

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
UEN DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO
ÁREA FUNCIONAL DE HIDROGEOLOGÍA**



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO:

**DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN BACTERIOLÓGICA DEL
POZO PARACITO (14-02) EN SANTO DOMINGO, HEREDIA**

Elaboró

**JOSE MANUEL
JIMENEZ MURILLO
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por JOSE
MANUEL JIMENEZ MURILLO
(FIRMA)
Fecha: 2020.06.30 09:11:27 -06'00'

Geól. José Manuel Jiménez
Área Funcional de Hidrogeología



Firmado
digitalmente por
VIVIANA RAMOS
SANCHEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.06.30
09:19:03 -06'00'

Revisó y avaló: MSc. Viviana Ramos Sánchez
Dirección UEN Gestión Ambiental

Junio, 2020



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL
REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, **Eric Alonso Bogantes Cabezas**

N° Cédula: 5-251-0327

Dependencia: **Gerencia General**

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC).

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: gerenciageneral@aya.go.cr N° Teléfono: 2242-5090



Firmado digitalmente
por ERIC ALONSO
BOGANTES CABEZAS
(FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
17:21:24 -06'00'

Firma: _____

Índice de contenido

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1. Objetivo del informe..... | 4 |
| 1.1.1. Objetivo General | 4 |
| 1.1.2. Objetivos Específicos | 4 |
| 1.2. Ubicación cartográfica y contextual | 4 |
| 2. GEOLOGÍA REGIONAL | 6 |
| 2.1. Complejo Zurquí..... | 6 |
| 2.1.1. Miembro Distal y Lahares | 8 |
| 2.2. Formación Colima (Miembro Superior) | 8 |
| 2.3. Formación Tiribí | 8 |
| 2.4. Formación Lavina | 9 |
| 2.5. Formación Barva..... | 9 |
| 2.5.1. Miembro San Isidro..... | 9 |
| 2.5.2. Unidad Coluvios y lahares..... | 10 |
| 3. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO | 10 |
| 4. PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO | 14 |
| 4.1. Conductividad hidráulica en la zona no saturada..... | 14 |
| 4.2. Conductividad hidráulica en la zona saturada | 14 |
| 5. TIEMPO DE TRANSITO DE CONTAMINANTES..... | 15 |
| 5.1. Zona no saturada..... | 15 |
| 5.2. Zona saturada | 16 |
| 6. CALCULO DE LAS ZONAS DE CAPTURA | 16 |
| 6.1. Radio fijo | 16 |
| 6.2. Ecuación de Darcy..... | 17 |
| 7. ÁREA ESPECIAL DE PROTECCIÓN ABSOLUTA..... | 18 |
| 7.1. Zona operacional y de protección absoluta..... | 18 |
| 7.2. Zona de protección absoluta bacteriológica..... | 18 |
| 8. VULNERABILIDAD EN LA ZONA DE PROTECCIÓN INMEDIATA..... | 18 |
| 9. CONCLUSIONES | 21 |
| 10. REFERENCIAS..... | 22 |
| Anexo 1: Memorando UEN-PyD-GAM-2020-00211..... | 25 |
| Anexo 2: Reporte de perforación pozo Paracito (14-02)..... | 27 |

| | |
|--|----|
| Anexo 3: Inventario de pozos alrededores del área de estudio | 28 |
| Anexo 4: Informes de perforación | 30 |
| Anexo 5: Análisis de prueba de bombeo en pozo Paracito (14-02) | 31 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Mapa de ubicación del área en estudio..... | 5 |
| Figura 2: Mapa geológico del área de estudio. Tomado de FUNDEVI (2004). | 7 |
| Figura 3: Mapa de ubicación de pozos cerca de la fuente en estudio. | 11 |
| Figura 4: Perfil hidrogeológico A-B | 12 |
| Figura 5: Curvas isofreáticas en la zona de estudio | 13 |
| Figura 6: Zona de protección del pozo en estudio. | 19 |
| Figura 7: Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de la fuente en estudio..... | 20 |

Índice de cuadro

| | |
|---|----|
| Cuadro 1: Información general de la fuente en estudio..... | 4 |
| Cuadro 2: Resultados de las pruebas de infiltración..... | 14 |
| Cuadro 3: Parámetros hidráulicos de los pozos. | 15 |
| Cuadro 4: Tiempo de transito de contaminantes en la zona no saturada para la fuente analizada. | 16 |
| Cuadro 5: Distancia horizontal mínima para la protección de la fuente..... | 16 |
| Cuadro 6: Radio fijo de protección para la fuente analizada. | 17 |
| Cuadro 7: Ancho de la zona de captura calculada a partir de la ecuación de Darcy. | 17 |
| Cuadro 8: Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de la fuente analizada. | 21 |

REVALORACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN BACTERIOLÓGICA DEL POZO PARACITO (14-02) EN SANTO DOMINGO, HEREDIA

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realiza en atención a la solicitud por parte de la UEN Producción y Distribución GAM, mediante oficio UEN-PyD-GAM-2020-00211 del 12 de mayo del 2020 (Anexo 1), donde se solicita a la Dirección UEN-GA validar el estudio realizado según oficio SB-AID-GA-2015-32, con el objetivo de identificar la zona de protección absoluta del pozo.

Debido al cambio de metodologías se procede a recalculer la delimitación de la zona de protección bacteriológica del pozo Paracito (14-02).

1.1. Objetivo del informe

1.1.1. Objetivo General

Definir el área especial de protección absoluta (bacteriológica) del pozo Paracito (14-02) en Santo Domingo, Heredia.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Efectuar un diagnóstico hidrogeológico del entorno en el que se ubica el pozo en estudio.
- Determinar el tiempo de tránsito de contaminantes patógenos en el medio acuífero que capta el pozo y aplicaciones de metodologías legales para la determinación de la zona de protección.
- Definir geográficamente el área correspondiente a la zona de protección del pozo.

1.2. Ubicación cartográfica y contextual

El pozo en estudio se ubica en las coordenadas 219,692 N y 533, 237 E Lambert Norte, en la Hoja Cartográfica Abra, escala 1:50 000 del Instituto Geográfico Nacional. Este pozo se ubica a 400 m al noroeste del centro de Paracito (Figura 1). En la Fotografía 1, se observa el estado del pozo Paracito (14-02) el cual actualmente no se encuentra en operación, mientras que la información relevante de este se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Información general de la fuente en estudio.

| Nombre | Lambert Norte | | Q (l/s) * | NE (m)** |
|------------------|---------------|----------|-----------|----------|
| | Latitud | Longitud | | |
| Paracito (14-02) | 219,692 | 533,237 | 10 | 91,69 |

*Caudal recomendado por la UEN- AP según la prueba de bombeo realizada en el pozo (Anexo 2).

**Nivel estático medido el día 18 de mayo del 2020.

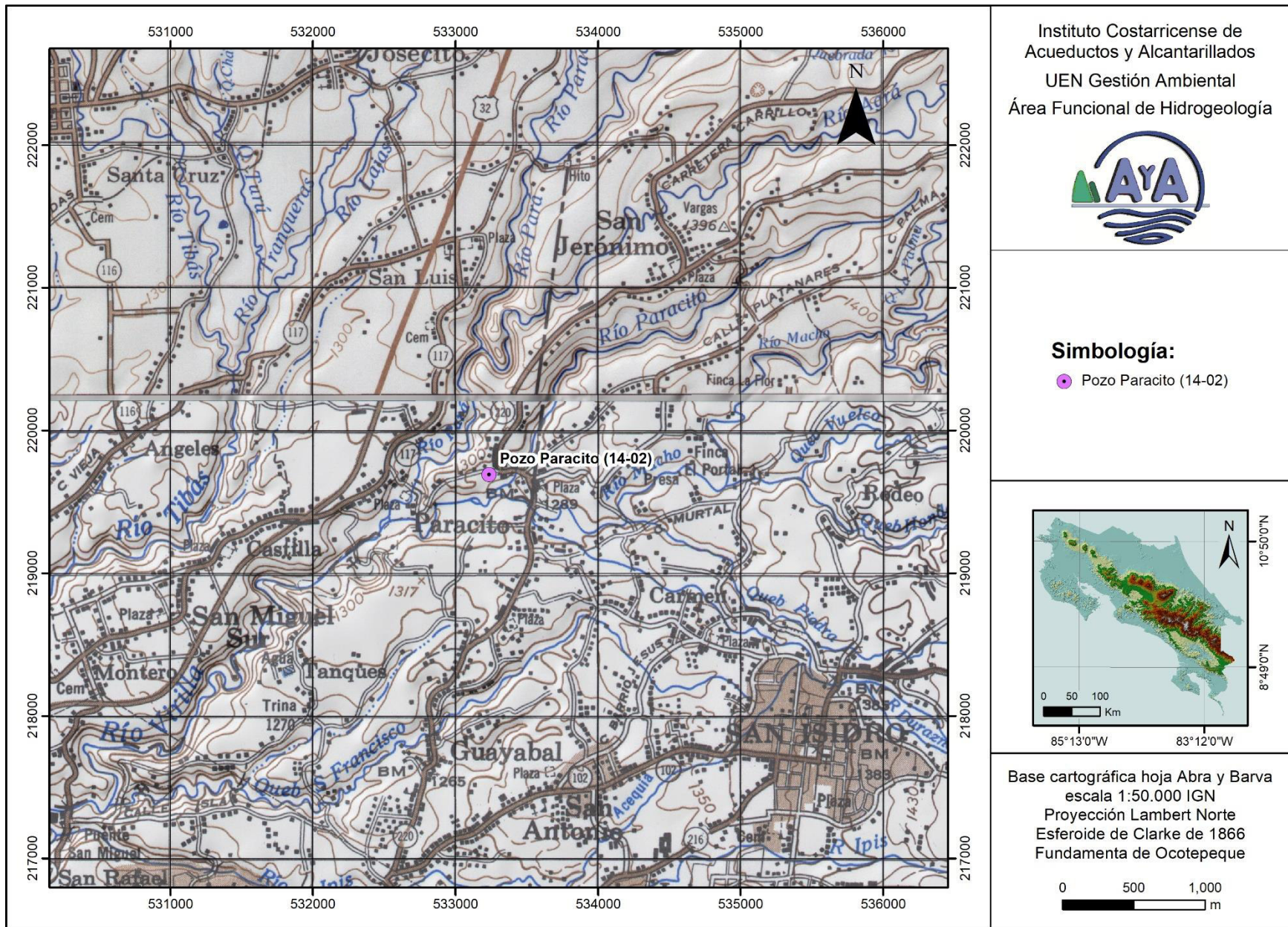


Figura 1: Mapa de ubicación del área en estudio.



Fotografía 1: Ubicación del pozo Paracito (14-02). Coordenadas 219,692 N y 533,237 E (proyección Lambert Costa Rica Norte).

2. GEOLOGÍA REGIONAL

Dentro de la información de carácter regional sobre el tipo de materiales geológicos que se encuentran en la zona de estudio, se reconocen siete unidades diferentes: Complejo Zurquí, Miembro Superior (Fm. Colima), Formación Tiribi, Formación Lavina, Miembro Lavas Turales (Fm. Barva), Miembro San Isidro (Fm. Barva) y la Unidad Coluvio y Lahares. La distribución geográfica de estas unidades se puede observar en la Figura 2.

2.1. Complejo Zurquí

Este conjunto situado al Sureste del Volcán Barba incluye una serie de cerros de origen volcánico que parecen haber sido importantes focos de emisión antigua. Están formados por diferentes flujos lávicos superpuestos entre sí y separados por piroclastos, autobrechas, lahares, tobas y surge, además cortados por diques hipoabisales de composición basalto olivino (Alvarado 1984, BGS-SENARA 1985, Ramirez *et al.* 1988, Denyer *et al.* 1994 y Alvarado 2000).

Según FUNDEVI (2004) en el flanco Pacífico de estos cerros se pueden reconocer diferentes unidades que componen estos cerros. Sin embargo, cercano al área de estudio se reconoce principalmente la unidad Miembro Distal y Lahares.

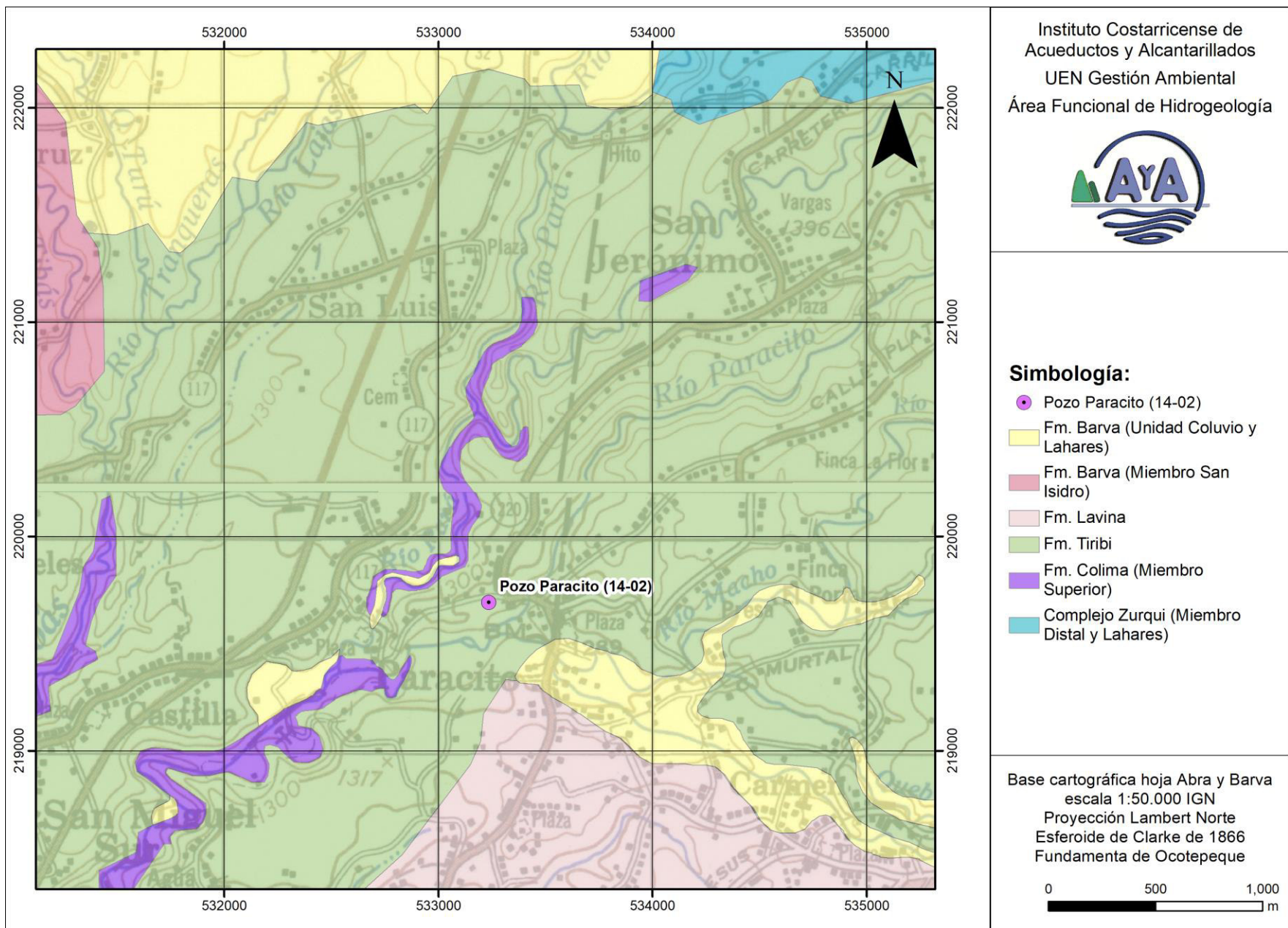


Figura 2: Mapa geológico del área de estudio. Tomado de FUNDEVI (2004).

2.1.1. Miembro Distal y Lahares

Según describe FUNDEVI (2004) estos depósitos son las rocas que se encuentran en las facies medias a distales de los cerros del Zurquí, y en particular sobreyaciendo (y laterales) a los miembros Zurquí y Tibás. Son principalmente lahares, brechas polimícticas multicolores y tobas, aunque hay algunas lavas interdigitadas. Hacia el sur está sobreyacido por coluvio-aluviones y por la Formación Tiribí. Afloran en las partes medias de los ríos Lajas, Tranqueras, Paracito y adyacentes. La secuencia media alta del río Lajas se sugiere como estratotipo, y el espesor, aunque desconocido, se propone decamétrico.

2.2. Formación Colima (Miembro Superior)

Varios autores han descrito de manera detallada esta formación (Echandi 1981, Kussmaul, 1988, Denyer & Arias, 1991) y de manera general se subdivide en tres miembros: Miembro Inferior, Miembro Puente de Mulas y Miembro Superior. Según la información recopilada en algunos registros de perforación encontrados cerca del área de estudio, se encuentran captando solo el Miembro Superior de esta formación.

Este miembro está formado por brechas lávicas de tipo andesitas piroxénicas de grano fino y estructuras de flujo bien desarrolladas con un núcleo central denso. Se encuentra entre dos brechas lávicas de color rojizo y deleznable y termina hacia la parte superior en una escoria negra muy vesicular (Echandi, 1981).

