

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA PARA LA BÚSQUEDA DE AGUA SUBTERRÁNEA, MONTE DE LA JAGUA, PROVINCIA ESPAILLAT

Laura Villa
Brahian Tineo
Giselle Valverde

Resumen

En esta investigación se evidenció el impacto que han causado los Métodos Geoelectrónicos y que tan eficiente es el método que se eligió para la búsqueda de agua subterránea en Monte de la Jagua Provincia Espailat, tomando en cuenta los estudios previos, dándole validez a lo realizado y mostrando éxito al utilizarlo. El objetivo general de esta investigación fue satisfacer la necesidad de agua en el sector agrario en Monte de la Jagua, para la búsqueda de acuíferos productivos, la misma es debido a la fuerte escasez provocada por el fenómeno el niño. Se utilizó el Método Geoelectrónico: Sondeo Eléctrico Vertical con arreglo Schlumberger, para el procedimiento se diseñó una hoja de campo para registro de datos y gráfica preliminar con valores estándares, y otros como el factor, lectura y resistividad aparente que fueron llenados con las medidas dadas por el equipo. En esta investigación se utilizó en un primer instante el equipo SAS 1000, pero no se alcanzó a obtener los resultados esperados por fallos técnicos, luego se utilizó el Nilson 400 que a pesar de tener menor

potencial eléctrico se pudo hacer un buen trabajo. Los subsuelos estudiados fueron Arcillas Endorreicas Expansivas (Esmectitas), en el área de XVIII estudio el nivel freático se encuentra a 130 pies de profundidad, por lo tanto es un suelo con poca Eléctrico resistividad. En la investigación se comprobó, que el Método Geoelectrico: Sondeo Vertical, debido al equipo utilizado no pudo cumplir con el objetivo planteado, ya que se necesitaba de un equipo con mayor potencial eléctrico que llegara a una profundidad asequible para construir en futuro un pozo tubular con buen caudal de agua. Este método ofrece buen desempeño del trabajo, menos personal, es más asequible al mover los electrodos porque se mueven en una línea recta.

Palabras Claves: Prospección geofísica, agua subterránea, fenómeno meteorológico, recursos hídricos, hidrogeológico, geoelectrica, sondeo eléctrico vertical con arreglo Schlumberger, arcillas endorreicas expansivas, resistividad.

ABSTRACT

This research showed the impact of the Geoelectric Methods and how efficient the method was chosen for the search of groundwater in Monte de la Jagua Provincia Espaillat, taking into account the previous studies, giving validity to what was done and Showing success when using it. The general objective of this research was to satisfy the need for water in the agricultural sector in Monte de la Jagua, for the search of productive aquifers, it is due to the severe shortage caused by the phenomenon the child. The Geoelectric Method: Vertical Electrical Survey with Schlumberger arrangement was used for the procedure, a field sheet was designed for data recording and preliminary graphics with stan-

dard values, and others such as factor, reading and apparent resistivity that were filled with the given measurements By the team. In this investigation was used in a first instant the equipment SAS 1000, but was not obtained to obtain the expected results by technical failures, later it was used the Nilson 400 that in spite of having smaller electrical potential could do a good work. The subsoils studied were Expansive Endorheic Clays (Smectites), in the area of XVIII study the water table is at 130 feet deep, therefore it is a soil with little electrical resistivity. In the investigation it was verified that the Geoelectric Method: Vertical Survey, due to the equipment used could not meet the objective, since it was necessary a equipment with greater electrical potential that would reach an affordable depth to build a tubular well in the future With good flow of water. This method offers good work performance, less personal, is more affordable when moving the electrodes because they move in a straight line.

