido a la escasa presencia de lluvias no se pudo obtener una clara variación de la formación acuífera después de un periodo seco y de un periodo lluvioso. Actualmente se ha propuesto al Fincyt realizar una tercera campaña de campo, ya que se ha tenido un periodo de fuertes lluvias en el presente año.

En cada punto de investigación, las imágenes de resistividad muestran valores menores de coloración azul que se pueden correlacionar con estratos de arcillas en el caso de la cuenca Talara, a diferencia del resto de puntos donde se interpretan con la presencia de poros saturados, dando origen a un tipo de acuífero poroso no consolidado.

El uso de métodos geoelectricos junto con el conocimiento geológico de la zona, resulta ser una técnica de menor costo y no destructiva para lograr la identificación y ubicación de estratos acuíferos. La profundidad y precisión de los resultados obtenidos dependerá de la configuración que se emplee, así como de la cantidad y espaciamiento entre electrodos.

Agradecimiento

Este proyecto se realizó con el apoyo de Innóvate Perú a través del proyecto 395-PNICP-PIAP-2014 desarrollado por la Universidad de Piura.

Referencias Bibliográficas

- Auken, E., Pellerin, L., Christensen, N. B., & Sørensen, K. (2006). A survey of current trends in near-surface. *Geophysics*, 71, 206-249.
- Benavent, I., Castillo, W., Farías de Reyes, M., Chávez, A., Távara, C., Alcas, J., & Dunín-Borkowski, M. (2009). Hidrología Isotópica para Optimizar la Gestión de los Recursos. *IAEA-TECDOC-1611*, 160-173.
- Griffiths, D., & Barcker, R. (1993). Two-dimensional resistivity imaging and modelling. *Journal of Applied Geophysics*, 29, 211-226.
- Guzman Martínez, A. (1994). Estudio geodinámico del a Cuenca del Río Piura, *INGEMMET*, Lima.
- Lugo, E., Playa, E., & Rivero, L. (2008). Aplicación de la tomografía eléctrica a la prospección, *Geogaceta*, 44, 223-226.
- Vílchez Mata, M., Luque Poma, G., & Rosado Seminario, M. (2013). *Riesgo Geológico en la Región Piura*, Boletín 52 INGGEMMET, Lima.