Ramos (2001) describe que típicamente este miembro muestra brechas de techo y de base que se ven en varios tajos a lo largo del corredor del Río Virilla. Las lavas de Colima Superior tienen el aspecto de gran fluidez debido al carácter de sus vesículas aplastadas, y orientación de la matriz, formación de tubos de lava y el lajeamiento (AyA-FUNDEVI, 2004).

Gans et al. (2003), con base en varias edades obtenidas con $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, establecen su edad en 0,330 Ma, que se asume pertenecen al Miembro Colima Superior. Según los reportes de perforación esta unidad se encuentra subyaciendo a las rocas de la Formación Tiribí. Según mencionan AyA-FUNDEVI (2004) los espesores de esta unidad varían entre los 20 m hasta aproximadamente los 50 m.

2.3. Formación Tiribí

Echandi (1981) describe y clasifica formalmente esta unidad como los depósitos de materiales piroclásticos, avalancha ardiente y otros flujos de fragmentos que cubren el actual valle central.

La base de esta formación se compone de pómez de caída de hasta 3 m de espesor (Echandi, 1981; Kussmaul, 1988). Seguido por flujos de ceniza, lapilli y bloques, ignimbritas grises con *fiames* de obsidiana y pómez (Denyer & Arias, 1991). Su forma es bastante lenticular acuniándose hacia el Este y presenta espesores máximos de hasta 150 m (Denyer & Arias, 1991).

En el área de estudio se reconoce que esta formación yace sobre la Formación Colima (Denyer & Arias, 1991). La edad de esta formación es de 0,323 Ma, según Pérez *et al.* (2006) determinado con dataciones de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, finales del Pleistoceno.

Como lo indica Echanti (1981), los procesos que dieron origen a esta unidad se dieron de forma alterna y en algunas ocasiones, de forma cíclica, atribuyendo su origen proveniente al volcán Barva y volcán Poás. Sin embargo, Kussmaul (1988) analiza la petrografía de estas rocas y en base a la geoquímica que esta formación no es producto de los estratovolcanes actuales. Posteriormente, Denyer & Arias (1991), proponen que el origen de esta formación se dio en diferentes centros de emisión ubicados en una franja NW-SE, desde San Gabriel, Cerro Minas hasta Atenas.

2.4. Formación Lavina

Los afloramientos de esta formación se encuentran al este del Valle Central en los ríos Torres, María Aguilar y Jorco (AyA-FUNDEVI, 2004). Según Madrigal (1960) estos materiales se componen de arcilla con piedras de origen coluvial de tipo volcánicos muy heterogéneos, estos fragmentos son subangulares a subredondeados, con tamaño <2 m de diámetro. Las superficies muestran una morfología suave y uniforme desde San Isidro de Coronado hasta Guadalupe, mientras que, hacia el oeste de Guadalupe, la morfología se torna a colinas elongadas (NE-SW) (AyA-FUNDEVI, 2004).

Estos materiales se encuentran sobreyaciendo a las ignimbritas de la Formación Tiribi, mientras que están siendo cubiertos por capas de cenizas y por depósitos aluviales y coluviales. Se reconocen espesores de hasta 80 m, aunque varían lateralmente hasta los 20 m (AyA-FUNDEVI, 2004).

2.5. Formación Barva

Se conoce como Formación Barva a todas aquellas rocas que se encuentran desde la cima del volcán Barva hasta las lavas de Cebadilla, conformada por coladas de lavas, y de manera subordinada los piro y epiclastos rellenan valles y se encuentran en medio de los campos de coladas. En el trabajo hecho por AyA-FUNDEVI (2004) se subdivide esta formación en diecinueve unidades, de estas solo tres se reconocen en la geología regional y que serán descritas a continuación.

2.5.1. Miembro San Isidro

Se observan en los alrededores de San Isidro de Heredia, en las riberas del río Tibás, son depósitos que contienen bloques decimétricos y centimétricos, redondeados a subredondeados, cuya principal característica es su mala selección, que flotan en una matriz, cuyo porcentaje es alto en las partes superiores del depósito y disminuye hacia las partes basales. Se interpretan como depósitos de corrientes de detritos y lodo (*debris flows*) (FUNDEVI, 2004). El contacto inferior es con una toba de grano grueso medio con líticos, posiblemente del Miembro Distal y Lahares de la Formación Zurquí. El espesor en ese sitio es >3 m, aunque se presumen espesores del orden de la decena de metros.

2.5.2. Unidad Coluvios y lahares

Dentro del área de estudio se reconocen depósitos de coluvios y de lahares en los cauces de algunos ríos producto de las fuertes pendientes y la actividad tectónica. Algunos abanicos compuestos bajan de los cerros Zurquí y alrededores, hacia el este de San Isidro de Heredia, cubriendo parte de las facies distales de la Formación Zurquí.

3. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Según la base de datos de la Dirección de Agua del MINAE, del SENARA y el AyA (2020) en un radio de 2 km alrededor del sitio en estudio se tiene registro de quince pozos con reporte de perforación y su respectiva descripción litológica utilizados para plantear el modelo hidrogeológico de la zona. Un resumen de la información que presentan estos pozos se muestra en el Anexo 3 y Anexo 4, mientras que su distribución espacial se observa en la Figura 3.

Utilizando la información de los reportes de perforación y considerando su distribución espacial, se realizó un perfil hidrogeológico (Figura 4) con el fin de caracterizar hidrogeológicamente el área de estudio y conocer la distribución y características del acuífero. La ubicación de esta línea de perfil se observa en el mapa de la Figura 3.

Mediante el análisis de la información hidrogeológica recopilada de estos pozos, además de lo indicado en el estudio original con oficio SB-AID-GA-2015-33, se reconoce una unidad hidrogeológica la cual fluye entre las fracturas de las lavas del Miembro Superior de la Formación Colima. Este acuífero se clasifica como libre cubierto por los depósitos piroclásticos de la Formación Tiribí la cual presenta condiciones de poca permeabilidad.

El acuífero Colima Superior tiene un potencial hidrogeológico moderado con transmisividades máximas cerca de la zona de estudio de $73,7 \text{ m}^2/\text{día}$ mientras que los caudales de extracción no superan los 10 l/s, según el pozo Paracito 14-02. Los niveles estáticos que reportan los pozos varían entre los 68 m (AB-1605) y 126 m (AB-1903) de profundidad. Según los reportes de perforación este acuífero puede presentar espesores que superan los 90 m, sin embargo, en algunos caso se pueden encontrar capas de ceniza de pocos metros de espesor entre los diferentes paquetes de lava que conforman esta unidad.

Para definir la dirección del flujo subterráneo se elaboró el mapa de líneas isofreáticas de la Figura 5. Para su construcción se tuvo como referencia el nivel freático planteado en el perfil hidrogeológico de la Figura 4, a partir del cual, se elaboraron las curvas isofreáticas.

La dirección de flujo de este acuífero a nivel regional presenta una dirección preferencial hacia el suroeste. El gradiente hidráulico fue obtenido a partir de las curvas isofreáticas, midiendo la diferencia de carga hidráulica entre dos líneas isofreáticas y la distancia entre ambas. Se toma como referencia la curva isofreática 1196 y la curva isofreática 1200.

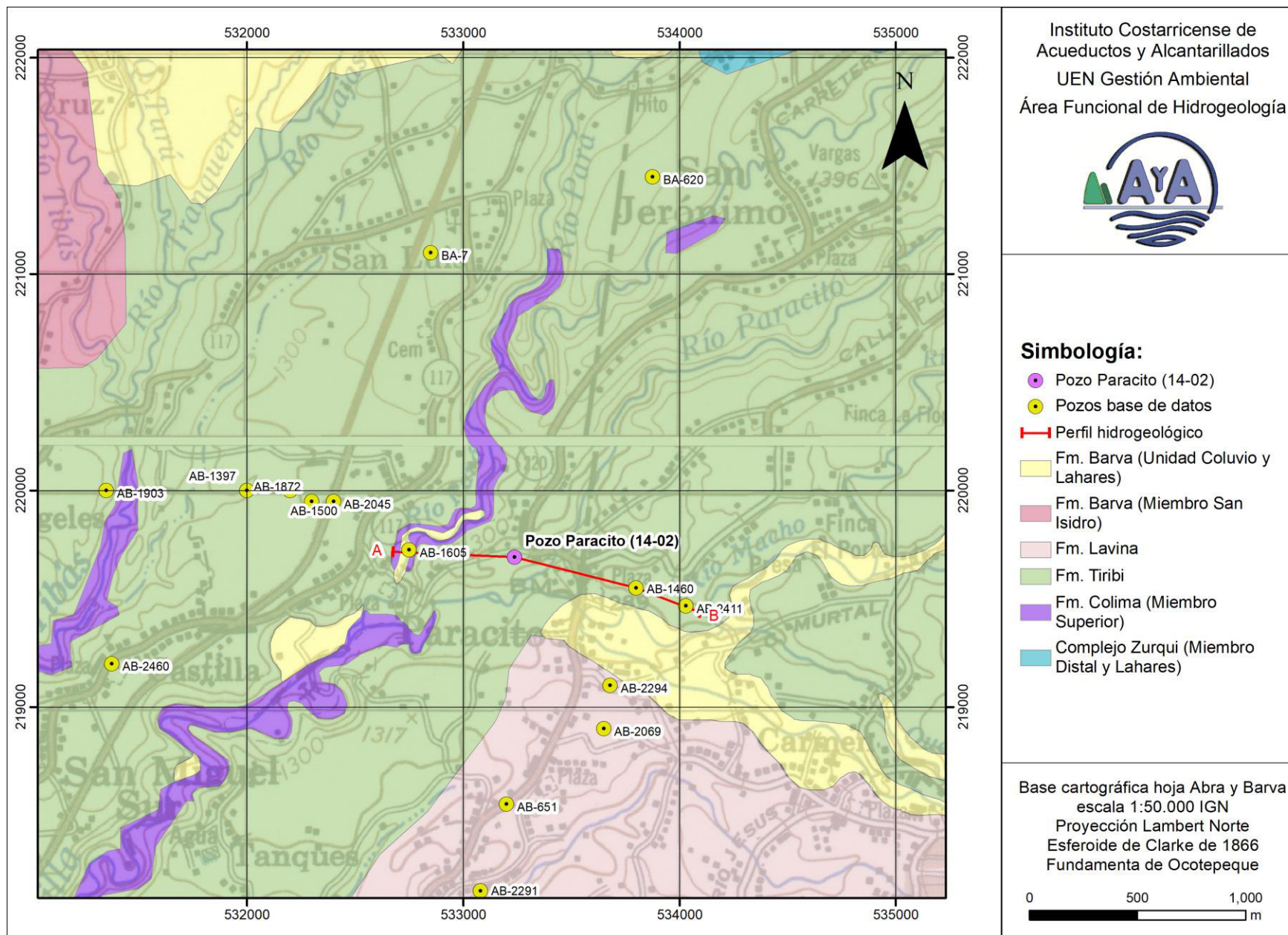
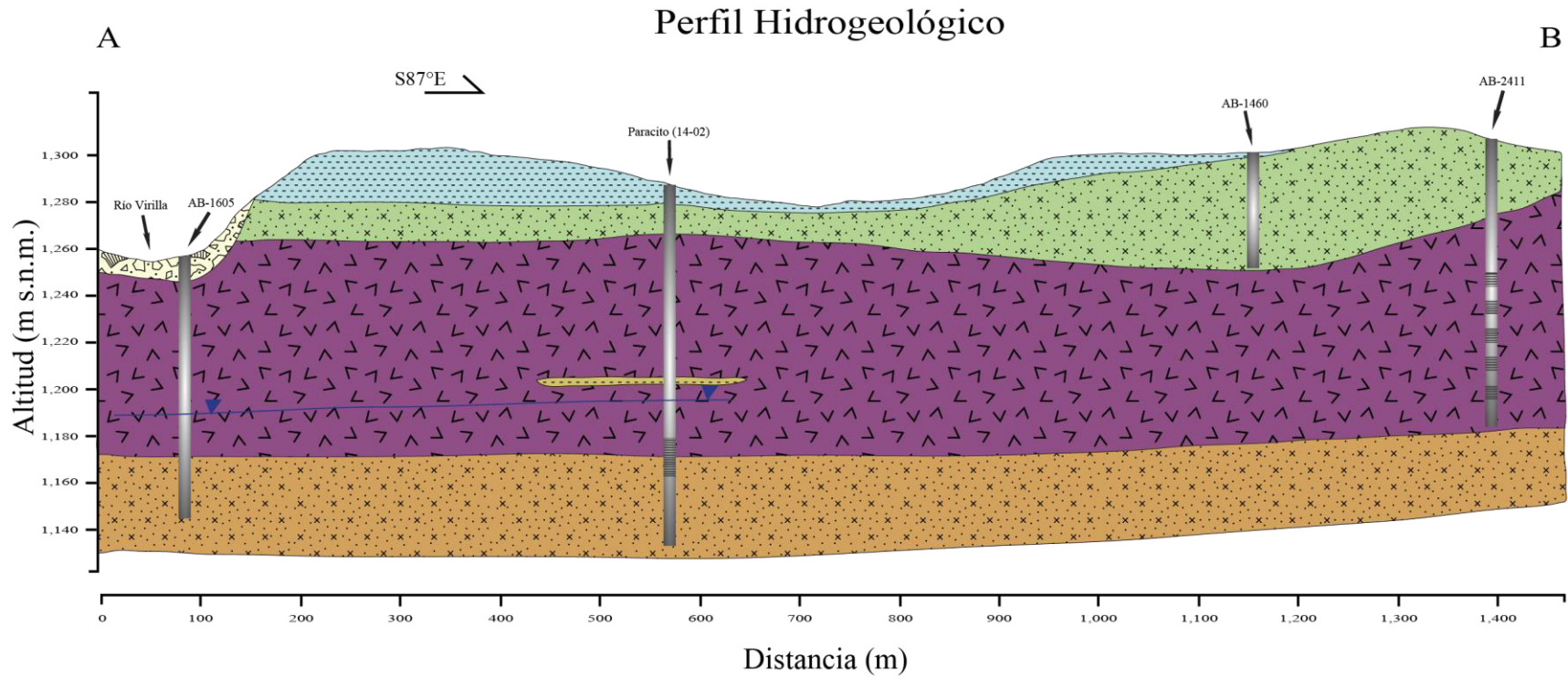


Figura 3: Mapa de ubicación de pozos cerca de la fuente en estudio.



Distancia (m)

Leyenda

| | | | |
|--|--|---|--|
| <p>Simbología</p> <p>▼ Nivel freático</p> <p>▬ Pozo perforado</p> <p>▬ Rejillas</p> | | <p>■ Suelo arcilloso</p> <p>■ Aluvión</p> <p>■ Tobas (Fm. Tiribí)</p> | <p>■ Lavas (Mb. Superior)</p> <p>■ Cenizas</p> <p>■ Tobas (Mb. Puente Mulas)</p> |
|--|--|---|--|

INSTITUTO COSTARRICENSE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
 UEN GESTIÓN AMBIENTAL
 ÁREA FUNCIONAL DE HIDROGEOLOGÍA

Figura 4: Perfil hidrogeológico A-B

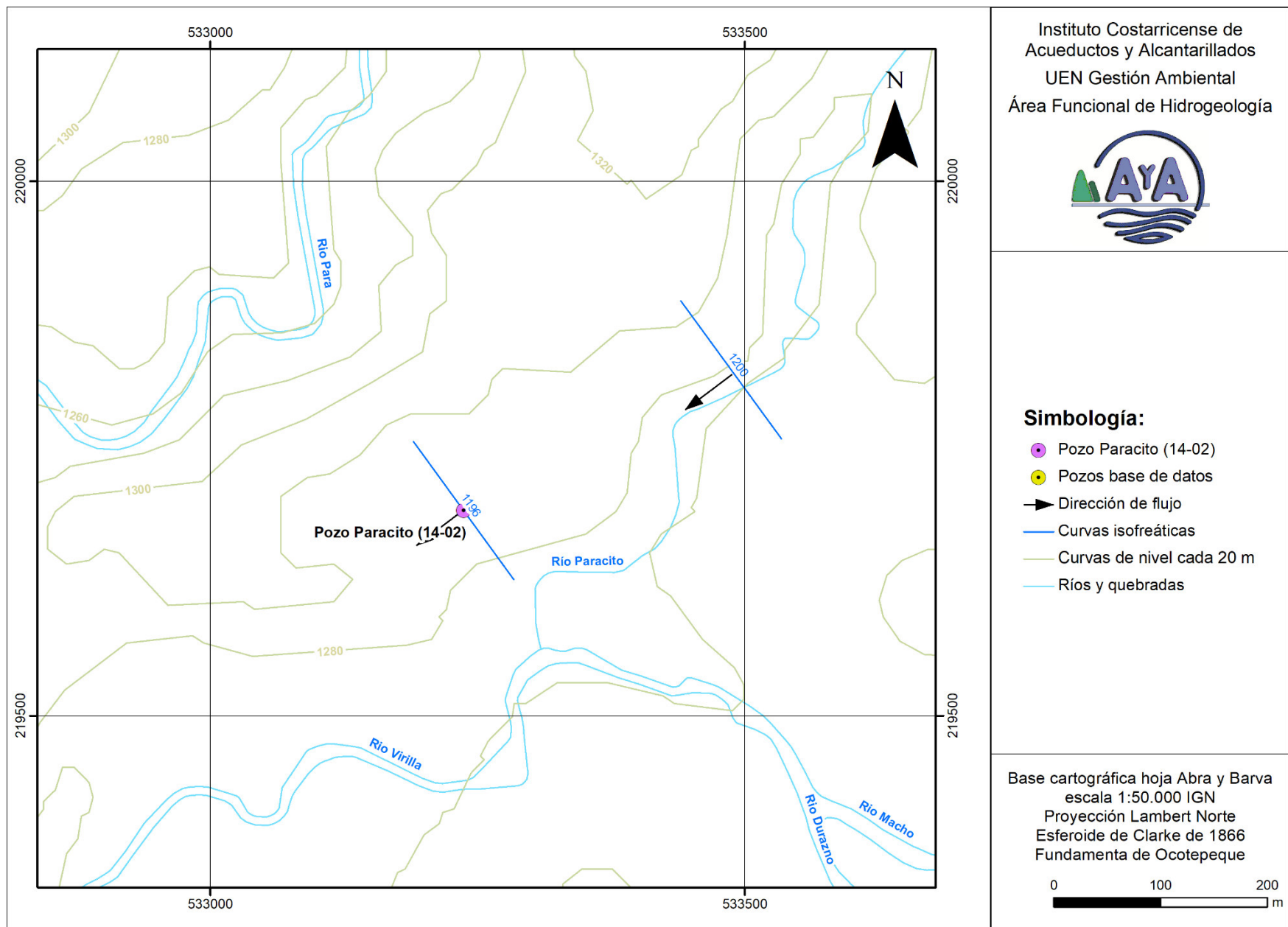


Figura 5: Curvas isofreáticas en la zona de estudio

Por lo tanto, para este acuífero se tiene que:

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 1200 - 1196 = 4 \text{ m}$$

$$L = 279,7 \text{ m}$$

$$i = 0,0143$$

Donde:

i: gradiente hidráulico.

h: elevación de las líneas isofreáticas.