Key words: Geophysical prospecting, groundwater, meteorological phenomenon, water resources, hydrogeological, geoelectric, vertical electrical sounding with Schlumberger arrangement, expansive endorheic clays, resistivity.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está enfocado en localizar acuíferos productivos para el abastecimiento de agua del poblado Monte de la Jagua que se dedica a la actividad Agrícola y Ganadera. En estos momentos el país fue severamente afectado por el fenómeno meteorológico “El Niño”, el cual ha provocado una sequía extrema generando una continua escasez de los recursos hídri-

cos en la zona. Algunos trabajos de investigación hidrogeológico que anteriormente se han venido realizando se fundamentaban en la ejecución de sondeos mecánicos para conocer de forma directa el potencial presente de agua y la calidad de la misma, gracias a los métodos de prospección geofísica y geoeléctricos que permiten desde la superficie hasta la profundidad estudiar amplias secciones del subsuelo de forma rápida y no destructiva.

Los métodos de prospección geofísica precedentes a la ejecución de los sondeos, permiten tener una comprensión de las diferencias litológicas e hidrogeológicas de la zona. La misma es muy diversa por lo que, en principio, podría resultar complicado elegir el método más conveniente. Sin embargo, teniendo en cuenta que los valores a establecer deben ser tanto geológicos como hidrogeológicos, y dentro de éstos, los pertinentes a la calidad del agua, resulta factible determinar que la prospección más indicada es la resistividad eléctrica.

Monte de la Jagua es un distrito municipal del Municipio de Moca. Está dividida en dos parajes: 1. Monte de la Jagua Abajo y 2. Monte de la Jagua Arriba, localizado en las coordenadas: 335500 E, 2145379 N, con un área de 2.85 km². Con sus límites: al norte XX Estancia Nueva Arriba, al sur Rio Licey, al este Estancia Nueva y Moca y al oeste Cruz de Isalquez. Se encuentra dentro de la unidad de Licey al Medio está estructurada por arcillas endorreicas expansivas muy plásticas (Es-mécticas) frecuentemente calcáreas con intercalaciones subordinadas de siltitas y arenas finas y con desarrollo de vertisuelos negros, la geomorfología son glaciares de pie de monte de origen poligénico, propios de áreas con relieves poco contrastados (Pol Urien, 2007-2010).

El desarrollo de las tecnologías en las últimas décadas ha dado un impulso notable para la búsqueda de agua subterránea debido a la carencia a nivel mundial de este recurso, exigiendo buscar alternativas que puedan satisfacer las necesidades demandadas, una de ellas son los Métodos Geofísicos. Aplicación de la prospección geofísica utilizando el método Schlumberger para la exploración del agua subterránea en Cantón los Magueyes, Colonia Santa Lucía, Municipio de Ahuachapan, este método es más eficiente para la exploración que se desea realizar, permite obtener las variaciones verticales de la resistividad con mayor precisión en el subsuelo sin la necesidad de mucho personal, para lograr desarrollar esta metodología se utilizan cuatro electrodos, 2 de corriente (A y B), 2 de potencial (M y N) y la unidad resistiva (Trasmisor de corriente, receptor), El Cantón Los Magueyes está integrado por cuatro caseríos, Los Magueyes, Santa Lucia, Los bonito y El Vallecito integrados por 16,184 habitantes, cuentan con dos tanques uno de 200mts y otro de 50mts cúbicos, logrando dar más agua para la satisfacción de dicho municipio, se recomienda tener control del uso del agua, la zona de estudio es comprendida mediante 5km cuadrado, realizando 3 pozos a profundidades de 1, 21 y 140mts, con resistividad promedio de 20d.m, 80d.m y 200d.m. (García y otros, 2011).