L: distancia entre líneas isofreáticas.

4. PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO

4.1. Conductividad hidráulica en la zona no saturada

Para conocer las características de los materiales que cubren al acuífero fueron realizadas en el estudio original dos pruebas de infiltración directamente sobre el terreno en los alrededores del pozo, donde los resultados obtenidos en ese estudio se observan en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Resultados de las pruebas de infiltración.

| Pozo | Prueba | Lambert Norte | | Infil (cm/min) | Infil (cm/s) | Infil (m/día) | Tipo de suelo |
|------------------|--------|---------------|----------|----------------|--------------|---------------|---------------|
| | | Latitud | Longitud | | | | |
| Paracito (14-02) | 1 | 219,682 | 533,236 | 0,0515 | 8,58E-04 | 0,742 | Limoso |
| | 2 | 219,695 | 533,319 | 0,0240 | 4,00E-04 | 0,346 | Limoso |
| Promedio | - | - | - | 0,0377 | 6,29 E-04 | 0,544 | - |

A partir de estos resultados se tiene una infiltración promedio en los alrededores de la fuente de 0,544 m/día. El valor de porosidad para estos suelos se tomará según la clasificación de Sander (1998), siendo de 0,4.

4.2. Conductividad hidráulica en la zona saturada

Para poder establecer la conductividad hidráulica del acuífero se necesita conocer la transmisividad de éste. Este valor de transmisividad se tomó según la prueba de bombeo realizada en el pozo, donde los resultados de la interpretación de esta prueba se muestran en el Anexo 5. Para este pozo el ensayo fue realizado el 22 de julio del 2014, con una duración de 48 horas a un caudal inicial de 20 l/s durante los primeros 5 minutos de la prueba, posteriormente el caudal se regulo a los 10 l/s hasta el final de la prueba. En este análisis se obtiene un valor de transmisividad de 73,7 m²/día interpretada mediante la metodología de Neuman.

Al tomar la profundidad del nivel estático de 91,69 m, medido el 18 de mayo del 2020, hasta la profundidad de la base del acuífero, la cual se considera que es la profundidad de las lavas del Miembro Superior de la Formación Colima la cual es 116 m, se obtiene el espesor de la zona saturada que capta este pozo, y se aplica la siguiente ecuación para obtener la conductividad hidráulica del acuífero (K), la cual establece que:

$$K=T/b$$

Donde:

K= Conductividad hidráulica

T= Transmisividad del acuífero

b= Espesor de la zona saturada

Los parámetros obtenidos son mostrados en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Parámetros hidráulicos de los pozos.

| Pozo | T (m ² /día) | Espesor saturado(m) | K (m/día) |
|------------------|-------------------------|---------------------|-----------|
| Paracito (14-02) | 73,7 | 24,31 | 3,03 |

5. TIEMPO DE TRANSITO DE CONTAMINANTES

5.1. Zona no saturada

El tiempo de tránsito para un flujo vertical de contaminantes patógenos en la zona no saturada (t_1), se determina con la fórmula:

$$t_1 = \frac{b * ne}{kv * i}$$

Donde

t = Tiempo de tránsito vertical.

b = Espesor de la zona no saturada.

ne = Porosidad efectiva.

Kv = Conductividad hidráulica vertical (m/día).

i = Gradiente hidráulico = 1 (flujo vertical).

Tomando en cuenta que el nivel estático en el pozo se encuentra a los 91,69 m de profundidad se tiene que en el pozo la zona no saturada se compone de diferentes estratos correspondientes al suelo limoso, tobas y lavas. Sustituyendo estos parámetros por sus respectivos valores, se tienen los resultados consignados en el Cuadro 4.

La conductividad del suelo limoso se utiliza según lo calculado con las pruebas de infiltración, mientras que para las capas de lava se utiliza el valor obtenido para la conductividad del acuífero ya que se considera que ambas capas de lava se comportan hidrogeológicamente de la misma manera, por último, para los estratos de tobas se utilizarán los valores de conductividad según el estudio del BGS & SENARA (1985). Los valores de porosidad fueron tomados de Sanders (1998).

Cuadro 4: Tiempo de tránsito de contaminantes en la zona no saturada para la fuente analizada.

| Capa | Permeabilidad (m/día) | Porosidad | Espesor* | t ₁ (días) |
|--------------|-----------------------|-----------|----------|-----------------------|
| Suelo limoso | 0,543 | 0,4 | 9 | 6,62 |
| Toba | 0,1 | 0,45 | 12 | 54 |
| Lavas | 3,03 | 0,1 | 62 | 2,04 |
| Tobas | 0,1 | 0,35 | 2 | 7 |
| Lavas | 3,03 | 0,1 | 6,69 | 0,221 |
| Total | - | - | 91,69 | 69,88 |

* Según observado en el reporte de perforación.

5.2. Zona saturada

El tiempo de tránsito para un flujo de contaminantes patógenos que se mueve en la tabla de agua subterránea (t₂), se determina con la fórmula:

$$t_2 = \frac{d * ne}{k * i}$$

Donde:

d: Distancia recorrida por un contaminante en un tiempo t₂

ne: Porosidad del medio en la zona saturada = 10% (Sander, 1998)

k: Permeabilidad promedio del acuífero = 3,03 m/día.

i: Gradiente hidráulico

La norma dada por el Departamento de Recursos Hídricos del AyA, para la eliminación de bacterias en la zona saturada establece y acepta la fórmula descrita anteriormente. Además, considérese que la componente horizontal del movimiento del flujo en la zona saturada (t₂), puede determinarse restando el tiempo total de vida de las bacterias (100 días), según el medio, menos el tiempo en el tránsito vertical (según Rodríguez, 2013).

Para la porosidad del medio en la zona saturada se utiliza el valor de BGS & SENARA (1985), para los materiales que conforman el acuífero.

Por tanto, la distancia mínima requerida para la protección de la fuente será (Cuadro 5):

Cuadro 5: Distancia horizontal mínima para la protección de la fuente.

| Pozo | K (m/día) | i | t ₂ (días) | Porosidad | D (m) |
|------------------|-----------|--------|-----------------------|-----------|-------|
| Paracito (14-02) | 3,03 | 0,0143 | 30,11 | 0,10 | 13,05 |

6. CALCULO DE LAS ZONAS DE CAPTURA

6.1. Radio fijo

Para realizar el cálculo de la zona de protección a partir de un círculo de radio "R", se emplea la siguiente ecuación del radio fijo:

$$R = \sqrt{\frac{Q * t}{\pi * n * b}}$$

Donde:

Q: Caudal (m³/día) del pozo.

t: Tiempo de tránsito del flujo horizontal en el acuífero.

n: Porosidad del acuífero.

b: Espesor del acuífero.

R: Radio fijo en metros.

Al sustituir cada uno de estos parámetros con los valores correspondientes, se tienen los resultados del Cuadro 6.

Cuadro 6: Radio fijo de protección para la fuente analizada.

| Pozo | Q (L/s) | Q (m3/d) | t (días) | Porosidad | b (m)* | R (m) |
|------------------|---------|----------|----------|-----------|--------|-------|
| Paracito (14-02) | 10 | 864 | 30,11 | 0,10 | 24,31 | 58,37 |

*: Espesor del acuífero obtenido a partir del reporte de perforación.

6.2. Ecuación de Darcy

Para establecer el ancho de la zona de protección, una de las metodologías a emplear se basa en la aplicación de la Ley de Darcy, la cual establece que:

$$Q = T * i * L$$

Donde:

Q: Caudal (m³/día) del pozo.

T: Transmisibilidad promedio del acuífero.

L: Ancho de la sección transversal a través de la cual se da el flujo de agua.

i: Gradiente hidráulico

Despejando "L" de la ecuación anterior, se tiene:

$$L = \frac{Q}{T * i}$$

Al sustituir cada uno de estos parámetros con los valores correspondientes, se tienen los resultados expuestos del Cuadro 7.

Cuadro 7: Ancho de la zona de captura calculada a partir de la ecuación de Darcy.

| Pozo | Q (L/s) | Q (m3/d) | T (m ² /día) | i | L (m) |
|------------------|---------|----------|-------------------------|--------|---------|
| Paracito (14-02) | 10 | 864 | 73.7 | 0,0143 | 1033,16 |

7. ÁREA ESPECIAL DE PROTECCIÓN ABSOLUTA

7.1. Zona operacional y de protección absoluta

Según Foster et al (2002), la zona operacional de un pozo se define como el perímetro de protección más interior dentro de una zona de resguardo o protección, la cual comprende una pequeña área de terreno alrededor de la propia fuente de abastecimiento. Es deseable que esta área sea propiedad y esté bajo el control del ente administrador que realizará la explotación, siendo delimitada por un área de 15 metros de radio alrededor de la fuente.

Es un área de reserva absoluta y no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y aun así estas actividades necesitan ser evaluadas y controladas cuidadosamente para evitar la posibilidad de que contaminantes alcancen la fuente ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las adyacencias (Foster et al, 2002).

Todas las partes de esta zona que sean usadas para actividades de mantenimiento del pozo deberían tener un piso de concreto para prevenir la infiltración de sustancias químicas u otras (aceites, etc), que sean utilizadas en el mantenimiento (de los cloradores u otros). Para prevenir la invasión de animales y vandalismo, la colocación de una cerca perimetral en esta zona es una práctica usual y muy recomendable (Foster et al, 2002).

La especificación de la dimensión de esta área es siempre algo arbitraria y depende en cierto modo de la naturaleza de las formaciones geológicas locales, aunque es altamente recomendable que posea un radio de por lo menos 15 metros (Foster et al, 2002), tal como se observa en la Figura 6.

7.2. Zona de protección absoluta bacteriológica

La zona de protección absoluta bacteriológica del pozo Paracito (14-02) estará conformada con unas dimensiones de 58,37 m, según los resultados obtenidos con la delimitación por radio fijo, medidos tanto a ambos lados del pozo así como en dirección aguas arriba, mientras que en la dirección aguas abajo la distancia está dada por el límite de la zona operacional y de protección absoluta correspondiente a 15 m (Figura 6).

Esta zona no se debe permitir la instalación de tanques sépticos, almacenamiento de hidrocarburos o ningún tipo vertido (fertilizantes, herbicidas, aguas residuales) en el suelo.

8. VULNERABILIDAD EN LA ZONA DE PROTECCIÓN INMEDIATA

La vulnerabilidad de la zona operacional y de protección inmediata es determinada mediante la aplicación del método G.O.D. (Foster et al, 2002), el cual toma en cuenta tres factores y aplica un índice a cada uno de ellos (Figura 7). Los tres factores analizados son los siguientes:

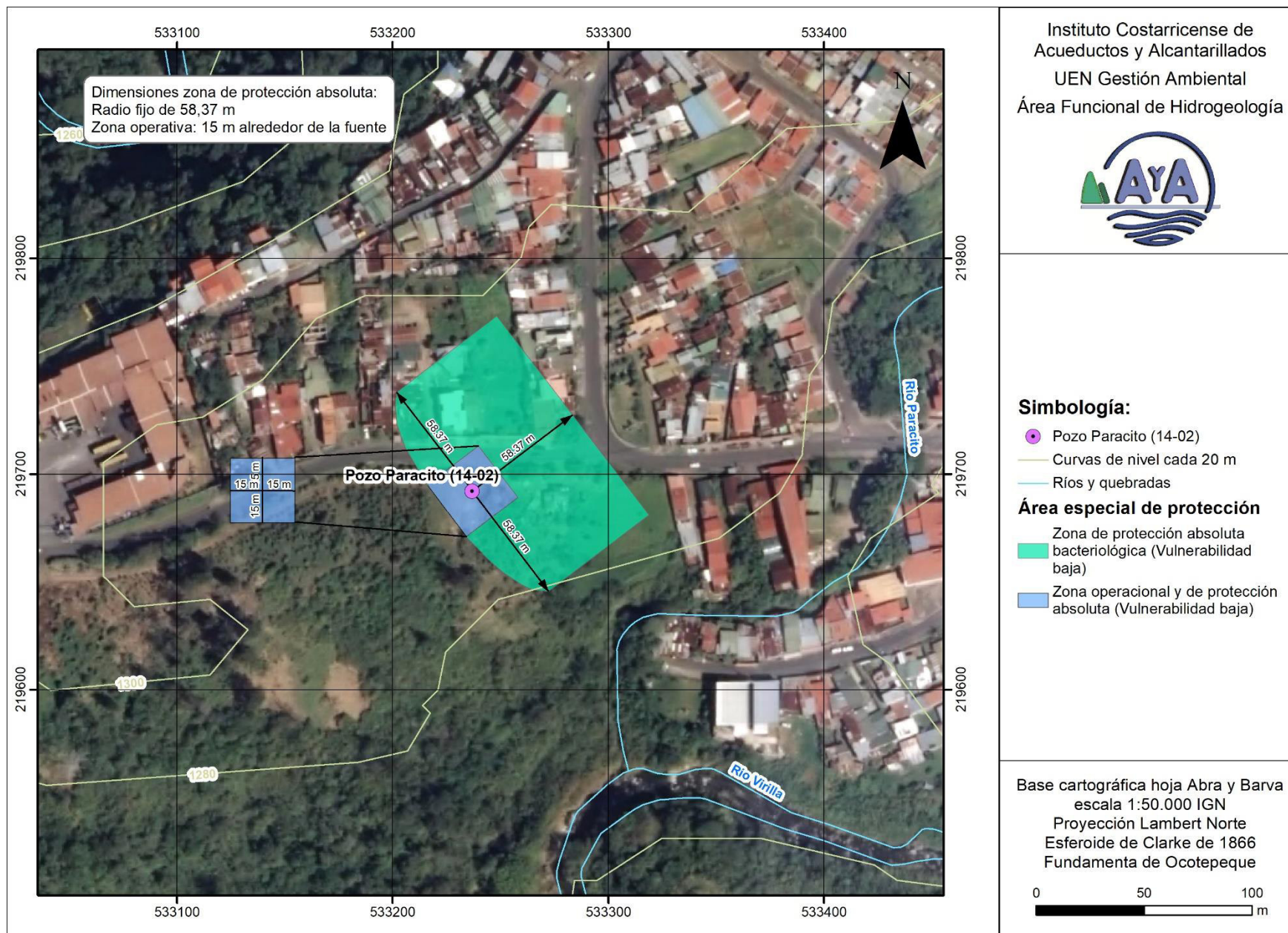


Figura 6: Zona de protección del pozo en estudio.

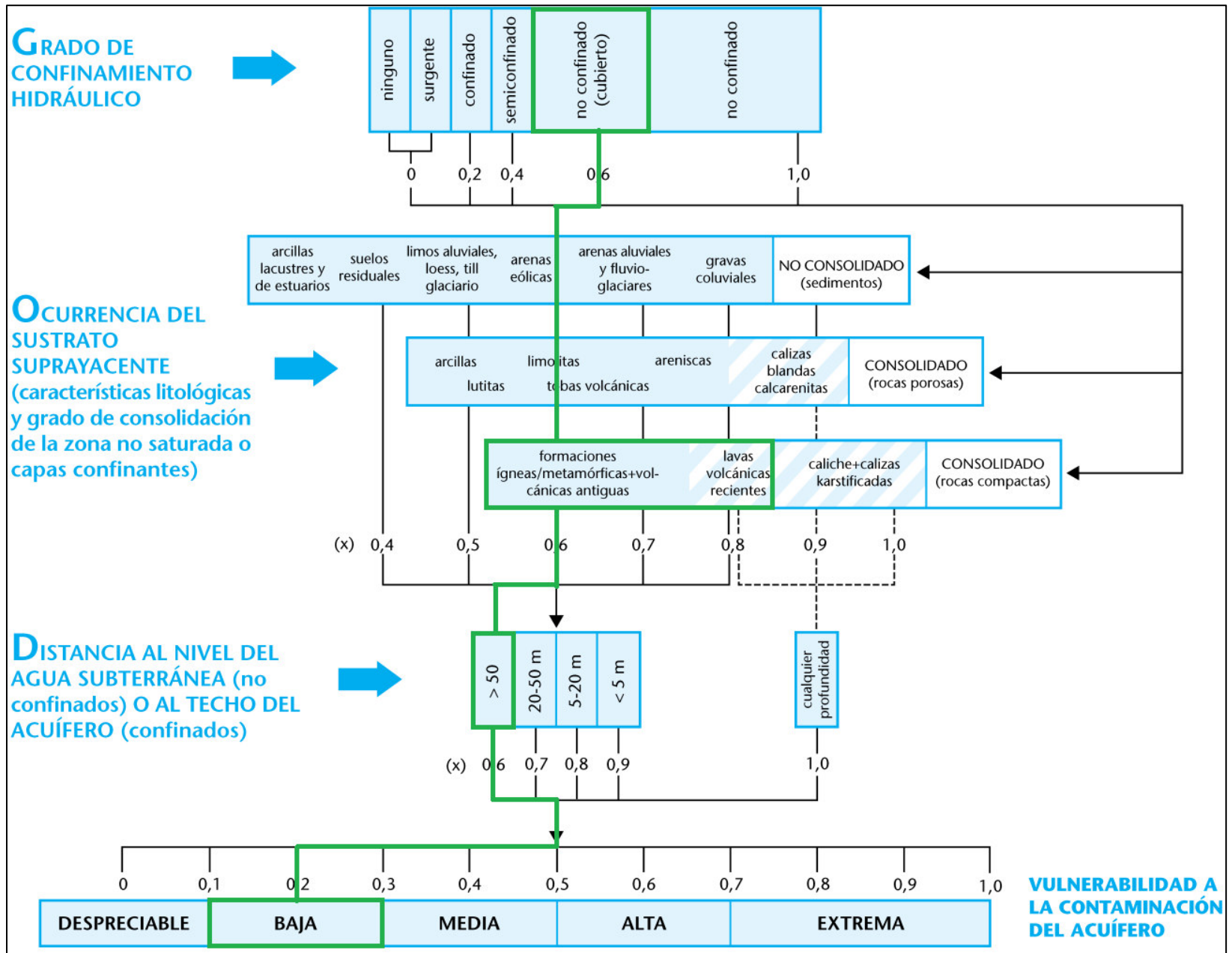


Figura 7: Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de la fuente en estudio.

- Grado de confinamiento (G)
- Estrato sobreyacente (O)
- Profundidad al nivel freático (D)

Para la fuente analizada, su vulnerabilidad intrínseca a la contaminación es la siguiente (Cuadro 8):

Cuadro 8: Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de la fuente analizada.

| Fuente | G | O | D | Vulnerabilidad | |
|------------------|-------------------------------|---------------------|-------------|-----------------------|------|
| Paracito (14-02) | 0,6 (Acuífero libre cubierto) | 0,7 (Tobas y lavas) | 0,6 (>50 m) | 0,252 | baja |

9. CONCLUSIONES

1. El área de estudio se encuentra en un medio geológico de origen volcánico conformado en superficie por una cobertura de suelo de tipo limoso, continua con un paquete de tobas. La secuencia sigue con un paquete de lavas de tipo andesíticas fracturadas y en algunos tramos brechosos. Estas lavas se encuentran cortadas por otro paquete de tobas. Como basamento se identifica un paquete de cenizas sin consolidar.
2. En la zona operacional y zona de protección absoluta se deberá cumplir lo siguiente:
 - La zona operacional de protección absoluta, donde se localiza la captación del pozo debe contar con las dimensiones mínimas de 15 metros de radio alrededor de este.
 - La zona de protección absoluta solamente deberá ser utilizada para actividades relacionadas con la extracción misma del agua.
 - Las partes usadas para actividades de mantenimiento del pozo deben estar debidamente selladas (sin fugas), para prevenir la infiltración de sustancias químicas u otras (aceites, etc).
 - Mantener una cerca perimetral alrededor de la fuente.
3. La zona de protección absoluta bacteriológica se define mediante la metodología de radio fijo con unas dimensiones de 58,37 m medidos tanto a ambos lados del pozo, así como en dirección aguas arriba, mientras que en la dirección aguas abajo la distancia está dada por el límite de la zona operacional y de protección absoluta correspondiente a 15 m. Esta zona no se debe permitir la instalación de tanques sépticos, almacenamiento de hidrocarburos o ningún tipo vertido (fertilizantes, herbicidas, aguas residuales) en el suelo.
4. La zona donde se localiza el pozo se clasifica como de vulnerabilidad baja, según la metodología de GOD para la clasificación de la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos.
5. Se recomienda mantener un monitoreo constante de análisis físico-químico y bacteriológicos para el pozo.

6. Se indica que desde el criterio técnico hidrogeológico el área mínima para protección bacteriológica del pozo Paracito (14-02) es de 900 m², donde la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del agua subterránea en esta área es baja.

10. REFERENCIAS

- AyA-FUNDEVI, 2004: Mapa geológico de una parte de las hojas Abra y Barva, Valle Central Provincias de Alajuela, Heredia y San José. 128 págs.
- ALVARADO, G., 1984: Aspectos petrológicos-geológicos de los volcanes y unidades lávicas del cenozoico superior de Costa Rica. - Tesis de Licenciatura, ECG-UCR, 183 pp.
- ALVARADO, G., 2000: Volcanes de Costa Rica: Geología, historia y riqueza natural. – Editorial UNED, 269 pp.
- BGS & SENARA, 1985: Mapa hidrogeológico del valle Central de Costa Rica. 1:50 000, E.S.R. Limited, Inglaterra.
- DENYER, P. & ARIAS, O., 1991: Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica. Revista Geológica de América Central, 12:1-59.
- DENYER, P., KUSSMAUL, S. & ARIAS, O., 1994: Estratigrafía de las rocas ígneas. En: Denyer, P. & Kussmaul, S. (comps.): Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. Editorial Tecnológica de Costa Rica: 61-70.
- ECHANDI, E., 1981: Unidades volcánicas de la vertiente norte de la cuenca del río Virilla. - Tesis de Licenciatura, ECG-UCR, 123 pp.
- FOSTER, S. HIRATA, R. GOMES, D. D'ELIA, M. & PARÍS, M., 2002: "Protección de la calidad del agua subterránea". Banco Mundial. Washington.
- GANS, P.B., ALVARADO, G., PÉREZ, W., MACMILLAN, I., & CALVERT, A., 2003: Neogene Evolution of the Costa Rican Arc and Development of the Cordillera Central. Abstract, Geological Society of America, Cordilleran Section, 99th Annual, April 2003.
- GRUBB, S., 1993: "Analytical model for estimation of steady-state capture zones of pumping wells in confined an unconfined aquifer". Ground Water 31, No. 1:21-32.
- KUSSMAUL, S., 1988: Compasión petrológica entre el piso volcánico del Valle Central y la Cordillera Central de Costa Rica. Ciencia y Tecnología 12(1-2):109-116.
- MADRIGAL, R., 1960: La lavina. Informes Técnicos y Notas Geológicas, Dirección de Geología, Minas y Petróleo, 1(4), 4 pp.
- PÉREZ, W., ALVARADO, G. & GANS, P., 2006: The 322 ka Tiribí Tuff: stratigraphy, geochronology and mechanisms of deposition of the largest and most recent ignimbrite in the Valle Central, Costa Rica. - Bull. Volcanol. 69: 25-40.

RAMÍREZ, O., MORA, S., MORA, I., VEGA, B., VARGAS, G., CARVAJAL, G., BRENES, G., VALVERDE, R., SOTO, G., FREER, G., SOLERA, L.C., MORA, R. & ROMERO, E., 1988: Diagnóstico del estado actual de manejo y conservación de la cuenca alta del Río Virilla. - Proyecto Regional de Manejo de Cuencas: PRMC-CATIE/ROCAP-AID. Costa Rica, 141 pp.

RAMOS, V., 2001: Análisis de la vulnerabilidad a la contaminación de los recursos hídricos subterráneos de un sector al noreste del valle Central, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, ECG-UCR, 81 pp. + apéndices.

SANDERS, L., 1998: A manual of field Hydrogeology. Prentice Hall. 381 pp.

Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica: Hoja Topográfica Abra N° 3345 I, escala 1: 50000, edición 3-IGCR, San José, 1989.

Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica: Hoja Topográfica Barva N° 3346 II, escala 1: 50000, edición 2-IGCR, San José, 1967.

<http://www.da.go.cr/rp/login.action?userName=publico&password=publico> (Base de datos de la Dirección de Agua consultada el 04 de junio del 2020).

<http://base-digh.senara.or.cr/index.php> (Base de datos de SENARA consultada el 04 de junio del 2020).

ANEXOS

Anexo 1: Memorando UEN-PyD-GAM-2020-00211



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-5875. rrojas@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Viviana Ramos Sánchez
UEN Gestión Ambiental

FECHA: 12 de mayo del 2020

DE: Rolando Rojas Castro (FIRMA) UEN Producción y Distribución GAM
No. UEN-PyD-GAM-2020-00211

ROLANDO
ROJAS
CASTRO
FIRMA

Firmado
digitalmente por
ROLANDO ROJAS
CASTRO (FIRMA)
Fecha: 2020.05.12
14:29:07 -0600'

ASUNTO: Solicitud de estudio hidrogeológico para el cálculo de la zona de protección absoluta, para pozo Paracito (AyA 14-02).

Con la finalidad de continuar con el proceso de adquisición del terreno, donde fue perforado el pozo Paracito, se requiere la validación del estudio No.SB-AID-GA-2015-32 o bien la generación de un nuevo estudio para identificar la zona protección absoluta.

Importante mencionar, que se requiere la información para la compra del terreno por medio de presupuesto del año 2020. Además, el pozo es requerido dentro Plan de Contingencia Período de Estiaje 2020 GAM", sistema que se encuentra dentro de la zona de emergencia declarada mediante Decreto Ejecutivos N° 41852-MP-MAG y 41944-MP.

Ubicación:

Provincia: Heredia

- Cantón: Santo Domingo
- Distrito: Paracito
- Coordenadas: 533249.742 / 219692.001

Anexos:

Plano Catastro referencia: H 1975716 2017

C: Christian Delgado Segura, UEN Gestión Ambiental
Asdrúbal Pérez Alfaro, UEN Producción y Distribución GAM
Archivo



Anexo 2: Reporte de perforación pozo Paracito (14-02)

Anexo 3: Inventario de pozos alrededores del área de estudio

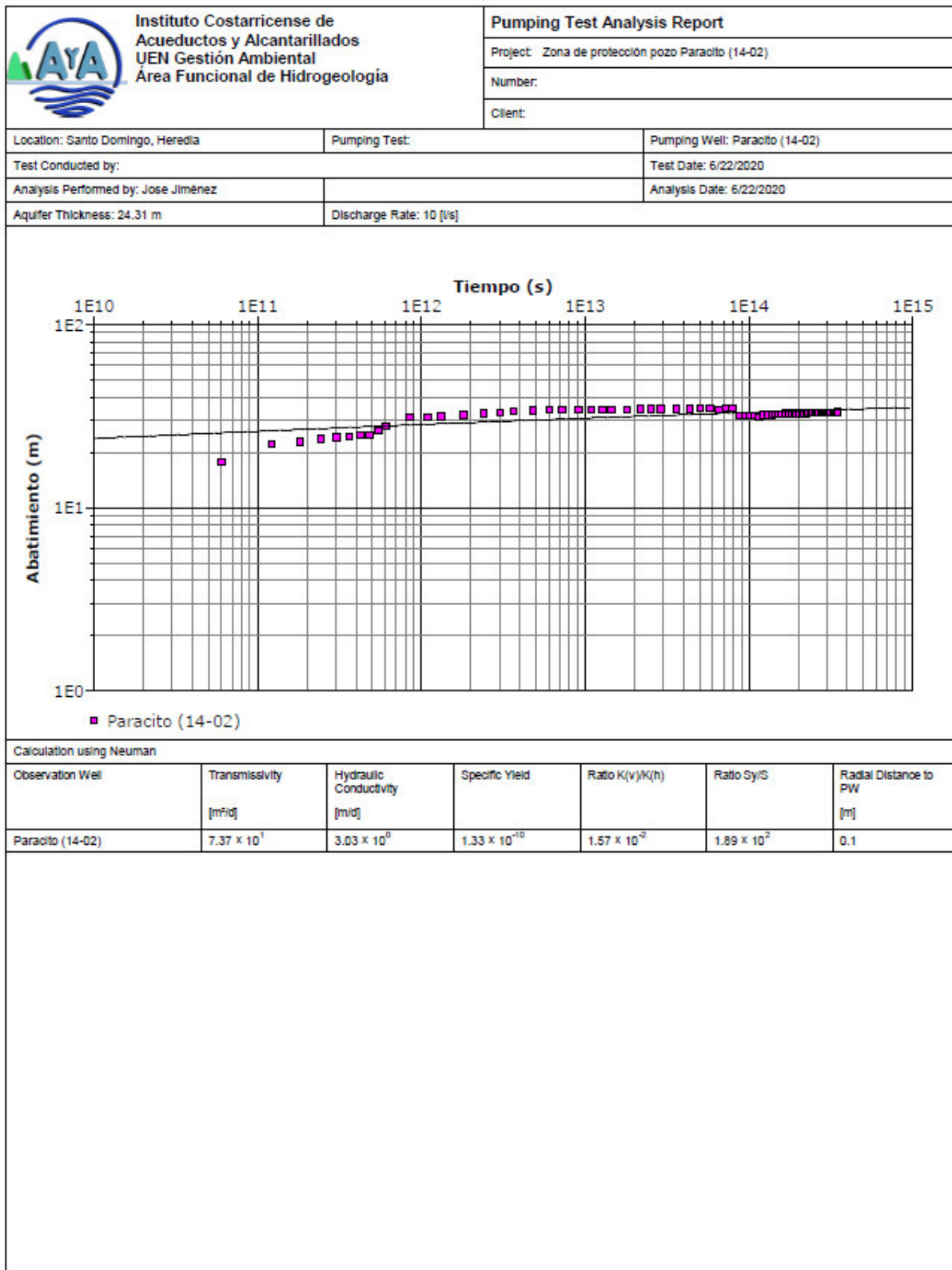
| No. pozo | Coordenadas Lambert | | NE (m) | Q (l/s) | T (m ² /día) | Litología y profundidad (m) | Posición de rejillas (m) |
|----------|---------------------|---------|--------|---------|-------------------------|---|----------------------------------|
| | X | Y | | | | | |
| AB-1397 | 532,000 | 220,000 | 104 | | | 0-35: Suelo arcilloso 35-48: Ignimbritas 48-53: Escoria negra 53-55: Arcilla 55-118 Lava 118-134: Toba arcillosa 134-167: Lava 1 67-210: Toba 210-230 Lava | 210-225 |
| AB-1460 | 533,800 | 219,550 | 7 | | | 0-2: Arcillas 2-49,5: Tobas pumiceas | |
| AB-1500 | 532,200 | 220,000 | 104 | | | 0-35: Suelo 35-48: Ignimbritas con pómez y fiammes 48-53: Escoria negra 53-55: Arcilla 55-118 Lava 1 18-134: Toba arcillosa 134-167: Lava 167-210: Toba 210-230 Lava | |
| AB-1605 | 532,750 | 219,725 | 68 | | | 0-11: Aluvión con arcilloso 11-40: Lavas brechosas 40-78: Lavas fracturadas 78-96: Material heterogéneo de lavas y arcillas 96-112: Fragmentos redondeados | |
| AB-1872 | 532,300 | 219,950 | 25 | | | 0-6: Arcilla 6-50: Toba grisacea | 35-50 |
| AB-1903 | 531,350 | 220,000 | 126 | | | 35-47: Toba 47-139: Lava vesicular 139-142: Paleosuelo rojizo 142-167: Lava escoriácea | 142-167 |
| AB-2045 | 532,400 | 219,950 | 17,32 | | | 0-4: Arcilla 4-24: Lahar 24-36: Arcilla 36-46: Lahar 46-62 Lava andesítica gris | 41-50 |
| AB-2069 | 533,650 | 218,900 | 25 | 1 | | 0-28: Arcillas 28-35: Tobas 35-47: Brechas de lava 47-57: Tobas 57-60: Arcilla | |
| AB-2291 | 533,080 | 218,150 | 106 | 6 | 25 | 0-26: Arcillas y cenizas color café 26-135: Toba arcillosa con bloques de lava 135-175: Lavas escoriáceas | 135-166 |
| AB-2294 | 533,680 | 219,100 | 117.82 | 7 | 48 | 0-42: Arcillas 42-76: Lahar de bloques de lava y toba en matriz arcillosa 76-112: Toba 112-194: Aglomerado de toba con bloques ígneos 194-209: Lava escoriácea vesicular 209-218: Lava negra | 168-180, 186-192 y 198-204 |

| No. pozo | Coordenadas Lambert | | NE (m) | Q (l/s) | T (m ² /día) | Litología y profundidad (m) | Posición de rejillas (m) |
|-----------------------|---------------------|---------|--------|---------|-------------------------|---|--------------------------------------|
| | X | Y | | | | | |
| AB-2411 | 534,030 | 219,466 | 23 | | | 0-15: Cenizas café 15-33: Cenizas con brechas de lava andesítica 33-78: Lava andesíticas con plagioclasa y matriz gris verdosa 78-123: Brecha de lava | 57-63, 69-75, 81-87, 93-99 y 105-111 |
| AB-651 | 533,200 | 218,550 | 32 | | | 0-9: Suelo arcilloso 9-27: Tobas color amarillo con fragmentos de vidrio 27-48: Lavina con fragmentos de lava calcinada | |
| BA-620 | 533,875 | 221,450 | | | | 0-25: Suelo arcilloso 25-42: Tobas volcánicas 42-53: Aglomerados volcánicos 53-85: Tobas volcánicas 85-112: Tobas aglomeradas 112-116: Zona arcillosa | 85-110 |
| BA-7 | 532,850 | 221,100 | 34 | | | 0-21: Toba arcillosa café 21-23: Fragmentos de lava en matriz 23-29: Toba café claro 27-32: Lavas meteorizadas 32-34: Tobas arcillosas café 34-38: Bloques de lava 38-44: Toba arcillosa café | 34-44 |
| Pozo Paracito (14-02) | 533,237 | 219,692 | 91,69 | 10 | 48,58 | 0-9: Suelo arcilloso 9-21: Cenizas 21-83: Lavas andesíticas 83-85: Cenizas 85-116: Lavas y brechas volcánicas 116-152: Arenas finas inconsolidadas 152-154: Caverna | 108-124,5 |

NE: Nivel estático / Q: Caudal / T: transmisividad

Anexo 4: Informes de perforación

Anexo 5: Análisis de prueba de bombeo en pozo Paracito (14-02)





2. LABORES REALIZADAS

Para la realización de la prueba de bombeo, se contó con el apoyo de la Subgerencia Gestión de Sistemas GAM, quienes aportaron la mayor parte de los equipos para realizar la evaluación, en la cual se empleo una bomba de 60 HP marca Goulds, tubería de columna de 100 mm de diámetro, así como una planta eléctrica de 80 Kw para el suministro eléctrico necesario para llevar a cabo la prueba.