La localización de aguas subterráneas para el abastecimiento mediante prospección geofísica de resistividades: Acuíferos de interior y costeros (Benito y otros, Sf) Universidad de Burgos, teniendo en cuenta solo acuíferos de interior. La finalidad era localizar formaciones acuíferas, tanto someras (0-40) como a profundidad (110-130 metros), se buscó posibles estaciona-

mientos para ejecutar sondeos de extracción de agua y realizar una investigación de la definición del Karst. La posibilidad de encontrar formaciones acuíferas es alta, debido a la naturaleza detrítica porosa y permeable de los niveles conglomeráticos y areniscosos presentes, mediante tomografía eléctrica se logró encontrar la zona preferente de almacenamiento o concentración de agua, también la localización de agua asociada a fracturas en macizos rocosos, ésta técnica resultó eficaz, rápida y económica.

Otra alternativa no tradicional en caso de no utilizar sondeo eléctrico vertical debido que el terreno no es factible de usarse por factores de espacio y terreno quebrado, donde el agua pueda enviar una señal desde la profundidad sin atizarla con la inyección de energía desde la superficie. Los tres métodos son: Magnética, Potencial Espontáneo, con capacidad de penetración mayor de un kilómetro y Prospección Electromagnética (VLF) (muy baja frecuencia E.M., con un transmisor lejano), está limitada a unos 200mts., como máximo, pero su habilidad de detectar y determinar el echado de fracturas le permite usarse a mayores profundidades por proyección geológica. Son rápidos, portátiles, requieren de poco personal, su afectación por topografía, aunque variable, es menor que la de métodos eléctricos tradicionales. Se utilizó en la exploración para pórfidos cupríferos, tuvo un éxito muy importante en el estudio de agua geotérmica, aunque después dejó de usarse lo que indica que de los 3 solo uno dio resultado (Randall, Sf).

En la provincia de Sancti Spiritus, Municipio de Trinidad se implementó la geofísica aplicada a la búsqueda de agua subterránea en depósitos aluviales, caso

de estudio arenas algaba con los métodos de sondeo eléctrico vertical, imágenes eléctricas y resistivimetría (Jiménez y Rodríguez, 2013) se aplicaron los métodos geofísicos tanto de superficie como de pozo en dicha zona con el objetivo de buscar una fuente de suministro con la calidad y cantidad de agua suficiente para el abastecimiento en la zona turística. Estos estudios fueron realizados a raíz del crecimiento demográfico, se realizaron 7 perfiles, los cuales poseían una distancia variable, siempre cercana a los 1800 m., para un total de 34 tomografías. Los resultados de la investigación geofísica permitieron esclarecer las características y los parámetros hidrogeológicos.

El estudio de factibilidad hidrogeológica en la porción sur-oriente de la ciudad de San Juan del río del Querétaro, aplicando los métodos electromagnéticos realizado por el Ingeniero Geofísico (Castillo, Sf) con el propósito de definir si el área tiene la capacidad de proveer agua para sustentar las necesidades de 5,000 personas. Se realizaron 11 sondeos electromagnéticos a una profundidad mínima de 600 m o hasta atravesar la unidad geoelectrica, estos sondeos se ejecutaron con el mismo equipo, ocho con bobinas de 300x300m y tres con bobinas de 200x200m, para investigar a una profundidad del orden de los 500 m. en las zonas aledañas Palmillas, Soledad del Río, El Rodeo, Magdalena de Dolores Godoy, Paso de Mata y Santa Gertrudis. La profundidad de perforación citada anteriormente es recomendada para garantizar la vida útil del pozo por los próximos 30 años, la unidad hidrogeológica, el caudal mínimo esperado de esta unidad es de los 15 lps, suficientes para satisfacer las necesidades de una población de 5,000 habitantes.