2.1 Prueba de bombeo

La prueba de bombeo tuvo una duración de 48 horas continuas, fue realizada entre los días 22, 23 y 24 de julio del presente año, bombeando inicialmente a un caudal de 20 L/s, el nivel estático original se reporta a la profundidad de 84.3 m. Debido al abatimiento mostrado en los primeros 5 minutos de evaluación, se redujo el caudal a 10 L/s. Pese a la reducción del caudal, como se muestra en la Figura 2, el nivel continuo reduciéndose significativamente hasta los 7 minutos, donde se produjo un descenso a una menor tasa tendiendo a estabilizarse a la profundidad de 117.3 m a los 660 minutos de bombeo.

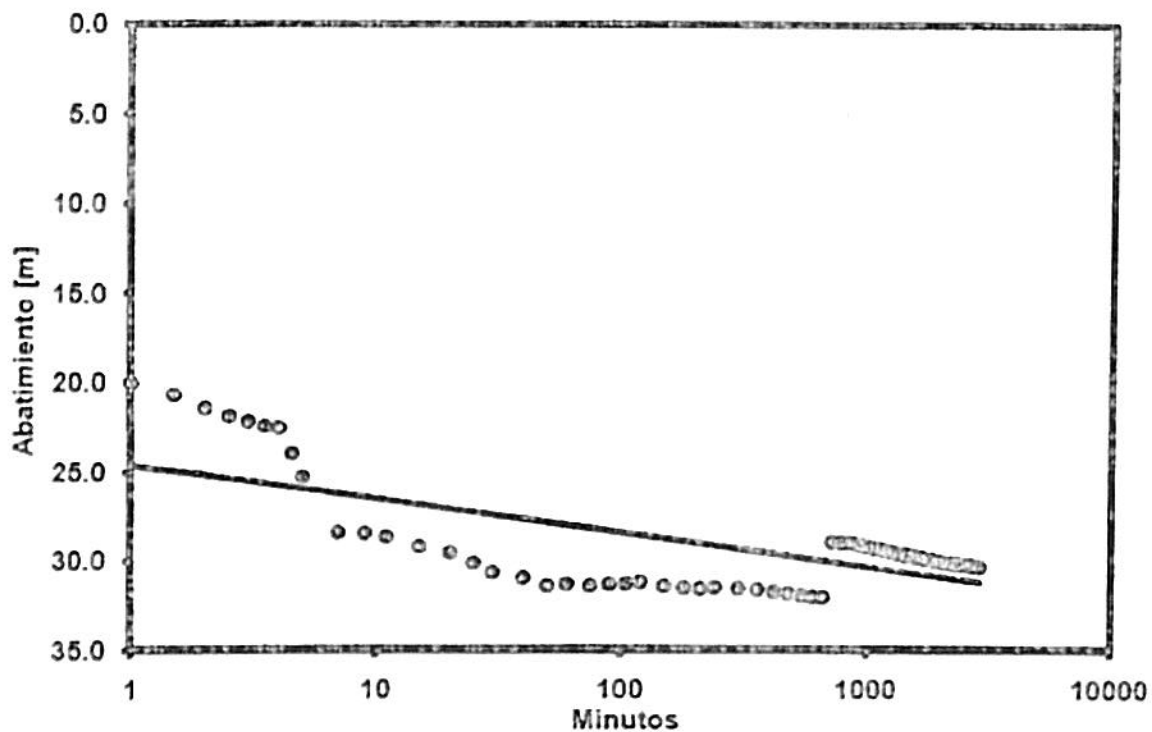


Figura 2: Gráfico de la prueba de bombeo realizada.



En ese momento, el nivel se recuperó a la profundidad de 114.21 m y continuó descendiendo paulatinamente hasta el final de la prueba, donde se localizó a 115.61 m. Este comportamiento puede evidenciar alguna interacción entre el bombeo del pozo 14-02 y alguno cercano.

Según el recorrido de campo realizado al momento de ubicar el sitio de perforación, se determinó la presencia de un pozo a más 200 m al NW (533010 E, 219689 N) del sitio de perforación, correspondiendo según la información obtenida en el campo, con el pozo AB-1605.

A partir del análisis preliminar realizado por la UTP, se ha determinado una transmisibilidad de 83.69 m²/día para la etapa de bombeo al caudal de 10 L/s.

La prueba de recuperación fue realizada por espacio de 90 minutos, el último nivel dinámico registrado al final de la prueba de bombeo se localizó a 115.61 m y transcurridos los 90 minutos de prueba de recuperación, el nivel se localizó a la profundidad de 96.22 m, lo que equivale a una recuperación del 64% del nivel total abatido por el bombeo. La transmisibilidad determinada en la prueba de recuperación es del 22.82 m²/día.

2.2 Calidad del Agua

Las muestras para determinar la calidad del agua fueron recolectadas el día 24 de julio del 2014 antes de finalizar la prueba de bombeo; posteriormente las muestras son ingresadas al Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), con el fin de realizar los respectivos análisis.

En base a los criterios de pozos y manantiales el resultado del análisis microbiológico realizado a la muestra de agua recolectada, determina la no existencia de coliformes fecales, por ende el agua cumple de manera satisfactoria con los criterios microbiológicos establecidos para aguas de consumo humano.

En relación a las características físico-químicas, el Laboratorio Nacional de Aguas determina que el agua cumple con el Reglamento para la Calidad de Agua Potable 32327-S, lo cual muestra una mejor características que la muestra tomada en la primer evaluación.

En el anexo 1 se adjuntan los resultados correspondientes de ambos análisis efectuados.



3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó la prueba de bombeo a un caudal mayor a la prueba original del pozo, el mismo es de 10 L/s, el mismo será verificado y a partir de la evaluación a realizar por el Área Funcional de Hidrogeología de la UEN Gestión Ambiental.

Se ha determinado una mejoría en la calidad del agua, en el primer análisis realizado durante la primer prueba de bombeo, el pozo mostró contenido mayores a la norma, específicamente en los elementos Hierro y Aluminio, en la nueva prueba analizada, se ha determinado que el agua cumple con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 32327-S.

Se aportan los datos de campo de la prueba de bombeo, para que el Área Funcional de Hidrogeología realice el análisis hidrogeológico correspondiente, a fin de determinar las mejores condiciones de bombeo para el pozo, además de los demás estudios requeridos para el pozo 14-02, conocido como Pozo Paracito.



ANEXO I

Información Pozo 14-02

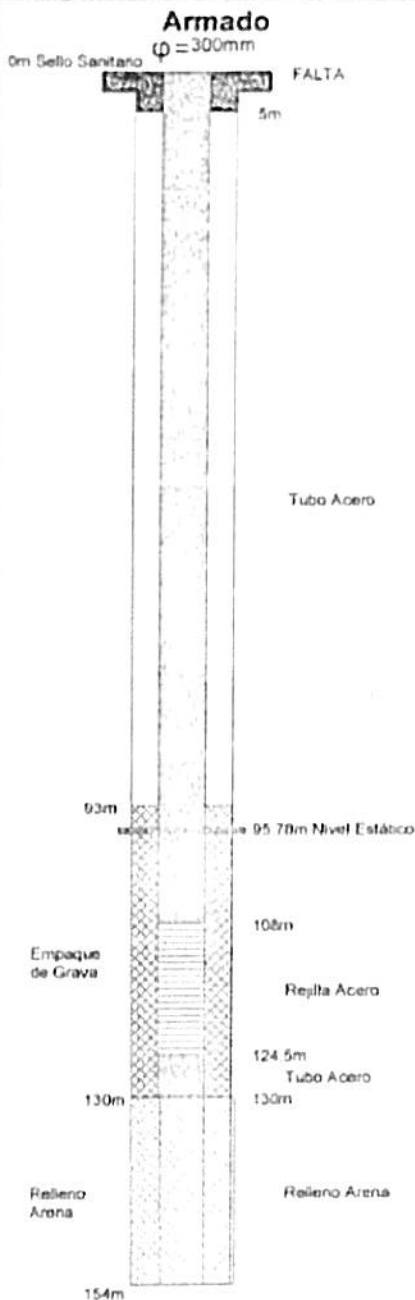
- ✓ Reporte de Perforación
- ✓ Datos de campo-Prueba de bombeo
- ✓ Interpretación Nueva Prueba de Bombeo realizada
- ✓ Análisis de Calidad de Aguas



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
 UEN - Administración de Proyectos
 Unidad Técnica de Pozos

Pozo N° 14-02

Localidad
 Paracito



Ubicación

Coordenadas X (long) 533237 - Y (lat) 219692 Código 04-03-04
 WIGN ABRA Provincia Heredia
 Elevación 1300 msnm Cantón Santo Domingo
 Propietario AyA Distrito Paracito
 Informe año 2014 / Pag 0

Equipo de Perforación

Maquinaria T4W n°6 Método Rotoperusión
 Perforador Marcelo Fernandez Cedeñ Duración 142 Días
 Fecha Inicio 18/11/2013 Fecha Final 09/04/2014

Datos de Perforación

| | Diámetros (mm) | Longitudes (m) | Materiales | |
|---|-----------------|----------------|-------------------|------------|
| Perforación | 437.5 | 154 | Tubería | Acero HSLA |
| Tubería | 300 | 113.5 | Rejilla | Acero HSLA |
| Rejilla | 300 | 16.5 | | |
| Adorno | 437.5 | 0 | | |
| Tipo de Rejilla | Celosía | | | |
| Tipo de Abertura (sio) | 80 | | | |
| Desarrollo | Aire Comprimido | | | |
| Tiempo Desarrollo | 8 hrs | | | |
| | | | Prueba de Bombeo | |
| Observaciones: | | | Nivel Dinámico | 95.86 m |
| Perforación en 12.5" de diametro hasta 154 m. Se amplio a 18" hasta 130 m, no se pudo continuar debido a las arenas inestables. Se recomienda una extracción de 7 L/s, en periodos de 20 horas diarias. | | | Nivel Estático | 96.9 m |
| | | | Caudal Prueba | 7 l/s |
| | | | Potencia Bomba | 15 hp |
| | | | Profundidad Bomba | 125 m |
| | | | Duración | 24 hrs |
| | | | Fecha Prueba | 20/03/2014 |

Litología

| | |
|---------|----------------------------------|
| 0-9m | Suelo Arcilloso |
| 9-21m | Cenizas |
| 21-46m | Brechas Volcánicas |
| 46-83m | Lavas Andesíticas Fracturadas |
| 83-85m | Cenizas |
| 85-116 | Lavas y Brechas Volcánicas |
| 116-152 | Arenas finas Inconsolidadas |
| 152-154 | Caverna (Pérdida de Circulación) |



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
SUBGERENCIA - AID - UEN - GESTION AMBIENTAL

Reporte de Prueba de Producción de Pozo

LUGAR: Puerto San Dimas

PROVINCIA: Heredia CANTON: San Vicente DISTRITO: Pocito

UBICACION DEL POZO: _____

FECHA: 22/7/14

PROFUNDIDAD DEL POZO: 129.00 metros.

PROFUNDIDAD DE COLOCACION DE LA BOMBA: 120 metros.

DIAMETRO TUBERIA DESCARGA (CACHERA): 100 milímetros.

DIAMETRO TUBERIA DE SUCCION (COLUMNA): 100 milímetros.

DIAMETRO ENCAMIZADO DEL POZO: 191.00 mm. PVC ACERO

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA DE PRUEBAS:

MARCA: Grundfos

MODELO: 3

POTENCIA: 1/2 HP

DIAMETRO: _____

CONDICIONES CLIMATOLOGICAS :

VERANO INVIERNO ; LLUVIA SI NO

TEMPERATURA AMBIENTE : _____ °C; _____ °F.

CARACTERISTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO :

TERRENO: PLANO LADERA QUEBRADO

VEGETACION: MUCHA Poca NINGUNA

CONDICIONES HIGIENICAS: BUENA MALA

HAY ANIMALES SI (VACAS, CABALLOS, CERDOS, GALLINAS, PATOS, PERROS, etc.)

NO

LOTE DEL POZO CERCADO: SI NO

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA :

OLOR SI NO

TURBIA MUCHO POCO NO

COLOR SI (_____) NO

TEMPERATURA: _____ °C; _____ °F.

88128569
 Rafael Lelis Saborido ROJA Nº 5

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Prueba de Bombeo a Caudal Constante

LUGAR: Parroquia Sta. Dominga

NIVEL ESTATICO AL INICIO DE LA PRUEBA: 85 metros.

CAUDAL DE PRUEBA: caudal 20 de manera constante 5 minutos a 10 L/S

FECHA DE INICIO DE LA PRUEBA: 22/7/14

| HORA | | TIEMPO DES DE EL INICIO minutos | NIVEL DINAMICO metros | CAUDAL L/S | OBSERVACIONES |
|------|----|---------------------------------|-----------------------|------------|---------------------------------|
| AM | PM | | | | |
| | | 0.0 | 85 | 20 | altura estatica a base |
| | | 0.5 | 101.40 | 20 | tubo indicadora de nivel |
| | | 1.0 | 106.0 | 20 | 70 cmts |
| | | 1.5 | 106.67 | 20 | inicio caudal tambien caudal |
| | | 2.0 | 107.42 | 20 | caudal constante |
| | | 2.5 | 107.85 | 20 | |
| | | 3.0 | 108.15 | 20 | |
| | | 3.5 | 108.37 | 20 | |
| | | 4.0 | 108.50 | 20.0 | |
| | | 4.5 | 109.42 | 20.0 | caudal constante 20.0 |
| | | 5.0 | 111.28 | 20.0 | |
| | | 7.0 | 114.40 | 10.0 | |
| | | 9.0 | 114.42 | 10.0 | |
| | | 11.0 | 114.63 | 10.0 | |
| | | 15.0 | 115.12 | 10.0 | |
| | | 20.0 | 115.52 | 10.0 | |
| | | 25.0 | 116.10 | 10.0 | |
| | | 30.0 | 116.60 | 10.0 | |
| | | 40.0 | 116.91 | 10.0 | |
| | | 50.0 | 117.38 | 10.0 | |
| | | 60.0 | 117.28 | 10.0 | caudal tambien caudal constante |
| | | 75.0 | 117.37 | 10.0 | |
| | | 90.0 | 117.30 | 10 | |
| | | 105.0 | 117.25 | 10 | |

MEDIDAS HECHAS POR: Wagner Viquez DE LAS _____ ALAS _____
 DE LAS _____ ALAS _____
 DE LAS _____ ALAS _____

SUPERVISION REALIZADA POR: [Signature]

FECHA: 22/7/14

89

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Prueba de Bombeo a Caudal Constante

LUGAR: San José

| HORA | | TIEMPO DES. DE EL NICIO minutos | NIVEL DINAMICO metros | CAUDAL l/s | OBSERVACIONES |
|------|----|------------------------------------|--------------------------|---------------|----------------------|
| AM | PM | | | | |
| | | 120.0 | 117.17 | 10 | |
| | | 150.0 | 117.27 | 10 | |
| | | 180.0 | 117.34 | 10 | |
| | | 210.0 | 117.52 | 10 | |
| | | 240.0 | 117.1147 | 10 | no quite para probar |
| | | 300 | 117.51 | 10 | |
| | | 360 | 117.58 | 10 | |
| | | 420 | 117.67 | 10 | |
| | | 480 | 117.77 | 10 | |
| | | 540 | 117.78 | 10 | comenzó a bajar |
| | | 600 | 117.92 | 10 | |
| | | 660 | 117.62 | 10 | |
| | | 720 | 117.91 | 10 | recupera |
| | | 780 | 117.92 | 10 | |
| | | 840 | 117.94 | 10 | |
| | | 900 | 117.95 | 10 | |
| | | 960 | 117.70 | 10 | |
| | | 1020 | 115.18 | 10 | |
| | | 1080 | 115.24 | 10 | |
| | | 1140 | 115.32 | 10 | |
| | | 1200 | 115.39 | 10 | |
| | | 1260 | 115.45 | 10.0 | |
| | | 1320 | 115.52 | 10.0 | |
| | | 1380 | 115.52 | 10.0 | para probar |
| | | | 115.52 | 10.0 | |
| | | | 115.52 | 10.0 | |

MEDIDAS HECHAS POR: [Signature] DE LAS _____ A LAS _____
[Signature] DE LAS _____ A LAS _____
[Signature] DE LAS _____ A LAS _____

SUPERVISION REALIZADA POR: [Signature] FECHA: 22/8/14

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Prueba de Bombeo a Caudal Constante

LUGAR: Parroquia S. to Domingo

| HORA | | TIEMPO DES. DE EL INICIO minutos | NIVEL DINAMICO metros | CAUDAL l/s | OBSERVACIONES |
|------|----|-------------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| AM | PM | | | | |
| | | 1440 | 115.62 | 10 | |
| | | 1500 | 115.63 | 10 | |
| | | 1560 | 115.74 | 10 | |
| | | 1620 | 115.74 | 10 | |
| | | 1680 | 115.79 | 10.0 | |
| | | 1740 | 115.88 | 10 | |
| | | 1800 | 115.89 | 10 | |
| | | 1860 | 115.90 | 10 | |
| | | 1920 | 115.95 | 10 | |
| | | 1980 | 116.00 | 10 | |
| | | 2040 | 116.02 | 10 | |
| | | 2100 | 116.05 | 10 | |
| | | 2160 | 116.07 | 10 | |
| | | 2220 | 116.09 | 10 | |
| | | 2280 | 116.10 | 10 | |
| | | 2340 | 116.12 | 10 | |
| | | 2400 | 116.14 | 10 | |
| | | 2460 | 116.15 | 10 | |
| | | 2520 | 116.17 | 10 | |
| | | 2580 | 116.18 | 10 | |
| | | 2640 | 116.20 | 10 | |
| | | 2700 | 116.23 | 10 | |
| | | 2760 | 116.26 | 10 | |
| | | 2820 | 116.28 | 10 | |
| | | 2880 | 116.31 | 10 | 4.8 literos |
| | | 2940 | | | |
| | | 3000 | | | |
| | | 3060 | | | |
| | | 3120 | | | |

MEDIDAS HECHAS POR: José Rodríguez DE LAS _____ A LAS _____
José Rodríguez DE LAS _____ A LAS _____
 DE LAS _____ A LAS _____

SUPERVISION REALIZADA POR: _____ FECHA: _____

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Prueba de Bombeo a Caudal Constante

LUGAR: Puerto Viejo

| HORA | | TIEMPO DES. DE EL INICIO minutos | NIVEL DINAMICO metros | CAUDAL l/s | OBSERVACIONES |
|------|----|-------------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| AM | PM | | | | |
| | | 3160 | | | |
| | | 3240 | | | |
| | | 3300 | | | |
| | | 3330 | | | |
| | | 3420 | | | |
| | | 3450 | | | |
| | | 3540 | | | |
| | | 3600 | | | |
| | | 3650 | | | |
| | | 3720 | | | |
| | | 3790 | | | |
| | | 3840 | | | |
| | | 3900 | | | |
| | | 3950 | | | |
| | | 4030 | | | |
| | | 4050 | | | |
| | | 4140 | | | |
| | | 4200 | | | |
| | | 4250 | | | |
| | | 4320 | 116.51 | 70 | |
| | | 0.5 | 117.92 | | RECUPERACION |
| | | 1.0 | 109.58 | | |
| | | 1.5 | 108.40 | | |
| | | 2.0 | 108.19 | | |
| | | 2.5 | 107.79 | | |
| | | 3.0 | 107.31 | | |
| | | 3.5 | 107.00 | | |
| | | 4.0 | 106.68 | | |
| | | 4.5 | 106.32 | | |

MEDIDAS HECHAS POR: _____ DE LAS _____ A LAS _____
 _____ DE LAS _____ A LAS _____
 _____ DE LAS _____ A LAS _____
 SUPERVISION REALIZADA POR: _____
 FECHA: _____

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Prueba de Bombeo a Caudal Constante

LUGAR: Pococito San Dominguito

| HORA | | TIEMPO DES. DE EL INICIO minutos | NIVEL DINAMICO metros | CAUDAL l/s | OBSERVACIONES |
|------|----|--|--------------------------|---------------|---------------|
| AM | PM | | | | |
| | | 5.0 | 106.02 | — | |
| | | 7.0 | 105.10 | — | |
| | | 9.0 | 104.21 | — | |
| | | 11.0 | 103.47 | — | |
| | | 15.0 | 102.34 | — | |
| | | 20 | 101.49 | — | |
| | | 25 | 100.70 | — | |
| | | 30 | 100.14 | — | |
| | | 40 | 99.28 | — | |
| | | 50 | 98.47 | — | |
| | | 60 | 97.75 | — | |
| | | 75 | 97.24 | — | |
| | | 90 | 96.92 | — | |
| | | 105 | | | |
| | | 120 | | | |
| | | 150 | | | |
| | | 180 | | | |
| | | 210 | | | |
| | | 240 | | | |
| | | 300 | | | |
| | | 360 | | | |
| | | 420 | | | |
| | | 480 | | | |
| | | 540 | | | |
| | | 600 | | | |

MEDIDAS HECHAS POR: Maria Victoria DE LAS _____ A LAS _____

DE LAS _____ A LAS _____

DE LAS _____ A LAS _____

SUPERVISION REALIZADA POR: FAVE

FECHA: _____

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Desarrollo Cronológico de Pruebas de BombeoLOCALIDAD Puerto St. Domingo CODIGO _____

SE LLEGO AL SITIO DE TRABAJO A LAS _____ HORAS DEL _____

PROCEDIENDO A REPARAR EL EQUIPO _____

A LAS _____ HORAS DEL _____ INICIAMOS EL DESARROLLO A BROCAL CERRADO.

ADICIONADO AL POZO ESPUMANTE Y CLORO (1 LITRO DE ESPUMANTE Y 1 25 KG. DE CLORO GRANULAR (65%). UNA VEZ

TERMINADO EL DESARROLLO SE LIMPIA EL POZO CON EL COMPRESOR. TERMINADO A LAS _____ HORAS.

SEGUIDAMENTE SE ADICIONA AL POZO 2.5 Kg HTH EN 200 lts AGUA QUE DEBE REMOVERSE CON EL COMPRESOR Y

DEJAR ACTUAR POR UN MINIMO DE 12 HORAS

A LAS _____ HORAS DEL _____ SE INICIA EL LAVADO DEL POZO CON EL EQUIPO

DE BOMBEO, TOMANDO MUESTRAS QUE AL REACCIONAR CON LA ORTOTOOLIDINA DEBE DAR UN COLOR ROJO (SE TOMA UNA MUESTRA PARA PRUEBA Y UNA PARA CONTROL DE LA OFICINA) SEGUIDAMENTE SE INICIA EL PERIODO DE PRUEBAS A CAUDAL VARIABLE, TERMINADO EL CUAL SE INICIA LA PRUEBA DE LARGA DURACION A CAUDAL CONSTANTE. EN EL CURSO DE ESTA PRUEBA SE TOMAN MUESTRAS PARA COMPROBAR AUSENCIA DEL CLORO A FIN DE PROCEDER

A LA TOMA DE MUESTRAS PARA EL LABORATORIO (GALON N° 0174300 BOTELLAS Nos 140001) QUEFUERON ENVIADAS CON EL SEÑOR Juan Carlos (Leiman) Sosa

LA PRUEBA SE TERMINO A LAS _____ HORAS

SE PROCEDE AL LEVANTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES, DAJDO POR TERMINADA LA TAREA A LAS _____

HORAS DEL _____

MATERIALES GASTADOS EN LA PRUEBA :

_____ LITROS DIESEL COMPRESOR (_____ HORAS)

0.00 LITROS DIESEL MOTOR-PLANTA ELECTRICA 5040.30 KW (500 HORAS)

_____ LITROS - Gls. ESPUMANTE

_____ GRAMOS DE CLORO GRANULADO (HTH 65%) _____

NOMBRE DEL JEFE DE LA CUADRILLA

Juan Carlos (Leiman) SosaFECHA 27/7/14

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Reporte de Prueba de BombeoLOCALIDAD: P. comite S. de Domingos Heredia CODIGO: _____UBICACION DEL POZO: Cinco Mitos S.A.FECHA DE PRUEBA: 22, 23, 24/7/14PROFUNDIDAD DEL POZO: 124.26 mtDIAMETRO DEL POZO 300 mm ENCAMIZADO HF PVCNIVEL ESTATICO 95 metrosNIVEL DINAMICO 116.32 metrosCAUDAL DE PRUEBA: 10 litros por segundo.DURACION DE LA PRUEBA: 48 horas.EQUIPO INSTALADO EN SITIO: SI NO TIPO: _____EQUIPO DE PRUEBA: Wilo bomba Aquilada 60 HPPROFUNDIDAD COLOCACION BOMBA: 120 mtHAY ENERGIA ELECTRICA EN EL SITIO: SI NO 10 30 VOLTIOS.HAY CASETA DE BOMBEO CONSTRUIDA SI NO x _____ metros.

SE RECOLECTARON MUESTRAS DE AGUA PARA EL ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTEREOLÓGICO

SI NO GALON Nº 51-901, 502-30 BOTELLA Ns. AM 1, 2

EL POZO SE DESARROLLO DURANTE: _____ horas.

OBSERVACIONES: En prueba se inicio con 20 l/s el nivel disminuye
rápidamente a los 5 minutos quedando en 5 l/s se regula a 10 l/s
durante la prueba el nivel disminuye hasta 10 l/s
inicialmente estable y por algunos minutos se recuperando
a 20 l/s después de 10 hrs de prueba.Alfonso Sánchez

ENCARGADO DE LA PRUEBA

UEN - GESTION AMBIENTAL



RESUMEN EJECUTIVO

DATOS GENERALES

| | | |
|-------------------|---|----------------------------------|
| LOCALIDAD | = | Paracito, Santo Domingo, heredia |
| POZO N° | = | 14-02 |
| FECHA DE PRUEBA | = | 22-jul-2014 |
| REALIZADA POR | = | Manuel Vargas G |
| FECHA DE ANALISIS | = | 14-ago-2014 |
| ANALIZADO POR | = | Luis Alonso Fallas Montoya |

ARMADO GENERAL DE POZO

| | | |
|------------------------------------|---|------------|
| DIAMETRO DE PERFORACION [m] | = | 0.43 |
| DIAMETRO DE ADEME [m] | = | 0.3 |
| MATERIAL DE ADEME | = | Acero HSLA |
| PROFUNDIDAD INICIO DE REJILLAS [m] | = | 108.00 |
| PROFUNDIDAD FINAL DE REJILLAS [m] | = | 124.50 |
| PROFUNDIDAD DE POZO [m] | = | 130.00 |
| MATERIAL DE REJILLA | = | Acero HSLA |

PRUEBA POR ETAPAS

| | | |
|--|---|------|
| NUMERO DE ETAPAS | = | 0.00 |
| CAUDAL ETAPA 1 [lps] | = | 0.00 |
| CAUDAL ETAPA 2 [lps] | = | 0.00 |
| CAUDAL ETAPA 3 [lps] | = | 0.00 |
| CAUDAL ETAPA 4 [lps] | = | 0.00 |
| COEFICIENTE DE TURBULENCIA "C" [m/lps ²] | = | |
| COEFICIENTE DE ACUIFERO "B" [m/lps-dia] | = | |
| EFICIENCIA DE POZO [%] | = | |

PRUEBA DE BOMBEO

| | | |
|---------------------------------------|---|--------|
| NIVEL ESTATICO - POZO BOMBEO [m] | = | 85.30 |
| NIVEL ESTATICO - POZO OBSERVACION [m] | = | |
| CAUDAL DE BOMBEO [lps] | = | 10.02 |
| DURACION DE BOMBEO CONTINUO [min] | = | 1440 |
| NIVEL DINAMICO POZO DE BOMBEO [m] | = | 115.61 |
| NIVEL DINAMICO POZO OBSERVACION [m] | = | 0.00 |
| TRASMISIVIDAD [m ² /dia] | = | 84.00 |
| COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO | = | INDEF |
| RECUPERACION POZO BOMBEO (1hr) [%] | = | 64 |

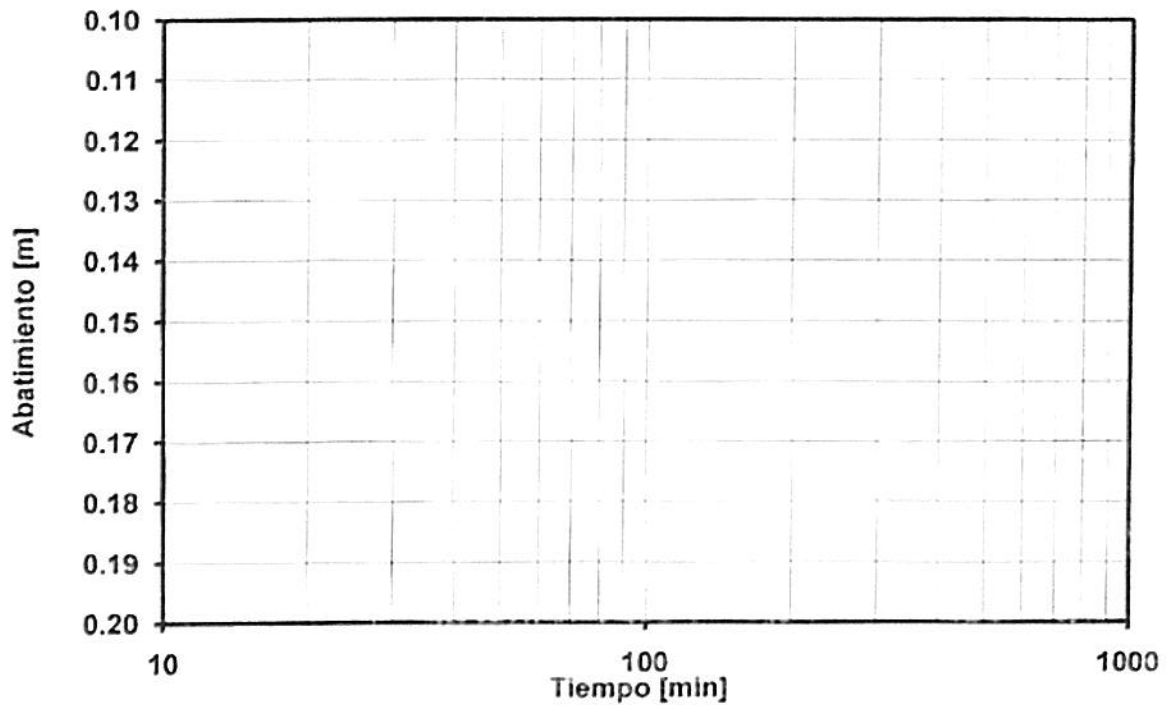
CAUDAL DE EXPLOTACION

| | | |
|---------------------------------|---|----------|
| CAUDAL DE EXPLOTACION [lps] | = | 8.87 |
| ABATIMIENTO [m] | = | 31.00 |
| TIEMPO DE BOMBEO CONTINUO [hrs] | = | 20.00 |
| RADIO DE INFLUENCIA | = | #_VALOR! |



PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL VARIABLE

Paracito, Santo Domingo, heredia



Q1 [lps]= 0.0

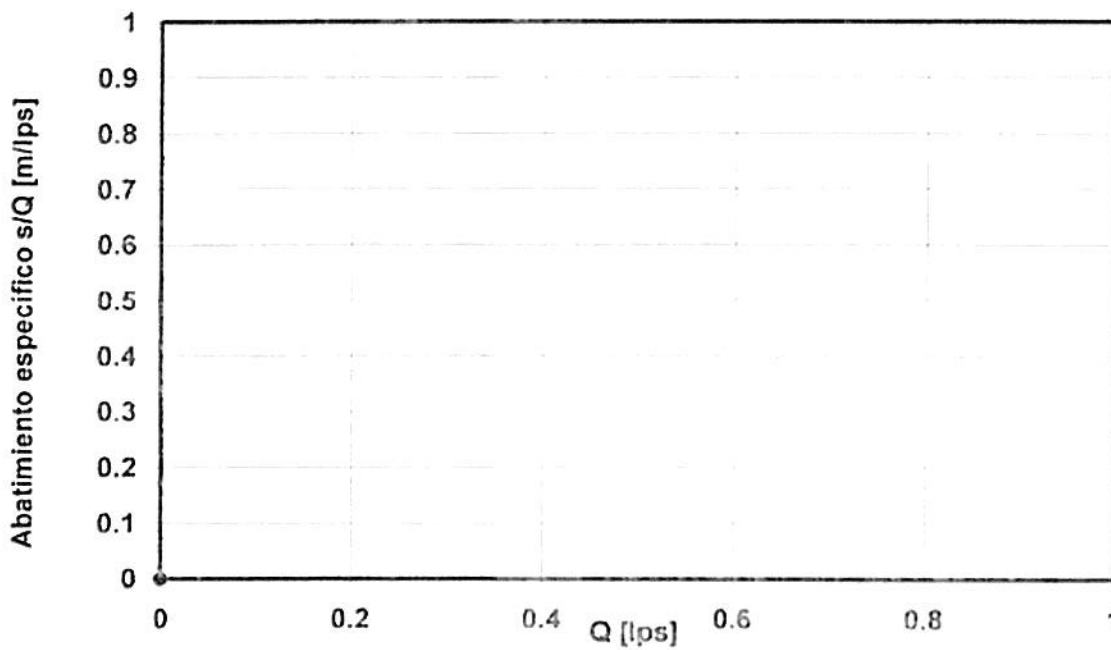
Fig -1 Prueba a caudal variable, extrapolando cada etapa a 300 minutos



COEFICIENTE DE TURBULENCIA "C"

OBTENIDO DE PRUEBA DE CAUDAL VARIABLE
UTILIZANDO JACOB, ANALIZADO POR EL METODO (BIERSCHENK, 1964)
 $s/Q = B + CQ$

Paracito, Santo Domingo, heredia



C [m/lps²] =

B [m/lps/dia] =

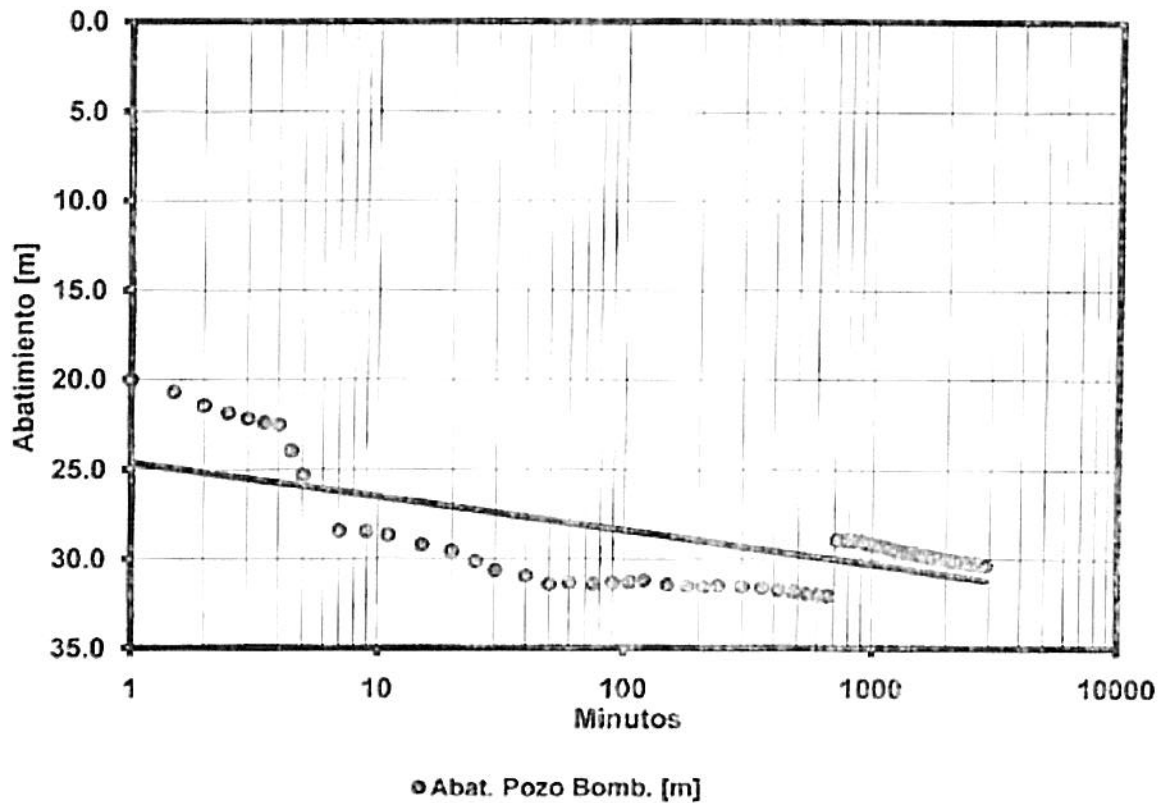
Eficiencia [%] =

Fig 2 - El valor de "C" corresponde a la pendiente del gráfico. Los valores de s/Q, son obtenidos de la extrapolación del abatimiento a los 300 minutos.



PRUEBA DE BOMBEO ABATIMIENTO- POZO DE BOMBEO

Paracito, Santo Domingo, heredia



T [m²/día] = 83.69
S =

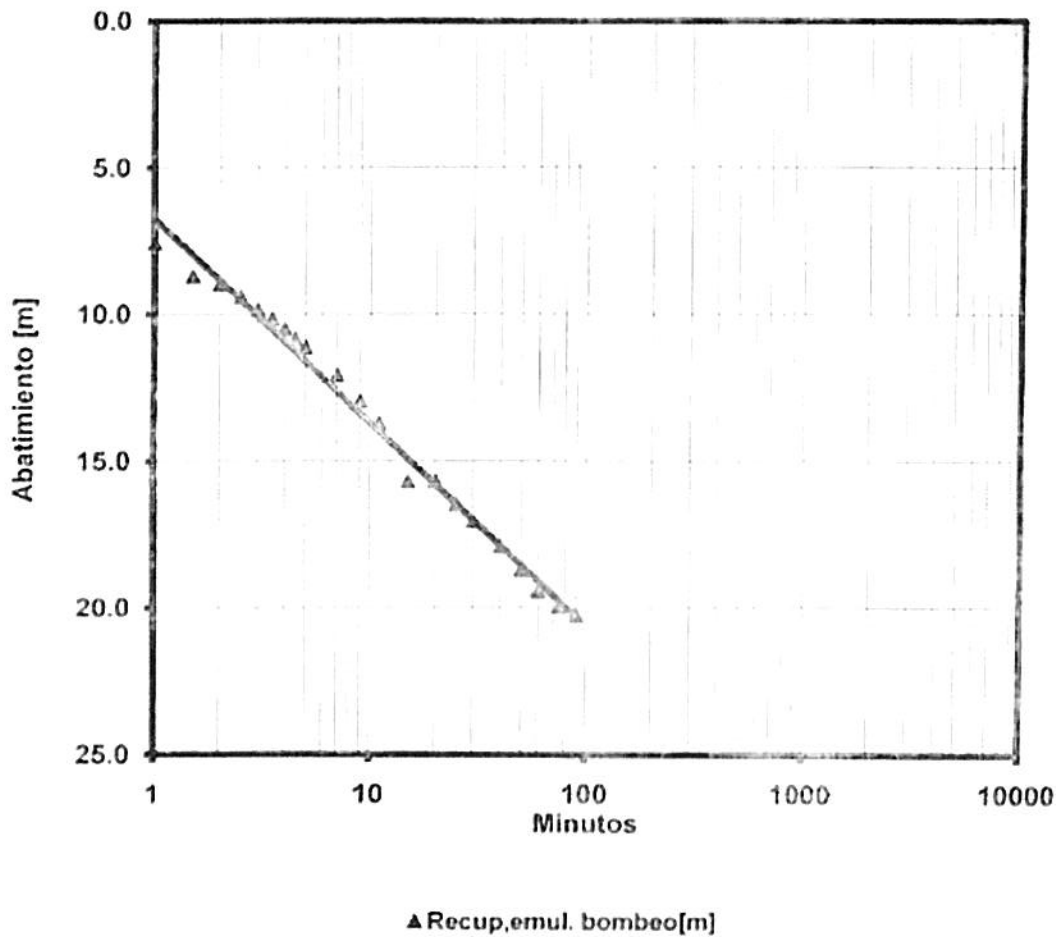
Nivel Estático [m] = 85.30
Q [lps] = 10.02

Fig 3 - Gráfico de abatimientos en el pozo de bombeo y valores de trasmisividad coeficiente de almacenamiento calculados



PRUEBA DE BOMBEO-RECUPERACION

Paracito, Santo Domingo, heredia



T [m²/dia] = 22.82
S =

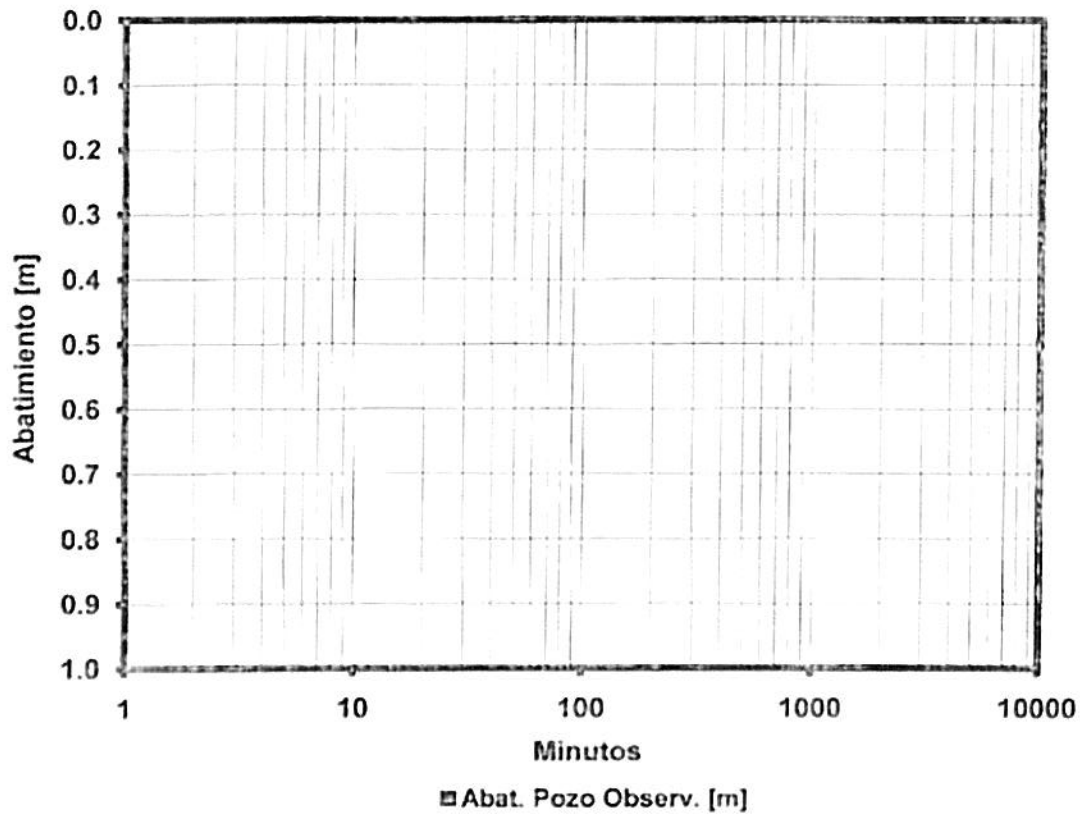
Recuperación [%] = 64
Q [lps] = 10.02

Fig 3 - Gráfico de recuperación en el pozo de bombeo y valores de trasmisividad, coeficiente de almacenamiento y % de recuperación calculados



PRUEBA DE BOMBEO - POZO DE OBSERVACION

Paracito, Santo Domingo, heredia



T [m²/d] =
S =

Q [lps] = 10.02

Fig 4 - Gráfico de abatimientos en el pozo de observación y valores de transmisibilidad y coeficiente de almacenamiento calculados



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-05570-2014

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago
Teléfono: (506) 279-5118
Fax: (506) 279-5073
e-mail: tmora@aya.go.cr

ICA ECA

La información contenida en este informe es propiedad de AYA y no debe ser divulgada sin el consentimiento escrito de AYA.

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | | | |
|-------------------|--|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| Cliente: | GRAN AREA METROPOLITANA | | Proc. muestreo | AYA-PT-019-5 | |
| Contacto: | Ing. Rolando Rojas | | Muestreado por | Solis Salazar Rafa | |
| SISTEMA: | POZO PARACITO 14-02 STO DOMINGO | | Fecha de muestreo | 24-Jul-14 | |
| | | | Fecha de ingreso: | 24-Jul-14 | |
| Muestreo: | POZO | | Fecha de Reporte: | 08-ago-14 | |
| Dirección: | SALIDA DE POZO | | Inicio Análisis MIC: | | |
| | | | Teléfono: | 2245-61-27 | |
| PROVINCIA: | Heredia | CANTON: | Santo Domingo | Tipo de muestra: | Agua |
| e-mail: | rojas@aya.go.cr | Fax: | 2245-61-27 | Hora de recolección: | 09:30 |

DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

| PARAMETRO | E | RESULTADO | UNIDADES | INCERT | LD | LC | METODO | V.REC | V.MAX |
|------------------|---|-----------|----------|--------|-------|-------|-----------|-------------|---------|
| Alcalinidad | * | 99 | mg/L | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 2320 | | |
| Aluminio | * | 90 | µg/L | 1,0 | 1,0 | 4,0 | 3125 B | | 200 |
| Antimonio | * | N.D. | µg/L | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 3125 B | | 5 |
| Arsénico | * | N.D. | µg/L | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 3113 B | | 10 |
| Cadmio | * | N.D. | µg/L | 0,30 | 0,40 | 0,90 | 3113 B | | 3 |
| Calcio | * | 18,2 | mg/L | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3500-Ca B | 100 | |
| Cloruros | * | 1,88 | mg/L | 0,15 | 0,25 | 0,71 | 4110B Cro | 25 | 250 |
| Cobre | * | 2 | µg/L | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 3113 B | 1000 | 2000 |
| Color Aparente | * | D. | UPt-Co | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 2120 C | 5 | 15 |
| Conductividad | * | 235 | µS/cm | 1,0 | 2 | 4 | 2510 | 400 | |
| Cromo | * | N.D. | µg/L | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 3113 B | | 50 |
| Dureza de Calcio | * | 46 | mg/L | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 3500-Ca D | | |
| Dureza Total | * | 97 | mg/L | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 2340 C | 400 | 500 |
| Fluoruro | * | 0,20 | mg/L | 0,010 | 0,050 | 0,10 | 4500-F | | 0,7-1,5 |
| Fosfatos | * | N.D. | mg/L | 0,32 | 0,40 | 0,80 | 4110B Cro | | |
| Hierro | * | 134 | µg/L | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 3113 B | | 300 |
| Magnesio | * | 12,5 | mg/L | 0,10 | 0,50 | 1,0 | 3500 B | 30 | 50 |
| Manganeso | * | D. | µg/L | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 3113 B | 100 | 500 |
| Mercurio | * | N.D. | µg/L | 0,10 | 0,11 | 0,15 | 3125 B | | 1 |
| Niquel | * | N.D. | µg/L | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 3113B | | 20 |
| Nitratos | * | 3,84 | mg/L | 0,53 | 0,81 | 1,40 | 4110B Cro | | 50 |
| Nitritos | * | N.D. | mg/L | 0,026 | 0,040 | 0,080 | 4110B Cro | | |
| pH | * | 6,62 | | 0,10 | 0,10 | 0,20 | 4500-H+ | 6,5-8,5 | |
| Plomo | * | N.D. | µg/L | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 3113B | | 10 |
| Potasio | * | 3,8 | mg/L | 0,80 | 1,0 | 1,5 | 3500-K B | | 10 |
| Selenio | * | D. | µg/L | 0,10 | 0,20 | 0,70 | 3125B | | 10 |
| Sodio | * | 9,2 | mg/L | 2,1 | 2,3 | 2,9 | 3500-Na B | 25 | 200 |
| Sulfatos | * | 1,74 | mg/L | 0,53 | 1,00 | 2,70 | 4110B Cro | 25 | 250 |
| Temperatura | * | 21,7 | °C | 0,10 | | | 2550 B | 18 a 30) °C | |
| Turbiedad | * | 2,5 | UNT | 0,10 | 0,12 | 0,15 | 2130 B | <1 | 5 |
| Zinc | * | N.D. | µg/L | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 3125 B | | 3000 |



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-05570-2014

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Trea Rios, Callejo
Telefono: 506, 278-5118
Fax: 506, 278-5973
e-mail: ayalab@ayalab.com

ICA

INSTITUTO COSTA RICANO
DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Y TECNOLÓGICAS

INCERT: Corresponde a la Incertidumbre expandida $k=2$ para un 95% de confianza

LD: Limite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Limite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

METODO: Corresponde al código del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

N.D.: No detectable bajo el limite de detección

D.: Detectable pero no cuantificable

- Ensayo acreditado. Ver alcance en www.ica.or.cr

** Ensayo no acreditado

Condiciones Ambientales:

Muestra recolectada después de 46 horas de bombeo, caudal 10 L/s

Observaciones:

Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 32327-S.