METODOLOGÍA

Para realizar el levantamiento geofísico se utilizaron los siguientes instrumentos y equipos:

EQUIPO	
Cantidad	Descripción
1	Nilsson Model 400 (4-Pin Soil Resistance Meter)
2	Carretes de corriente de 150 mts
2	Carretes de corriente de 75 mts
2	Cintas métricas de 80 mts
1	Cintas métricas de 60 mts
4	Conectores
15	Electrodos
2	Mandarrias
1	Brújula
1	Vara
1	GPS
1	Tela señalizador
1	Voltímetro
Sombrilla, Tape, Spray, Machete, Lápiz, Papel	

Tabla 2. Hoja de campo para registro de datos y grafica preliminar

Hoja: Coordenadas:

Proyecto: Operador:

Ubicación: Fecha:

Coefficiente geométrico

$$K = \pi \left[\frac{b(b+a)}{a} \right]. \quad a = MN, \quad b = AM=BN$$

No. Lectura	MN/2	AB/2	K	Lect.	Fact.	Resist. Apa. (ohm)	Prof (m)
1	0.25		1.25	9.42		0.63	
2	0.25		2.00	24.74		1.00	
3	0.25		2.75	47.12		1.38	
4	0.25		3.50	76.58		1.75	
5	0.25		4.25	113.10		2.13	
6	0.25		5.00	156.69		2.50	
7	1.00		5.00	37.70		2.50	
8	1.00		8.00	98.96		4.00	
9	1.00		11.00	188.50		5.50	
10	1.00		14.00	306.31		7.00	
11	1.00		17.00	452.39		8.50	
12	1.00		20.00	626.75		10.00	
13	4.00		20.00	150.80		10.00	
14	4.00		32.00	395.84		16.00	
15	4.00		44.00	753.98		22.00	
16	4.00		56.00	1225.22		28.00	
17	4.00		68.00	1809.56		34.00	
18	4.00		80.00	2507.00		40.00	

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

El día martes 10 de mayo del 2016 se inició con una visita técnica preliminar en Monte de la Jagua con el objetivo de conocer la zona, saber su ubicación y como se llega, observando los posibles terrenos donde se pueda realizar el estudio e interactuando con los residentes de la zona que tienen contruidos los pozos tubulares. Luego se realizó un mapa topográfico, geo-referenciando los puntos, con el propósito de tener

más asequible la ubicación precisa de los acuíferos. La siguiente visita técnica preliminar efectuada el día 08 de Junio del 2016 se procedió a la ejecución de medir la resistividad eléctrica del terreno con los instrumentos mencionados anteriormente, siguiendo un sinnúmero de pasos, los cuales son:

1. Se debe tomar en cuenta trabajar paralelo a las montañas .2. Se acondicionó el terreno. 3. Se utilizó la brújula Brunton para indicar la dirección de una línea recta. 4. Luego de saber la dirección a seguir se utilizó una vara con una cinta de color visible y un spray indicando hasta qué punto se pudo observar con la brújula 5. Se midió el terreno con cintas métricas para medir el terreno. 6. Se seleccionó distancias de 136 Mts en total, para trabajar en el área, a 68 Mts de ambos lados, la misma se eligió dependiendo de las condiciones del terreno. 7. Se colocaron los electrodos a diferentes distancias con respecto a una tabla estándar, teniendo buen contacto con el suelo. Se procedió a la medición con el instrumento, conectando los cables del mismo en los electrodos. 8. Al final se registraron en las hojas preliminares las medidas proporcionada por el equipo, para el control de las mismas fue manipulado por un ayudante, moviendo el control de balance y el interruptor de la gama brindando la lectura y factor.

MEDICIÓN DE CAMPO

Para la medición de la resistividad en el campo se utilizó el instrumento NILSON 400, el mismo incluye una fuente generadora y detectora de corriente de onda cuadrada de frecuencia de 97 Hz (no industrial) siendo por lo tanto inmune a los campos eléctricos de corriente alterna o continua que normalmente pueden

presentarse en el campo o la ciudad. El equipo inyecta en el terreno una corriente y mide con buen grado de precisión la tensión generada en dicho terreno, de esta manera, conociendo la magnitud de la corriente inyectada y midiendo el valor de la tensión generada, puede obtenerse a resistencia eléctrica como el valor registrado por el equipo, y, finalmente para determinar la resistividad eléctrica se realiza un cálculo indirecto, multiplicando los valores de resistencia por una constante.

El mismo para ser utilizado se realizó con arreglo Schlumberger que es un dispositivo simétrico que debe cumplir con la condición de que la distancia que separa a AB debe ser mayor o igual que 5MN, requiriendo para su puesta en funcionamiento un operador, tres o cuatro ayudantes para mover los electrodos. Luego de establecer la ubicación del sondeo, la dirección de sus alas e instalar el instrumental de medición en el centro, se colocan los 4 electrodos (A M N B) de acuerdo al dispositivo, 2-electrodos nombrados potenciales o detectores (MN) de color rojo, en este caso se mantienen constantes cada 6 lecturas, los primeros 6 con una distancia de 0.25 metro, del 7 al 12 a 1.00 metro de distancia y de 13 a 19 con una distancia de 4.00 metros, y 2-electrodos inyectores de corriente (AB), las mediciones se realizan cambiando las distancias de los electrodos exteriores a partir de los electrodos centrales.

Este instrumento permitió obtener información para caracterizar los materiales que componen el terreno, mediante el espaciamiento de los electrodos en función de su posición y distancia. La profundidad a la que se realizaron los sondeos fueron en base de la separación AB, se llegó a dos profundidades debido a la poca resistividad que tenían estos terrenos, en el

primer terreno las berenjenas se llegó a los 44 Mts y un segundo terreno, los plátanos a 20 Mts., un aspecto importante para este estudio, fue mantener un voltaje bastante elevado para la obtención de las medidas en las áreas seleccionadas, reduciéndolo en función de la resistividad de los materiales del terreno. En este caso el aparato no poseía suficiente electricidad para continuar como se tenía planteado porque el terreno estudiado está compuesto de arcillas y las arcillas son muy resistivas ante el paso de la corriente.



Figura 1. Diagrama Schlumberger para medición de resistividad en el campo

Pesentación de los Resultados

El presente capítulo tiene el objetivo de mostrar detalladamente los resultados que se obtuvieron a través de la investigación realizada con ayuda del equipo Nilsson 400, para la lectura de las resistividades se seleccionó el método Schlumberger que consiste en hacer circular una corriente entre los terminales C1 a C2 (AB) y por consecuencia aparece una diferencia de potencial entre los terminales P1 y P2 (MN).

Presentación de datos

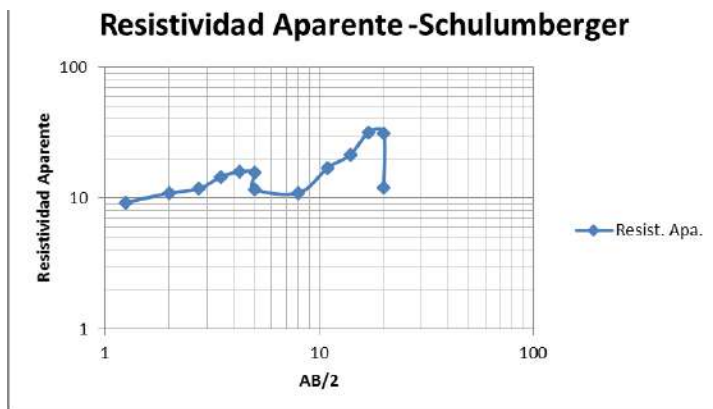
Tabla 3. Sondeo #1 y Gráfico Preliminar

Pto	MN/2	AB/2	K	Lect.	Fact.	Resist. Apa. (ohm)	Prof (m)
1	0.25	1.25	9.42	10.60	0.1	9.9852	0.63
2	0.25	2.00	24.74	5.00	0.1	12.37	1.00
3	0.25	2.75	47.12	2.80	0.1	13.193	1.38
4	0.25	3.50	76.58	2.00	0.1	15.316	1.75
5	0.25	4.25	113.10	1.60	0.1	18.096	2.13
6	0.25	5.00	156.69	1.20	0.1	18.802	2.50
7	1.00	5.00	37.70	2.90	0.1	10.933	2.50
8	1.00	8.00	98.96	1.60	0.1	15.833	4.00
9	1.00	11.00	188.50	0.90	0.1	16.965	5.50
10	1.00	14.00	306.31	0.80	0.1	24.504	7.00
11	1.00	17.00	452.39	0.90	0.1	40.715	8.50
12	1.00	20.00	626.75	0.50	0.1	31.337	10.0
13	4.00	20.00	150.80	0.90	0.1	13.572	10.0
14	4.00	32.00	395.84	0.60	0.1	23.750	16.0
15	4.00	44.00	753.98	0.50	0.1	37.699	22.0

Según los datos presentados en la tabla anterior se observa que el instrumento solo pudo alcanzar 15 lecturas llegando a los 22 mts de profundidad, y en AB/2 44 mts que es la distancia máxima que alcanzaron los electrodos, donde la mayor lectura de resistividad aparente 0 fue de 40.7151 a los 8.50 mts de profundidad.

Tabla 4. Sondeo #2 y Gráfico Preliminar**Hoja:** SONDEO #2 **Coordenadas:** 334060 E; 2143621 N**Proyecto:** Terreno Reina (Los Plátanos) **Operador:** LABRAG1**Ubicación:** Monte de la Jagua Abajo **Fecha:** 8/6/16

Pto	MN/2	AB/2	K	Lect.	Fact.	Resist. Apa. (ohm)	Prof (m)
1	0.25	1.25	9.42	9.80	0.1	9.2316	0.63
2	0.25	2.00	24.74	4.40	0.1	10.8856	1.00
3	0.25	2.75	47.12	2.50	0.1	11.78	1.38
4	0.25	3.50	76.58	1.90	0.1	14.5502	1.75
5	0.25	4.25	113.10	1.40	0.1	15.834	2.13
6	0.25	5.00	156.69	1.00	0.1	15.669	2.50
7	1.00	5.00	37.70	3.10	0.1	11.687	2.50
8	1.00	8.00	98.96	1.10	0.1	10.8856	4.00
9	1.00	11.00	188.50	0.90	0.1	16.965	5.50
10	1.00	14.00	306.31	0.70	0.1	21.4417	7.00
11	1.00	17.00	452.39	0.70	0.1	31.6673	8.50
12	1.00	20.00	626.75	0.50	0.1	31.3375	10.00
13	4.00	20.00	150.80	0.80	0.1	12.064	10.00



Según los datos presentados en la tabla anterior se observa que el instrumento solo pudo alcanzar 13 lecturas llegando hasta los 10 mts de profundidad, y en AB/2 20 mts que es la distancia máxima que alcanzaron los electrodos, donde la mayor lectura de resistividad aparente fue de 31.6673 a los 8.50 mts de profundidad.

Análisis y Discusión de los Resultados

Los resultados de las resistividades de los sondeos realizados en Monte de la Jagua son los siguientes: Tanto en el primer sondeo (las berenjenas) tabla #1, como en el segundo sondeo (los plátanos de Reina) tabla #2, las resistividades aparentes fueron muy bajas, lo que determina que son acuíferos de muy baja producción de agua. La litología que contiene son arcillas endorreicas expansivas (Esmécticas), (Auge, 2008) plantea que estas tienen resistividades de cero, (tabla #5), dándole validez a los resultados obtenidos.

¿Cómo interpretar la resistencia de los materiales al paso de la electricidad con la ayuda del método geofísico?

Se interpretó mediante la ayuda de la prospección geofísica sondeo eléctrico vertical, la cual es un método de exploración indirecta que inyecta corriente al subsuelo donde los resultados van a depender de la litología que compone al mismo. Se utilizó el aparato Nilson 400 con arreglo Schlumberger, que cuenta con factores estándares, se escribieron los valores dados por el aparato a medida que se van moviendo los electrodos de corriente representados en la tabla como factor y lectura que al multiplicarlo con la constante K

nos da la resistividad aparente, se envían a una tabla de excel y la misma muestra una curva.

¿A qué profundidad se puede localizar el nivel freático, considerando la aplicación del método?

En el primer sondeo (La Berenjena), no se pudo localizar el nivel freático debido a que la abertura máxima de AB/2 fue de 44 mts. de distancia y 22 mts de profundidad. En el segundo sondeo (Los Plátanos), tampoco se pudo localizar el nivel freático debido a que la abertura máxima de AB/2 fue de 22 mtss de distancia y 10 mts de profundidad.

¿Cuáles áreas presentan las condiciones geológicas para desarrollar una campaña de perforación de pozos para captación?

Dentro de los resultados obtenidos en las áreas estudiadas, no se determinaron áreas con condiciones geológicas donde se pueda realizar campañas de perforación de pozos para la captación de aguas subterráneas.

CONCLUSIONES

Al realizar este levantamiento geofísico en la zona de estudio, se determinó por medio de los modelos obtenidos de Microsoft Excel 2010, las profundidades en los 2 sondeos realizados estuvieron entre 22 y 10m, comparándolo con los pozos existentes (Tabla 6) confirmó que los resultados están fuera de los rangos esperados. Se logró determinar la posible litología de la zona (Figura 3,4) dando como resultado que es una

capa de arcillas endorreicas expansivas (Esméctitas), lo cual hace que el terreno sea poco resistivo ante el paso de la corriente. El aparato Nilson 400 ayudó a la recopilación de datos en el campo, a la medición de resistividad de los terrenos, pero no tuvo la capacidad de inyectar la corriente necesaria para localizar el nivel freático.

Se determinó que si se llega a 100m de profundidad se podrían localizar acuíferos de muy baja producción de agua con caudales que oscilan entre 5 y 50 galones por minuto no aptos para la agricultura. Se utilizó el método Schlumberger porque se necesita menos personal, mayor rango de lectura y requiere menor tiempo de ejecución.

Se espera, que esta investigación sirva de utilidad a los habitantes de Monte de la Jagua y que en coordinación con otras instituciones puedan lograr la construcción de pozos tubulares exitosos. Cuando se requiera de la realización de perforación de pozos para agua subterránea es recomendable realizar un estudio mediante prospección geofísica, específicamente usando métodos geoléctricos, porque permiten determinar con mayor cercanía la profundidad del nivel freático, proporcionando una mejor información del área a perforar, reduciendo el riesgo de realizar perforaciones con un elevado costo económico.

Referencias

Abad. (2014). scribd. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/54130836/Registro-de-Potencial-Espontaneo#scribd>

- Almonte. (7 de Abril de 2014). Vanguardia del pueblo. Obtenido de <http://vanguardiadelpueblo.do/2014/04/07/el-agua-y-su-regimen-legal-en-la-republica-dominicana-ii/>
- Benito. (Sf). La Localización de aguas subterráneas para el abastecimiento mediante prospección geofísica de resistividades: Acuíferos de interior y costeros. Burgos.
- BIBLIOGRAPHY Bernardo. (21 de Mayo de 2014). Think Big. Obtenido de <http://blogthinkbig.com/experimentos-magnetismo/>
- Castillo. (Sf). Estudio de factibilidad hidrogeológica en la porción sur oriente de la ciudad de san juan del rio del Querétaro, aplicando los métodos electromagnéticos. San juan del rio del Querétaro.
- Coro. (13 de Octubre de 2009). Scrib. Obtenido de <http://proyectofactible6.blogspot.com/>
- Cortes. (2014). Análisis de los contenidos sobre “permeabilidad” en los libros de texto de Educación Primaria (Vol. 5). zaragosa: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.
- EFE, A. (12 de Mayo de 2015). webs de EFE. Obtenido de <http://www.efe.com/efe/america/sociedad/republica-dominicana-sufre-su-peor-sequia-en-20-anos/20000013-2610719>
- Eptisa. (2004). Informe de la unidad hidrogeológica del valle del Cibao. República Dominicana.
- FAO. (24 de Septiembre de 2013). Obtenido de <http://www.fao.org/home/es/34>
- Galvez. (2011). Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico. Peru.

- Garcia. (2012). SlideShare. Obtenido de <http://es.slideshare.net/nachoHL/resistencia-y-resistividad>
- Geofísica, A. (2007). www.alhgeofisica.com.ar. Obtenido de <http://www.alhgeofisica.com.ar/sondeoelectri-covertical.html>
- Gomez. (2013). SlideShare. Obtenido de <http://es.slideshare.net/andres452/instrumentacion-transmisores>
- Gonzalez. (06 de Febrero de 2012). Obtenido de http://www2.etcg.upc.edu/asg/engeol/pdf_files/1.2aluvial_txt.pdf
- Heininge. (04 de Octubre de 2013).
- Jaquez. (3 de Diciembre de 2015). 3 diario 3. Obtenido de <http://diariode3.com/sequia-reduce-dos-metros-cubicos-nivel-embalses/>
- Jimenez. (2013). geofísica aplicada a la búsqueda de agua subterránea en depósitos aluviales, caso de estudio arenas algaba. Cuba.
- Muñoz. (2011). Aplicación de la Prospección Geofísica utilizando el Método Schlumberger para la Exploración del Agua Subterránea en Cantón los Magueyes, Colonia Santa Lucia, Municipio de Ahuachapan. San Salvador. 35
- Orosco. (5 de Abril de 2011). Conceptosdedefinicion.de. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/suelo/>
- Paz. (29 de Marzo de 2015). ADTECH. Obtenido de <http://www.latercera.com/noticia/mundo/2015/03/678-623056-9-los-paises-que-desafian-la-sequia.shtml/>
- Ramirez. (Jueves 15, de Septiembre de 2011). Plantilla Simple. Con la tecnología de Blogger. Obtenido de <http://xcaretramirez.blogspot.com/2011/09/me-todos-geofisicos-aplicados-la-mineria.html>

- Randall. (Sf). Métodos alternos de geofísica en la búsqueda de agua subterránea. (Vol. 2). Mexico: Dom. Mineral de Valenciana
- Rojas. (06 de Junio de 2001). INVESTIGACION. Obtenido de <http://www.rojasyasociados.com/wp-content/uploads/2010/06/Los-porfidos-de-cobre-en-la-Republica-Argentina.-Latinomineria.-Enero-2001.pdf>
- Rodríguez. (Miércoles 20 de Marzo de 2013). Los Mocanos. Obtenido de <http://www.losmocanos.com/web/locales/21986-ing-rafael-martinez-pone-en-funcionamiento-generator-electrico-en-monte-de-la-jagua>
- Santos. (2010). SlideShare. Obtenido de <http://es.slideshare.net/FRANKFLORESRUBINA/prospeccion-geofisica-metodos> 36
- Urien (, P. (2006-2010). Mapa geológico de la república dominicana escala 1:50.000 Santiago de los caballos (6074-ii). Republica Dpminicana.
- Urien, P. (Diciembre de 2007-20010). Mapa Geológico de Santiago de los Caballeros (6074-II). República Dominicana.
- Vasquez. (03 de Junio de 2013). Uciencia. Obtenido de <http://uciencia.uma.es/Banco-de-Imagenes/Ciencia/Rocas-Sedimentaria-Arenitas.-Arenisca>
- Weinzettel. (2009). Utilización de tomografía eléctrica con distintas configuraciones y espaciamentos electrónicos para la caracterización de la zona no saturada. Barcelona