Se prohíbe la reproducción de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Laboratorio

Lic Marco Sequeira Barquero
Jefe del Laboratorio Químico

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Laboratorio Nacional de Aguas

Análisis Microbiológico

| Procedencia POZO PARACITO 14-02 STO DOMINGO | | Solicitado por REG. AREA METROPOLITANA* | | Recolección 24/07/2014 | |
|---|---------------|---|---------------------------------|---|-----------------------|
| Cantón Santo Domingo | | Recolectado por RAFAEL SOLIS | | Conclusión análisis: 27/07/2014 | |
| Provincia HEREDIA | | Tipo de muestra <small>Pozos o manantiales</small> | Número reporte 118517 | Emisión reporte 28/07/2014 | |
| PUNTO DE MUESTREO | HORA MUESTREO | CLORO RESIDUAL mg/L | COLIFORMES * 100 mL* | | AMP E. coli 44 5°C |
| | | | TOTALES | FECALÉS | |
| POZO <small>Salida de pozo</small> | 9:30 | | | Negativo | Negativo |
| <p>1- Orden: 03709-14.</p> <p>2- Reporte de campo: a) este pozo empezó a funcionar el 22-07-2014 a las 11:00 a.m., tienen 46 horas de estar en bombeo se realizó el muestreo del día 24/07/2014 a las 9:30 a.m. b) caudal: 10 L/s.</p> <p>3- Criterio microbiológico de evaluación de pozos y manantiales: a) calidad excelente: menor o igual a 0 coliformes fecales/100 mL, sin E.coli.; b) calidad buena: 1-21 coliformes fecales/100 mL, c) calidad regular: 22-50 coliformes fecales/100 mL, d) calidad mala: mayor a 50 coliformes fecales/100 mL.</p> <p>4- En este análisis puntual, en base a los criterios de pozos y manantiales, la densidad de coliformes detectada indica que el agua de la muestra evaluada es de calidad excelente.</p> | | | | | |
| PROFESIONAL RESPONSABLE | | | LOGIA | | |

REPORTE DE PERFORACIÓN

página 1

Empresa Perforadora

Perforadora Santos Limitada

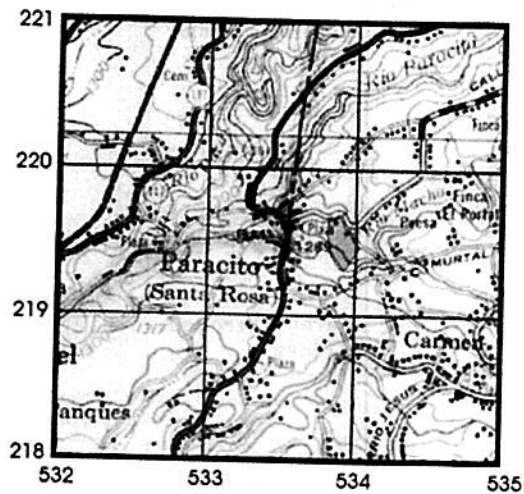
Pozo número AB-2411 Bitácora B N° 3205-06

Localidad Platanares, San Jerónimo, Moravia, San José

Croquis del pozo con relación al terreno



UBICACIÓN CARTOGRÁFICA



Hoja Abra No 3443 II
Escala 1:50 000 Elevación 1330 m
Latitud 219466 Longitud 534029

Propietario **Carillanca S.A.**

| | | |
|--|---|------------------------------------|
| Uso que se dará al agua Riego | Método de perforación Roto-percusión con aire comprimido y espumante | Equipo de perforación DrillTech |
| Inicio de la perforación 26 de junio del 2006 | Final de la perforación 3 de julio del 2006 | Profundidad total 123 m |

VARIACIÓN DE NIVEL DE AGUA AVANCE DE LA PERFORACIÓN

| Prof (m) | Nivel (m) |
|----------|----------------|
| 30 | Aparece agua |
| 60 | Aumenta caudal |
| 123 | 23 |

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DETALLADA

| Tramo (m) | Descripción |
|-----------|--|
| 0.0-15 | Cenizas de coloración café, de grano muy fino a fino, se encuentran moderadamente consolidados. |
| 15-33 | Intercalación de cenizas de coloración café y grano muy fino, con brechas compuestas de fragmentos de lavas andesíticas, con diferentes grado de alteración, tamaños y texturas, clastos centimétricos. |
| 33-78 | Lava afanítica porfírica con fenocristales de plagioclasas en una matriz africa de coloración verdosa a gris levemente alterada, la porosidad primaria por vacuolas es baja, mientras que la porosidad secundaria por fracturas es moderada. |
| 78-123 | Brecha compuesta por fragmentos de lavas porfíricas de composición andesítica, se presenta con variaciones en la alteración, meteorización y en la textura de los clastos, presenta una porosidad alta. |

DEPARTAMENTO DE AGUA

RECIBIDO

SENA R Subterráneas

19 Julio 2006

CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS ENCONTRADAS

El pozo captó un acuífero fisural generado en fracturas, en la porosidad primaria y secundaria de las lavas y brechas perforadas, el primer nivel del saturación de las misma se localizó a una profundidad 30 m el cual corresponde con un nivel superficial albergado en las capas de cenizas y brechas superiores, posterior a este, se presenta un nivel inferior localizado en las lavas y brechas perforadas después de los 60 metros de profundidad, el mismo aumento el aporte del agua conforme se penetraba en el pozo, se presume se encuentra confinado ya que al final de la perforación el nivel del agua se estabilizo a una profundidad de 23 m. Se ha concluido que el pozo presenta una penetración parcial en el acuífero Colima Superior.

Re

5208

PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES

- PERFORACION DE POZOS PROFUNDOS
- ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS

- PRUEBAS DE BOMBEO
- BOMBLAS SUMERGIBLES

INFORME DEL POZO

AB-1460

PROPIEDAD DE

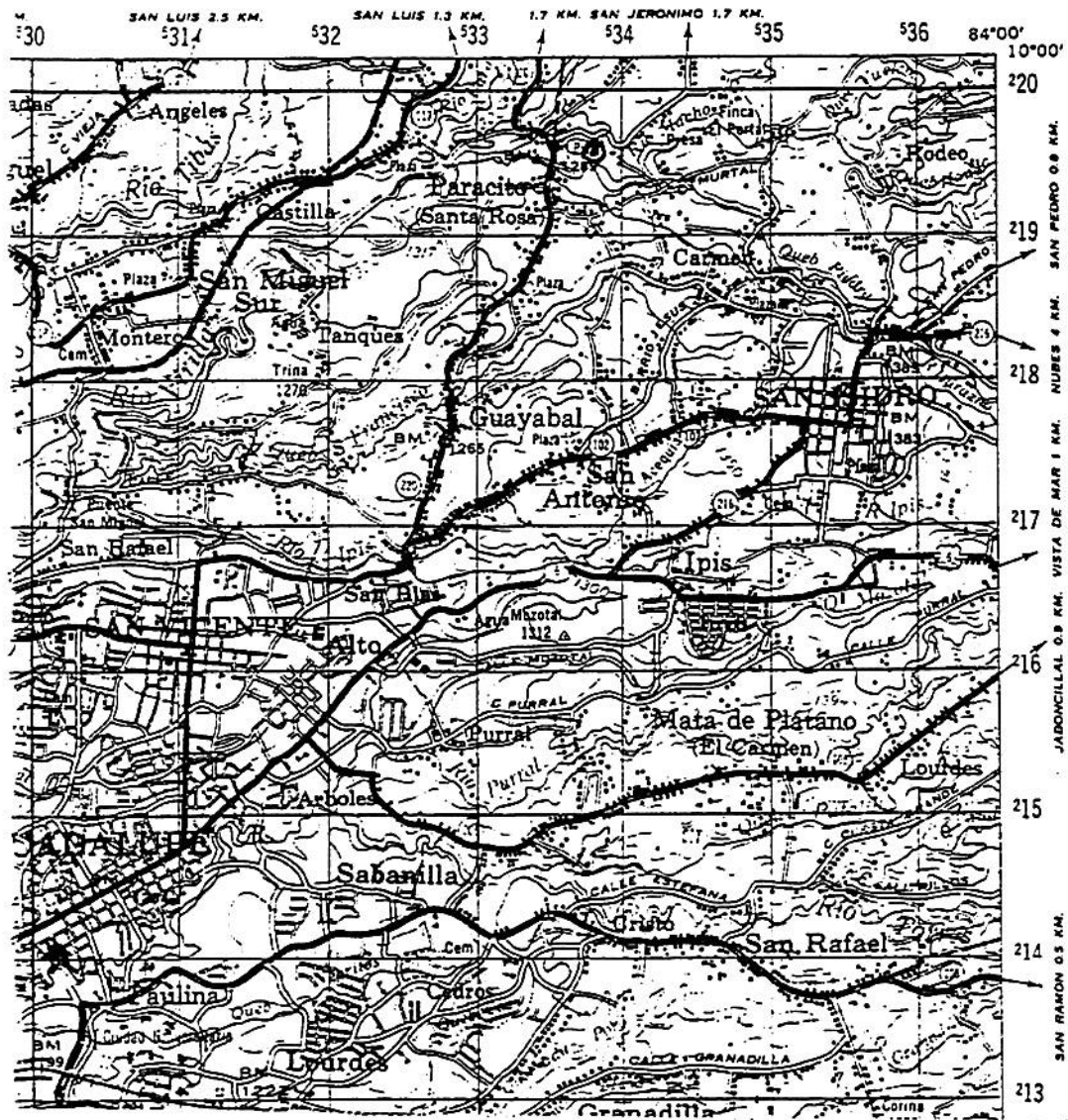
D O N T O M A T E S . A .

EN PARASITO DE MORAVIA

PROVINCIA DE SAN JOSE

- ENERO DE 1993 -

TEL. 82-7046 SANTA ANA, SAN JOSE



PERFORACIONES
WILLIAM RAMOS ROBLES

MAPA
DE
UBICACION

© 1920

PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES

- PERFORACION DE POZOS PROFUNDOS
- ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS
- PRUEBAS DE BOMBEO
- BOMBAS SUMERGIBLES

secundarias. Además el contenido arcilloso es considerable. Estas rocas son de origen piroclástico.

La permeabilidad aparente es media.

49,5 a 50 m.= LAVA, de alta dureza, coloracion negra, del tipo basáltica.

3. HIDROGEOLOGIA:

El acuífero captado esta compuesto por las tobas piroclásticas; el nivel freático se encuentra a 7 m. de profundidad.

Se llevo a cabo una prueba de bombeo por medio de la cual se determinó que la formación tobacea tiene una baja capacidad de almacenar y transmitir agua, pues el potencial del pozo es un maximo de 10 GPM.

La baja permeabilidad de esta formación se debe a que su matriz tiene un alta cantidad arcillas y limos.

Al pozo le fue instalada una bomba sumergible con motor de 3/4 H.P., colocada a 47 m. de profundidad con tubería de 25 mm. de diámetro de H.G., también se le colocaron electrodos de arranque y pare colocados a 42,5 y 46,6 m. respectivamente.

4. RECOMENDACIONES:

- Realizar análisis de agua, tanto físico-químicos como bacteriológicos.

TEL. 82-7046 SANTA ANA, SAN JOSE



PERFORADORA COSTARRICENSE LTDA.

FUNDADA EN 1957

Teléfonos: 225-9531 / 225-9690 • Fax: (506) 225-9912 • Apdo. 4194-1000 San José

UNA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA PERFORACION DE POZOS DE AGUA,
EQUIPOS DE BOMBEO Y ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS

| | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------|----------------|
| POZO Nº: | AB- 1605. | MAQUINA: | # 12 |
| UBICACION: | SANTA ROSA DE MORAVIA | OPERADOR: | SERGIO FONSECA |
| HOJA CARTOGRAFICA: | ABRA | FECHA: | JULIO 97 |
| COORDENADAS: | LATITUD: 219.70 | LONGITUD: | 532.75 |

| PROFUNDIDAD (metros) | DESCRIPCION LITOLOGICA | DATOS |
|----------------------|--|--|
| 0 | 0-11 METROS GRAVA Y ALUVION CON ARCILLA. CONTIENE BLOQUES DE RIO | Propietario: AGRICOLA CASTILLO HINOS. LTDA. Profundidad: 112 MTS. m. |
| 10 | 11-40 METROS LAVAS BRECHOSAS SUELTAS. 40-78 METROS LAVAS FRACTURADAS, SANAS. | Topografía: PLANA EN TERRAZA DE RIO Perforación por: Rotación X Percusión: Diámetro de perforación: 300 mm Revestimiento: tipo PVC SDR-26 DE ø 200 mm. |
| 20 | 78-96 METROS MATERIAL HETEROGENEO. CONTIENE FRAGMENTOS LAVICOS Y ARCILLA. PERMEABILIDAD: BAJA A MUY BAJA | Rejilla: tipo PVC SDR-26 RANURADO A MAQUINA ø 200 mm. de m. ø 88 m. ts. |
| 30 | 96-112 METROS GRAVA DE RIO. CONTIENE MUCHOS FRAGMENTOS REDONDEADOS. SIN ARCILLA. PERMEABILIDAD APARENTE: ALTA. | EQUIPO DE BOMBEO Bomba tipo: NO SE HA INSTALADO Instalada a Mts. con tubería de ø Caudal de bombeo: G.P.M. L/s. Nivel estático: 68 METROS Nivel dinámico: Estabilizado SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| 40 | | Electrodos: Arranque Mts. Apagado Mts. Usos: Industrial Doméstico: Irrigación: |
| 50 | | Otros: LAVADO DE BANANO Calidad: Color CRISTALINO Suministramos energía eléctrica: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> |
| 60 | | Muestreo: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| 70 | | Fecha de inicio de la obra: JUNIO 97 Fecha de conclusión de la obra: JUNIO 97 |
| 80 | | Observaciones: 1. AGUA APARECIO A LOS 98 MTS. 2. CAUDAL RECOMENDADO DE EXPLOTACION: 100 GALONES/MINUTO. |
| 90 | | |
| 100 | | |

PERFORADORA COSTARRICENSE LTDA.
 Hido-Geólogo
MANRIQUE ORTIZ
 Credencial #141-C.G.C.R.



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

San José, Costa Rica

Apartado 1097-1200. Teléfono 2242-6516. vramos@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Rolando Rojas Castro
UEN Producción y Distribución GAM

FECHA: 30 de junio del 2020

DE: Viviana Ramos Sánchez
UEN Gestión Ambiental

No. UEN-GA-2020-02518

Asunto: Delimitación de la Zona de Protección Bacteriológica del Pozo Paracito (14-02) en Santo Domingo, Heredia

En atención a su solicitud, se adjunta el estudio Hidrogeológico: Delimitación de la Zona de Protección Bacteriológica del pozo Paracito (14-02) en Santo Domingo, Heredia, en el cual se indican como conclusiones las siguientes:

1. El área de estudio se encuentra en un medio geológico de origen volcánico conformado en superficie por una cobertura de suelo de tipo limoso, continua con un paquete de tobas. La secuencia sigue con un paquete de lavas de tipo andesíticas fracturadas y en algunos tramos brechosos. Estas lavas se encuentran cortadas por otro paquete de tobas. Como basamento se identifica un paquete de cenizas sin consolidar.
2. En la zona operacional y zona de protección absoluta se deberá cumplir lo siguiente:
 - La zona operacional de protección absoluta, donde se localiza la captación del pozo debe contar con las dimensiones mínimas de 15 metros de radio alrededor de este.
 - La zona de protección absoluta solamente deberá ser utilizada para actividades relacionadas con la extracción misma del agua.
 - Las partes usadas para actividades de mantenimiento del pozo deben estar debidamente selladas (sin fugas), para prevenir la infiltración de sustancias químicas u otras (aceites, etc).
 - Mantener una cerca perimetral alrededor de la fuente.

3. La zona de protección absoluta bacteriológica se define mediante la metodología de radio fijo con unas dimensiones de 58,37 m medidos tanto a ambos lados del pozo, así como en dirección aguas arriba, mientras que en la dirección aguas abajo la distancia está dada por el límite de la zona operacional y de protección absoluta correspondiente a 15 m. Esta zona no se debe permitir la instalación de tanques sépticos, almacenamiento de hidrocarburos o ningún tipo vertido (fertilizantes, herbicidas, aguas residuales) en el suelo.

4. La zona donde se localiza el pozo se clasifica como de vulnerabilidad baja, según la metodología de GOD para la clasificación de la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos.

5. Se recomienda mantener un monitoreo constante de análisis físico-químico y bacteriológicos para el pozo.

6. Se indica que desde el criterio técnico hidrogeológico el área mínima para protección bacteriológica del pozo Paracito (14-02) es de 900 m², donde la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del agua subterránea en esta área es baja.

C: Yamileth Astorga Espeleta, Presidencia Ejecutiva
Florentino Fernández Venegas, Sugerencia Ambiental Investigación y Desarrollo
Christian Delgado Segura, UEN Gestión Ambiental
Asdrúbal Pérez Alfaro, UEN Producción y Distribución GAM
Isabel Fallas Salamanca, UEN Gestión Ambiental

Archivo: