



INFORME DE LA CONTRATACIÓN DIRECTA

N° 2015 CDS-00021-PRI, AYA

***PARA LA DEFINICIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE
DOS NACIENTES BAJO HERRERA, PURISCAL***

Hidrogeól. Sandra Arredondo Li

Contraparte técnica y administrativa de la contratación:

MSc. Viviana Ramos Sánchez

Área Funcional de Hidrogeología-AYA

Diciembre, 2015



**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, Annette Henchoz Castro

N° Cédula: 1-0725-0409

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Sub 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, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

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

E-mail: centrodoc@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por
Annette Henchoz Castro
Fecha: 2019.11.25 16:07:20
-05'00'

Firma: _____

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	OBJETIVO.....	6
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.1.2	METODOLOGÍA APLICADA.....	6
1.1.3	FOTOGRAFÍAS DE LAS NACIENTES BAJO HERRERA, PURISCAL.....	8
2	GEOLOGÍA	9
2.1	GEOLOGÍA REGIONAL.....	9
2.1.1	BASAMENTO Y ROCAS SEDIMENTARIAS PALEÓGENAS.....	9
2.1.1.1	FORMACIÓN TULÍN.....	10
2.1.1.2	FORMACIÓN CARAIGRES.....	10
2.1.2	SEDIMENTITAS Y VOLCANITAS NEÓGENAS.....	10
2.1.2.1	FORMACIÓN PACACUA.....	10
2.1.2.2	FORMACIÓN PEÑA NEGRA.....	10
2.1.2.3	FORMACIÓN CORIS.....	10
2.1.2.4	FORMACIONES LA CRUZ Y GRIFO ALTO.....	10
2.1.3	VULCANISMO CUATERNARIO.....	11
2.1.3.1	FORMACIÓN TIRIBÍ.....	11
2.1.4	TECTÓNICA.....	11
2.2	GEOLOGÍA LOCAL.....	13
2.2.1	FORMACIÓN LA CRUZ.....	13
2.2.2	FORMACIÓN GRIFO ALTO.....	15
2.3	TECTÓNICA.....	18
3	HIDROGEOLOGÍA	19
3.1	ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS.....	19
3.2	MANANTIALES EN BAJO HERRERA, PURISCAL.....	21
4	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS	28
4.1	NACIENTES BAJO HERRERA.....	28
5	MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL	31
5.1	ACUÍFERO GRIFO ALTO.....	31
6	ZONAS DE PROTECCIÓN DE LAS NACIENTES	33
6.1	NACIENTES BAJO HERRERA.....	33
6.1.1	MÉTODO DE TIEMPO DE TRÁNSITO DE DEGRADACIÓN DE BACTERIAS.....	33
6.1.2	MÉTODO DEL RADIO FIJO.....	35
6.1.3	MÉTODO DE GRUBB.....	36
7	CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS FUENTES	40
8	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD CON EL MÉTODO GOD	40
8.1	ACUÍFERO VOLCÁNICO FORMACIÓN GRIFO ALTO (NACIENTE BAJO HERRERA, FUENTE N° 1).....	41
8.2	ACUÍFERO VOLCÁNICO FORMACIÓN GRIFO ALTO (NACIENTE BAJO HERRERA, FUENTE N° 2).....	41
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
10	REFERENCIAS	45

1 INTRODUCCIÓN

El estudio hidrogeológico realizado comprende la definición de las zonas de protección de dos nacientes ubicadas en el sector de Bajo Herrera, en el cantón de Puriscal, conocidas como: Fuente N° 1 y Fuente N° 2.

Las fuentes son manantiales que descargan un acuífero de moderado a bajo caudal albergado en la Formación Grifo Alto en ambos casos. En la zona de Bajo Herrera las fuentes se encuentran captadas.

En el Cuadro N° 1, se resume las nacientes analizadas y su ubicación cartográfica en coordenadas Lambert.

Cuadro N° 1. Manantiales analizados en el estudio.

Nombre de la fuente	Tipo de fuente	Este (m)	Norte (m)	Altura de cada fuente en (m.s.n.m)	Caudal (L/s)
Fuente N° 1	Manantial	503835	205552	988,97	2,75*
Fuente N° 2	Manantial	503812	205559	990,03	2,40*
TOTAL CAUDAL (L/s)					5,15

*Nota: *Datos aportados por el Ingeniero. Carlos Felipe Ramírez Monge, del AyA Puriscal, Aforo realizado en Mayo del 2016 (Anexo N° 1).*

Los manantiales Bajo Herrera, se ubican 800 m al sur este del poblado de Tinamaste de Puriscal, el acceso se realiza por caminos vecinales y al sitio se llega a pie.

En la Figura 1 y Figura 2 se presentan los mapas de ubicación de los manantiales evaluados.

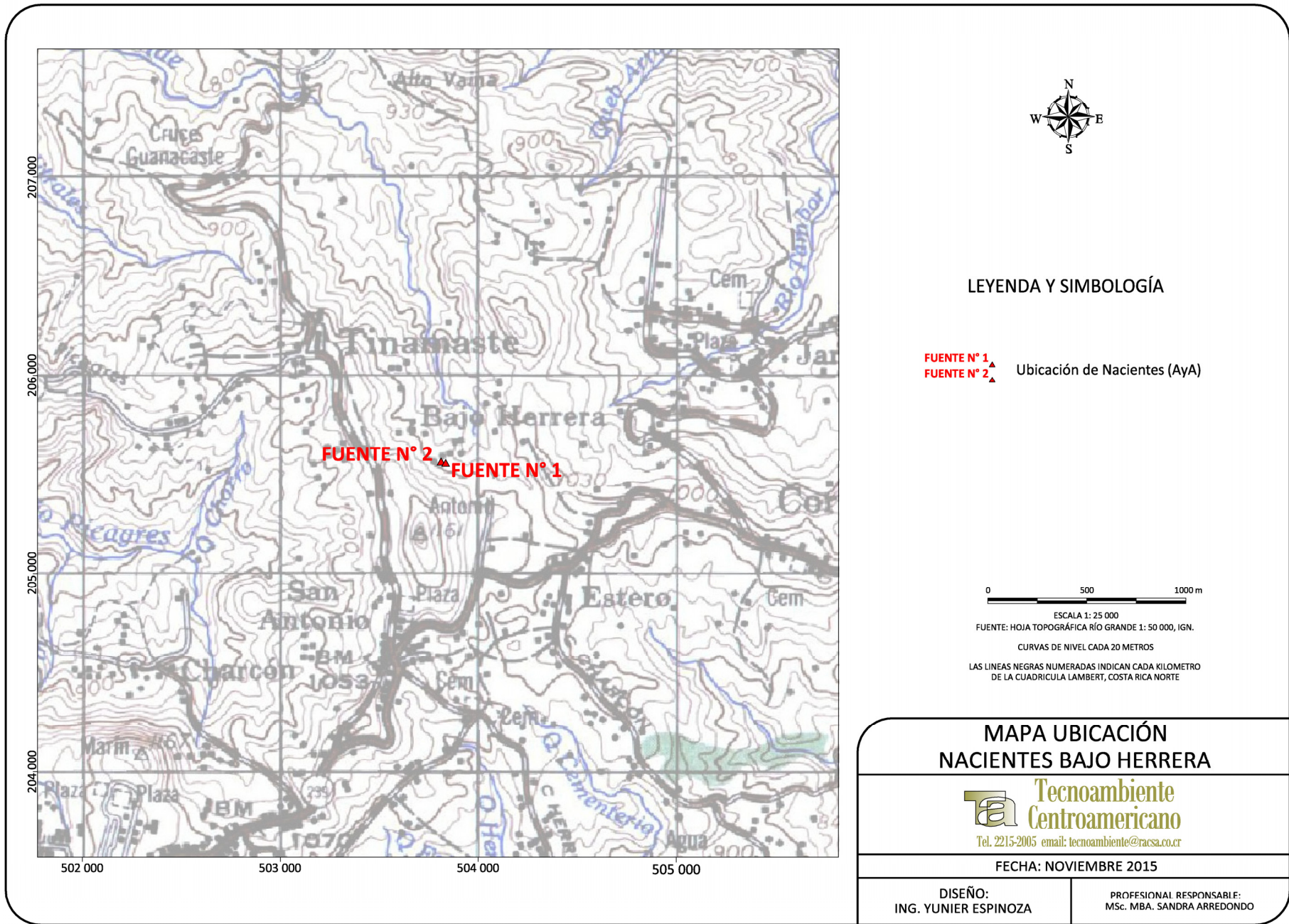


Figura 1. Ubicación de las dos nacientes de Bajo Herrera, Puriscal.



LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

FUENTE N° 1 ▲
 FUENTE N° 2 ▲ Ubicación de Nacientes (AyA)

0 25 50 m
 ESCALA 1: 1250
 FUENTE: ORTO FOTO, SNIT CATASTRO - REGISTRO 1: 5000.
 LAS LINEAS NEGRAS NUMERADAS INDICAN CADA KILOMETRO DE LA CUADRICULA LAMBERT, COSTA RICA NORTE

MAPA UBICACIÓN
 NACIENTES BAJO HERRERA

Ta Tecnoambiente
 Centroamericano
 Tel. 2215-2005 email: tecnoambiente@racsacsa.co.cr

FECHA: NOVIEMBRE 2015

DISEÑO:
 ING. YUNIER ESPINOZA

PROFESIONAL RESPONSABLE:
 MSc. MBA. SANDRA ARREDONDO

Figura 2. Ubicación de las dos nacientes en Bajo Herrera, Puriscal con ortofoto.

1.1 OBJETIVO

El objetivo de la contratación es el de desarrollar un estudio hidrogeológico que contemple la definición de las zonas de protección de las fuentes de agua seleccionadas por el AyA, con el fin de establecer la zona de protección absoluta o inmediata que se requiere para protección ante la amenaza a contaminación, como medida preventiva.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos se han establecido:

- 1) Obtener un mapeo geológico de campo en los alrededores de cada fuente de agua.
- 2) Identificar si existen otras fuentes de agua cercanas que permitan analizar la situación circundante, como pozos u otras nacientes.
- 3) Obtener el caudal de cada fuente de agua.
- 4) Ejecutar una campaña de pruebas de permeabilidad en los alrededores de cada naciente.
- 5) Obtener los datos de porosidad del suelo en la zona de influencia de cada naciente.
- 6) Definir el modelo hidrogeológico de cada zona evaluada.
- 7) Calcular las zonas de protección de cada fuente de agua utilizando métodos aplicados internacionalmente para obtener la zona de protección absoluta inmediata.
- 8) Reportar la calidad del agua de cada fuente captada o a captar.

1.1.2 METODOLOGÍA APLICADA

Para elaborar el estudio se realizó un mapeo geológico en 1 km² a escala 1:25 000 que incluye un perfil hidrogeológico por con las nacientes, los espesores calculados para las unidades geológicas se basan en el trabajo de campo realizado.

Adicionalmente se recopiló la información de pozos y nacientes en los alrededores de cada fuente de agua con el fin de establecer el modelo geológico e hidrogeológico para cada caso.

En caso donde fue posible, se trató de medir niveles freáticos en pozos cercanos para verificar las condiciones actuales de los niveles de agua subterránea con el fin de elaborar el mapa de isofreáticas para cada sector, de lo contrario se tomó información registrada oficialmente de los archivos institucionales.

Los datos de caudales y parámetros hidráulicos se toman de los registros reportados por el AyA en la región, SENARA y Departamento de Aguas del MINAE, sin embargo en algunos casos no se cuenta con caudales, parámetros hidráulicos o pruebas de bombeo, por lo tanto se realiza la valoración con datos de estudios previos y de la literatura internacional, válida para acuíferos con similares condiciones geológicas.

Las porosidades en la zona no saturada se obtuvieron de muestreos de suelos “in situ” que fueron analizados en el Laboratorio de Suelos INTA, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).



Para desarrollar el cálculo de las zonas de protección se utilizaron metodologías usadas internacionalmente, estas son: Grubb, método analítico y radio fijo; para ello se ejecutaron tres pruebas de permeabilidad para cada nacimiento evaluada usando el método Porchet, mismos sitios donde se tomaron las muestras de suelo para ser evaluadas en el laboratorio del INTA, con el fin de obtener el valor de porosidad para los cálculos hidráulicos.

Adicionalmente se realizó un análisis de la vulnerabilidad a la contaminación en la zona de protección inmediata y a un radio de 500 m alrededor de la fuente utilizando el método GOD, el resultado se presenta en un mapa escala 1:25 000.

1.1.3 FOTOGRAFÍAS DE LAS NACIENTES BAJO HERRERA, PURISCAL

En el Cuadro N° 2 se presentan fotografías de las nacientes analizado.

Cuadro N° 2. Estado Actual de las Nacientes Bajo Herrera.

Nombre de la fuente	Fotografía de las Nacientes
Fuente N° 1	 <p>The photographs for Fuente No. 1 show a concrete structure in a lush, green environment. One image shows a close-up of the structure's top, which appears to be a collection point for water. Another image shows the structure from a wider angle, surrounded by dense vegetation. A sign is visible in the background of one of the photos. A fourth image is a close-up of the identification sign, which reads: 'INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, REGIÓN CENTRAL OESTE, CANTONAL DE PURISCAL, FUENTE No. 1 CORROGRES, CALLE LOS HERRERA, El agua es vida ¡Cuidémosla!'.</p>
Fuente N° 2	 <p>The photographs for Fuente No. 2 show a concrete structure in a lush, green environment. One image shows a close-up of the structure's top, which appears to be a collection point for water. Another image shows the structure from a wider angle, surrounded by dense vegetation. A sign is visible in the background of one of the photos. A fourth image is a close-up of the identification sign, which reads: 'INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, REGIÓN CENTRAL OESTE, CANTONAL DE PURISCAL, FUENTE No. 2 CORROGRES, CALLE LOS HERRERA, El agua es vida ¡Cuidémosla!'.</p>

2 GEOLOGÍA

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El área de estudio se ubica según la clasificación morfotectónica de Costa Rica (Denyer et al., 2003, 2009), en las cordilleras neógenas del arco interno, sector terminal de la cordillera de Talamanca a inicial de Aguacate.

Los trabajos de base que se han utilizado para la compilación geológica y tectónica son los de Arias & Denyer (1990), Denyer & Arias (1991), Denyer & Alvarado (2007), y Montero & Rojas (2014) (Figura 3). Estos trabajos y sus mapas han sido complementados con una revisión y afinamiento del mapa geológico (Figura 4).

Esta área de cordilleras neógenas está conformada mayoritariamente por rocas sedimentarias del Mioceno, sobreyacidas por volcanitas del Mioceno al Plioceno, y que fueron plegadas y falladas principalmente al final del Mioceno (Soto & Ruiz, 2015). El frente de montaña hacia el suroeste está conformado por un límite tectónico posiblemente activo, con fallas transcurrentes en su límite hacia rocas del basamento, mientras los cerros se siguen levantando tectónicamente (Figura 3).

El basamento oceánico, en este caso de rocas basálticas de islas oceánicas acrecionadas, con edades del Cretácico – Eoceno (Formación Tulín), están sobreyacidos por una secuencia de rocas principalmente siliciclásticas, y algunas calizas someras, con edades del Eoceno Superior en adelante, que han colmatado la cuenca en el Mioceno Superior, y que asimismo han sufrido varios procesos de magmatismo (ambos términos rocosos: plutones y volcanitas) desde el Oligoceno, y principalmente desde el Plioceno. Las deformaciones principales han ocurrido al final del Eoceno y al final del Mioceno, y actualmente hay un neotectonismo importante, concomitante con la subducción activa.

2.1.1 BASAMENTO Y ROCAS SEDIMENTARIAS PALEÓGENAS

El basamento de la cuenca de la región central de Costa Rica se encuentra aflorando en el suroeste, afectado por diversas fallas de rumbo y sobrecorrimientos.

2.1.1.1 FORMACIÓN TULÍN

Son principalmente rocas de origen de arcos de islas oceánicas con afinidad toleítica, formados entre el Cretácico Superior y el Eoceno (un rango entre 70 y 40 Ma antes del presente).

2.1.1.2 FORMACIÓN CARAIGRES

Al basamento ígneo básico lo sobreyacen discordantemente, rocas clásticas (areniscas y brechas predominantes) de composición basáltica, de ambiente sublitoral, de la Formación Caraigres, que también en parte sobreyacen a la Fm. Tulín discordantemente, y tiene edad oligocena.

2.1.2 SEDIMENTITAS Y VOLCANITAS NEÓGENAS

La cuenca somera del Oligoceno se iría colmatando a ambientes más someros, litorales a sublitorales con fuerte influencia volcánica, documentados por rocas sedimentarias y volcánicas neógenas.

2.1.2.1 FORMACIÓN PACACUA

Son rocas volcanoclásticas de ambientes someros del Mioceno Inferior, que sobreyacen concordantemente a la Fm. Caraigres y por falla a la Fm. Tulín.

2.1.2.2 FORMACIÓN PEÑA NEGRA

Son lutitas y areniscas finas oscuras, muy duras, de ambientes de cuencas someras anóxicas sedimentadas en el Mioceno Medio, sobreyaciendo concordantemente y en parte lateral a la Fm. Pacacua.

2.1.2.3 FORMACIÓN CORIS

Son rocas litorales, que incluyen ortocuarcitas y tobas, sobreyaciendo concordantemente y en parte lateral a la Formación Peña Negra, producidas en el Mioceno Superior.

2.1.2.4 FORMACIONES LA CRUZ Y GRIFO ALTO

El volcanismo andesítico y explosivo cada vez más continentalizado de un arco de islas, está representado por toda una espesa secuencia volcánica extrusiva, piroclástica y epiclástica del Grupo Aguacate, principalmente las Fm. La Cruz y Grifo Alto, con edades desde el Oligoceno hasta el

Plioceno, en gran parte contemporáneas y aportadoras a las cuencas sedimentarias, de modo que algunos ambientes parálisos son evidentes en las rocas del final del Mioceno, interdigitadas con las vulcanitas, sobreyaciendo a las rocas de la Formación La Cruz y formando una facies terminal de esta formación. El vulcanismo del Neógeno se dio en un arco que se encontraba en un eje más cercano a los Cerros de Escazú (hacia el noreste del área en estudio), el cual cesó en el Plioceno y saltó luego en el Pleistoceno hacia el noreste.

2.1.3 VULCANISMO CUATERNARIO

El vulcanismo del Neógeno cesó en el Plioceno y saltó luego en el Pleistoceno hacia el noreste, iniciando el vulcanismo de la Cordillera Volcánica Central, sobre todo en el último millón de años. Rocas piroclásticas y lávicas distales se han depositado en el Valle Central y llegado al área periférica de estudio.

2.1.3.1 FORMACIÓN TIRIBÍ

Es una ignimbrita soldada con varias facies de soldamiento, que se extiende desde su origen en la cima del volcán Barva hasta la cercanía de la costa pacífica y que en sectores distales rellena valles, Tienen una edad de 322 mil años, esto es, Pleistoceno Medio.

2.1.4 TECTÓNICA

Dos eventos tectónicos mayores han plegado y fallado las secuencias sedimentarias, principalmente al final del Eoceno y al final del Mioceno. Por eso, todas las rocas previas al Plioceno, se encuentran muy plegadas y dislocadas. El fallamiento actual incluye mayoritariamente estructuras de desplazamiento de rumbo con direcciones NW a WNW, debido a una rotación del sector noroeste de Costa Rica y promovido por la subducción de la Cordillera del Coco, de modo que toda esta zona de deformación se ubica en el Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica. Los movimientos diferenciales, son los causantes de la tectónica de levantamiento de los cerros periféricos a Puriscal y otras estribaciones de Talamanca, y la exhumación de parte del basamento al suroeste.

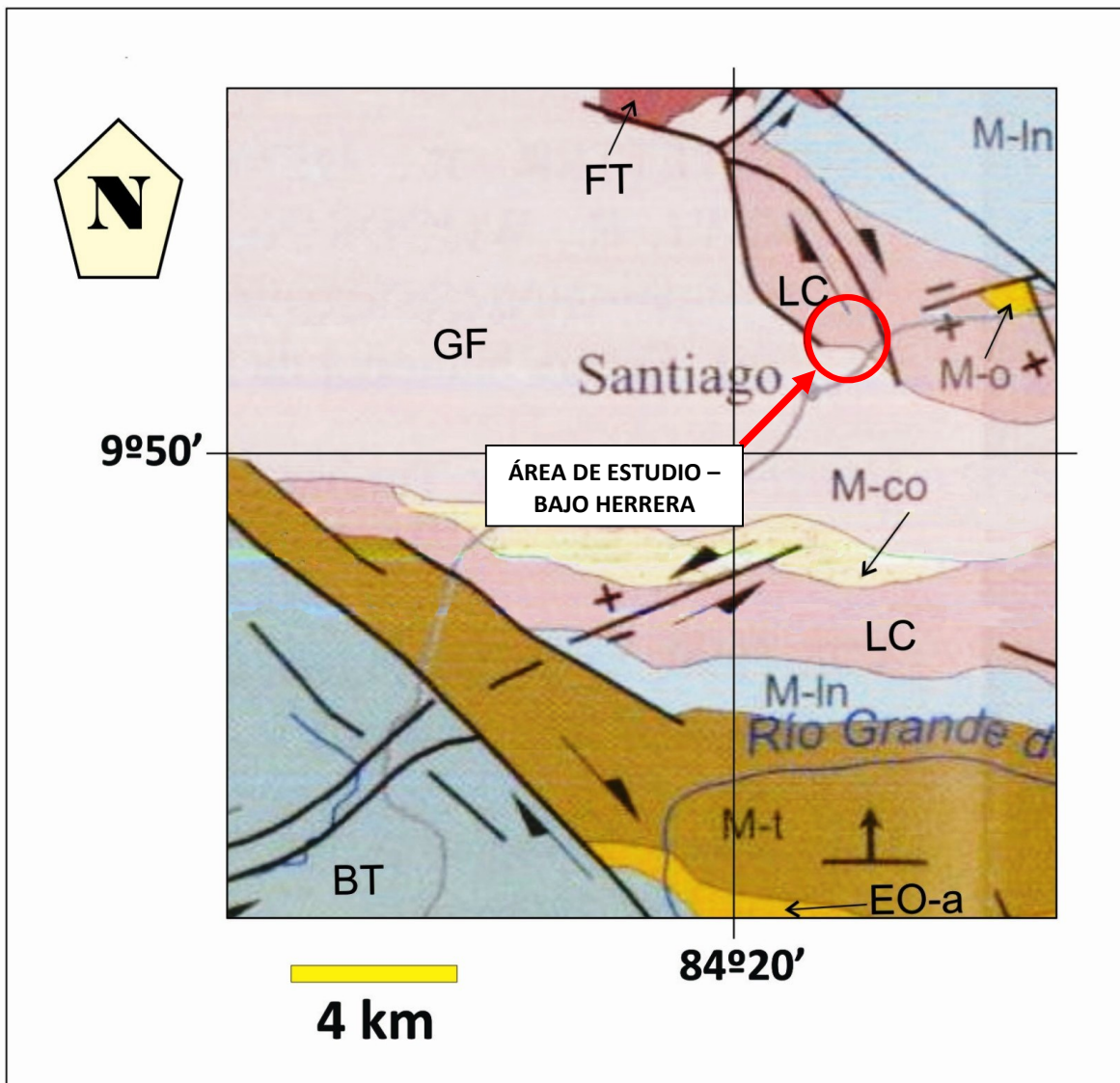


Figura 3. Mapa geológico regional, con la ubicación del área de las nacientes de Bajo Herrera, Puriscal (círculo rojo). La secuencia geológica comprende, de más antigua a más joven:

- BT: Formación Tulín, basaltos toleíticos de islas oceánicas acrecionadas (70-40 Ma);
- EO-a: Formación Caraigres, areniscas y lutitas del Oligoceno;
- M-t: Formación Pacagua, sedimentitas someras del Mioceno Inferior-Medio;
- M-In: Formación Peña Negra, sedimentitas marinas someras anóxicas del Mioceno Superior;
- M-o: Formación Coris, ortocuarcitas del Mioceno Superior;
- LC: Formación La Cruz, volcanitas del Mioceno;
- M-co: Formación La Cruz, sedimentos parálicos;
- GF: Formación Grifo Alto, volcanitas del Mioceno Superior-Plioceno;
- FT: Formación Tiribí, ignimbritas del Pleistoceno Superior (0,3 Ma);

Las líneas negras continuas indican fallas paleotectónicas y neotectónicas, con las flechas y el + y - indicando el movimiento de los bloques; líneas negras continuas con flecha indican eje de homoclinal. Tomado y ligeramente adaptado de: Denyer & Alvarado (2007).

2.2 GEOLOGÍA LOCAL

La geología del área periférica a las nacientes de Bajo Herrera (Cuadro N° 3) muestra rocas volcánicas del Plioceno (Figura 4), subyacidas por rocas volcánicas del Mioceno. Los detalles sintéticos de la estratigrafía se dan a continuación.

Cuadro N° 3. Ubicación de las nacientes Bajo Herrera, Puriscal.

Nombre de la fuente	Tipo de fuente	Este (m)	Norte (m)	Altura de cada fuente en (m.s.n.m)	Caudal (L/s)
Fuente N° 1	Manantial	503835	205552	988,97	2,75*
Fuente N° 2	Manantial	503812	205559	990,03	2,40*
TOTAL CAUDAL (L/s)					5,15

Las nacientes afloran en las rocas de la Formación Grifo Alto (volcanitas, principalmente lavas, brechas y tobas del Plioceno, como se describe a continuación, y se ve en la Fotografía 1 a la Fotografía 4), específicamente en lavas fracturadas (Fotografía 2, A y B) que sobreyacen a tobas meteorizadas y están cubiertas por un suelo residual de espesor variable (Fotografía 1 a la Fotografía 4, Figura 3 y Figura 4).

2.2.1 FORMACIÓN LA CRUZ

Denyer & Arias (1991) definieron esta formación como un conjunto de lavas predominantemente basálticas y tobas que sobreyacen concordantemente la secuencia sedimentaria en el Valle Central, y por tanto se encuentran hoy basculadas, discordantes bajo las secuencias volcánicas poco basculadas más recientes. Aflora al noreste del área de estudio.

Alcanzan unos 1500 m de espesor, según Denyer & Arias (1991), quienes consideran que tiene una edad de Mioceno Superior terminal. Dos dataciones en el noroeste de la hoja Carraigres arrojan edades de $10,90 \pm 0,10$ Ma y $11,35 \pm 0,10$ Ma (MacMillan et al., 2004), que viene a ser Mioceno Superior temprano. En todo caso, parece no ser más joven que unos 6 Ma (Alvarado & Gans (2012, y referencias allí citadas).

La sobreyacen discordantemente la Formación Grifo Alto al noreste de las nacientes estudiadas, y varias otras unidades volcánicas cuaternarias, pero fuera del área de estudio (Figura 4).

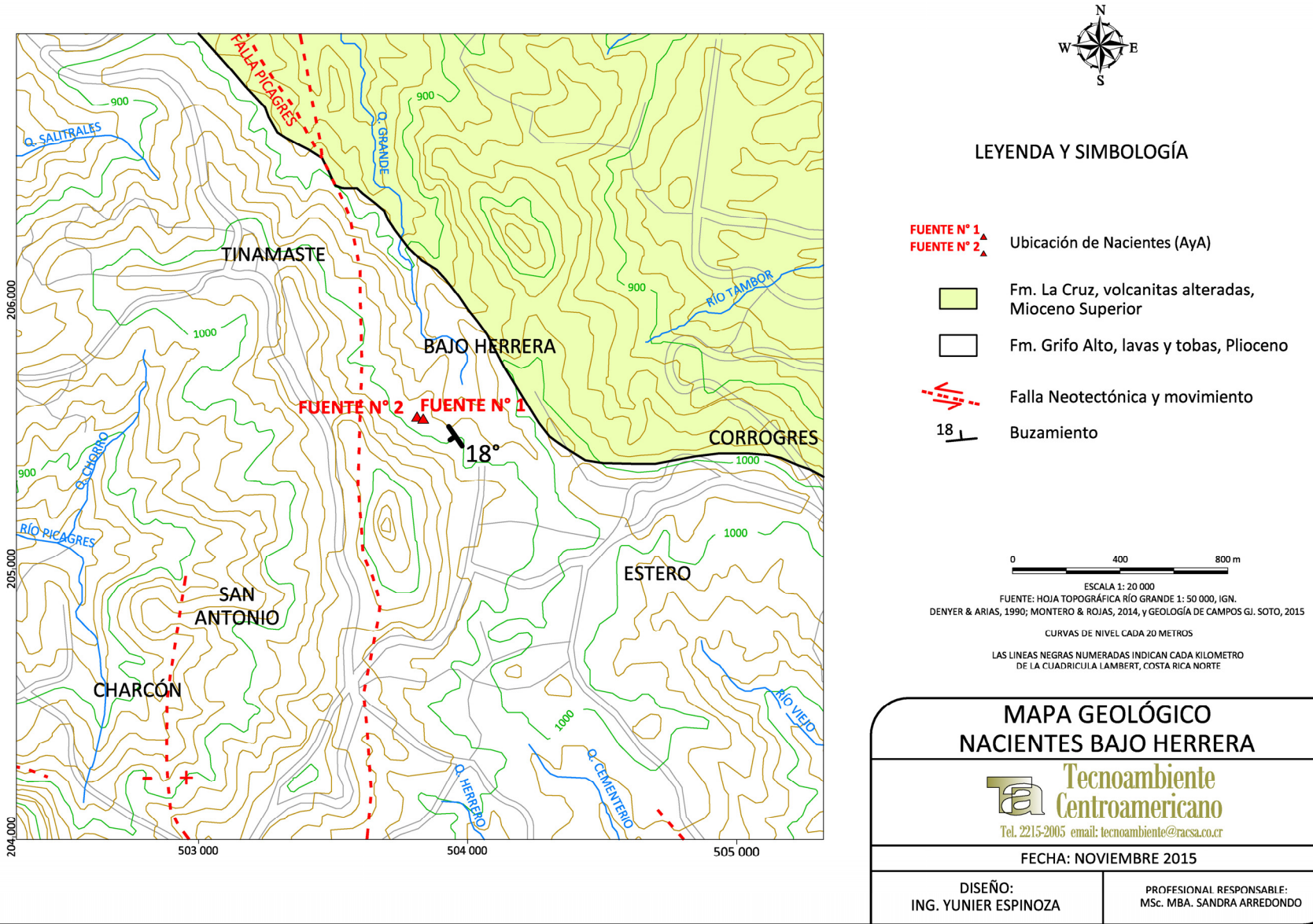


Figura 4. Mapa geológico en los alrededores de las nacientes en Bajo Herrera.

2.2.2 FORMACIÓN GRIFO ALTO

Denyer & Arias (1991) definieron esta formación para incluir volcanitas post-basculamiento, sobreyacentes a las sedimentitas y volcanitas basculadas en el Valle Central, así que es un grupo heterogéneo de vulcanitas.

Aflora en múltiples lugares en la Cordillera del Aguacate y en muchos sitios del Valle Central y hacia las estribaciones de Talamanca. El contacto inferior no es visible en afloramientos vistos dentro del área mapeada, pero es disconforme según las posiciones estructurales sobre la Formación La Cruz.

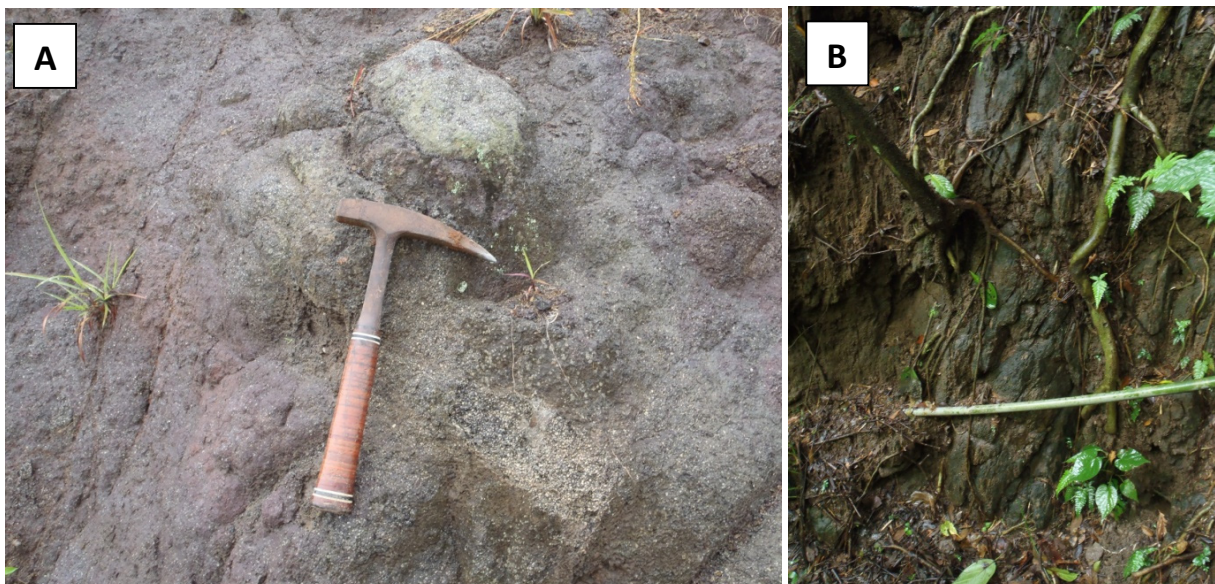
Su edad aún es tema de discusión, y la recopilación de datos por Alvarado & Gans (2012) en rocas atribuibles a Grifo Alto, muestra edades en el ámbito entre 3-9 Ma, y representen las rocas del paleoarco del Mioceno terminal - Plioceno y quizás, Pleistoceno Temprano. En esta área, es posiblemente Plioceno.

Las rocas de esta formación son lavas y tobas, que afloran en la carretera y la periferia entre San Antonio, Bajo Herrera y Tinamaste, alcanzando un espesor de al menos 200 m (Fotografía 1).

Las lavas son lajeadas y fracturadas, de composición andesítica, de textura afanítica porfirítica, con fenocristales de plagioclasas y piroxenos en una matriz gris oscura vítrea (Fotografía 2, A y B). Las brechas son de la misma composición, y son brechas e lavas o bien piro-epiclásticas. Las tobas son moráceas (Fotografía 3, A y B) y rojizas hasta anaranjadas (Fotografía 4, A, B y C), que se presentan tenuemente estratificadas, en medio de las lavas. Los buzamientos medidos en las tobas en Bajo Herrera son de 18° al suroeste (azimut 235°, Figura 4).



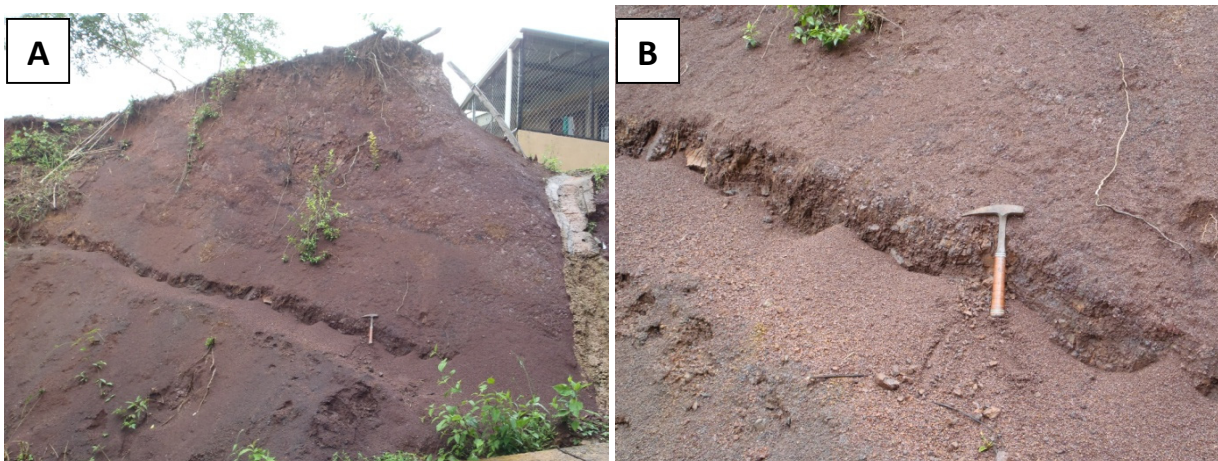
Fotografía 1. Rocas de la Formación Grifo Alto en Bajo Herrera y entre San Antonio y Tinamaste. Afloramiento de lavas, brechas y tobas sobreyacentes (5035646 E – 205583 N).



Fotografía 2. Rocas de la Formación Grifo Alto en Bajo Herrera y entre San Antonio y Tinamaste.

A: Detalle de las lavas fracturadas y alteradas.

B: Lavas aflorantes en el sitio de las tomas en 503820 E – 205569 N.



Fotografía 3. Rocas de la Formación Grifo Alto en Bajo Herrera y entre San Antonio y Tinamaste.

A: Tobas café-moráceo meteorizadas en estratos decimétricos a métricos, algo tectonizadas en 503971 E – 205474 N, buzando 18° al azimut 235°.

B: Detalle de las tobas.



Fotografía 4. Rocas de la Formación Grifo Alto en Bajo Herrera y entre San Antonio y Tinamaste.

A: Afloramiento en pequeño deslizamiento al lado este de la plaza de fútbol en San Antonio, que muestra lavas y brechas, en sitio interpretado por Montero & Rojas como un escarpe de la falla Picagres, en 503613 E – 205175 N.

B y C: Tobas brechosas naranjas en 503553 E – 205169 N, lado norte de cerro del hito Antonio, cerca de Bajo Barrantes, secuencia sobreyacente a las lavas de las nacientes.

2.3 TECTÓNICA

Con base en los buzamientos mostrados en el mapa de Denyer & Arias (1990) y los medidos en este trabajo, se infiere que la Formación La Cruz está basculada con un ángulo mediano cercano a los 30° al suroeste, en donde el tectonismo habría ocurrido al final del Mioceno, probablemente durante una de las etapas de deformación intensa regional (cf. Denyer & Alvarado, 2007; Soto & Ruiz, 2015). Las vulcanitas de la Formación Grifo Alto la sobreyacen discordantemente y están también basculadas aproximadamente en la misma dirección, hacia el suroeste. Parte de la deformación en esta área se debería a la interacción de las fallas Picagres y Zapote, que afectan regionalmente (cf. Montero & Rojas, 2014).

La Falla Picagres es neotectónica, y corta a las formaciones La Cruz y Grifo Alto, con un movimiento transcurrente dextral, y ha sido mapeada por Montero & Rojas (2014), al centro del sector cartografiado en este trabajo. Las observaciones geomorfológicas en el cerro del hito Antonio, sugieren fuertemente la presencia de la falla.

3 HIDROGEOLOGÍA

3.1 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Las nacientes estudiadas se detallan en el Cuadro N° 4 y se muestran en la Fotografía 5, Fotografía 6 y Fotografía 7.

Cuadro N° 4. Ubicación de las nacientes Bajo Herrera, Puriscal.

Fuente	Tipo	Este (m)	Norte (m)	Altura (m s.n.m.)	Caudal (L/s)
Fuente N° 1	Manantial	503835	205552	988,97	2,75*
Fuente N° 2	Manantial	503812	205559	990,03	2,40*
TOTAL DE CAUDAL					5,15

Una secuencia de fotografías de las nacientes, se encuentra a continuación.



Fotografía 5. Fuente N° 1, Bloques de la lava de la cual salen las nacientes.



Fotografía 6. Fuente N° 2, Al fondo afloran las lavas andesíticas.



Fotografía 7. Casa de bombeo. Se ve el suelo residual de roca meteorizada, color pardo, atrás de la caseta.

3.2 MANANTIALES EN BAJO HERRERA, PURISCAL

La hidrogeología de la zona y las curvas isofreáticas que definen la dirección del flujo del sistema acuífero existente en la zona, se basó en la información recabada en campo, en los datos de pozos y concesiones registradas en SENARA y la Dirección de Aguas del MINAE.

En la zona de estudio se identifica un acuífero libre cubierto albergado en las lavas de la Formación Grifo Alto, en el Cuadro N° 5, se presenta la lista de concesiones registradas en la Dirección de Aguas del MINAE para la zona de Bajo Herrera, Puriscal.

En el mapa de la Figura 5, se presentan las concesiones registradas en la zona, algunos de ellas corresponden con tomas de aguas superficial y otras son nacientes que fueron utilizadas para la elaboración de las curvas isofreáticas para el acuífero que descarga en las nacientes analizadas.

Cuadro N° 5. Lista de concesiones registradas en la Dirección de Aguas del MINAE para el sector de Bajo Herrera, Puriscal.

EXPEDIENTE	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTADO	NOMBRE Y APELLIDO	FUENTE	Q (L/s)
12593-A	505200	203650	CANCELADO POR MOROSIDAD	MIGUEL ANGEL MORA AGUILAR	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,01
9479-A	503550	203950	CANCELADO POR VENCIMIENTO	RAFAEL FERNANDEZ ALPIZAR	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,03
9480-A	503550	203950	CANCELADO POR VENCIMIENTO	GUILMAR Y ANA ISABEL SALAZAR GAMBOA Y BRENES	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,02
8633-A	502600	204000	CANCELADO POR VENCIMIENTO	ORLANDO ALPIZAR MONTOYA	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,1
16159-P	502265	204032	OTORGADO	BANCO IMPROSA S.A.	1-ACUIFERO	0,1
11900-A	503748	204064	OTORGADO	INMOBILIARIA CERDAS Y JIMENEZ S.A.	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,02
602-R	504550	204100	OTORGADO	AYA	121-NACIMIENTO SAN ANTONIO	10
16318-A	505500	204238	SOLICITUD NUEVA	RANCHO SIN CUIDADOS S.A.	1-NACIMIENTO NACIENTE 1	0
16318-A	501971	204308	SOLICITUD NUEVA	RANCHO SIN CUIDADOS S.A.	3-NACIMIENTO NACIENTE 3	0
6162-A	501900	204775	CANCELADO POR VENCIMIENTO	GERARDO ACUÑA UMAÑA	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,05
2282-A	501800	204800	CANCELADO POR VENCIMIENTO	GUILLERMO ALPIZAR VALVERDE	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,05
16988-A	504709	204866	SOLICITUD NUEVA	GUILLERMINA CHINCHILLA CALDERON	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0
58-R	503800	205100	INSCRITO	ASADA BARRIO EL CARMEN Y LA FILA DE MORA	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	4,2
5175-A	504160	205450	CANCELADO	CARLOS LARA HINE	1-QUEBRADA SIN NOMBRE	0
12475-A	505500	205500	OTORGADO	MIRIAN VARGAS QUESADA	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,01
9377-A	504200	205700	CANCELADO POR MOROSIDAD	GERARDO SOLIS SOLIS	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0,4
14865-P	505218	206356	INSCRITO-ARTESANAL	EMILIO VALVERDE SANCHEZ	1-ACUIFERO	0,04

Informe de la Contratación Directa N° 2015 CDS-00021-PRI, AYA

1453-R	504139	206855	INSCRITO	LA PALMA DE PIEDRAS NEGRAS DE MORA	3-NACIMIENTO NACIENTE 1	0,56
13922-A	504200	206900	SOLICITUD NUEVA	HUGGINS INVESTMENTS S.A	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0
1453-R	504084	207296	INSCRITO	LA PALMA DE PIEDRAS NEGRAS DE MORA	4-NACIMIENTO NACIENTE 2	0,11
1453-R	505034	207395	INSCRITO	LA PALMA DE PIEDRAS NEGRAS DE MORA	1-NACIMIENTO NACIENTE Nº1 ALPIZAR	0,78
17044-A	502750	207450	SOLICITUD NUEVA	FINPOMO S.A.	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0
16106-A	505350	207500	SOLICITUD NUEVA	SUCESION DE TOBIAS HERNANDEZ ALPIZAR	1-NACIMIENTO SIN NOMBRE	0

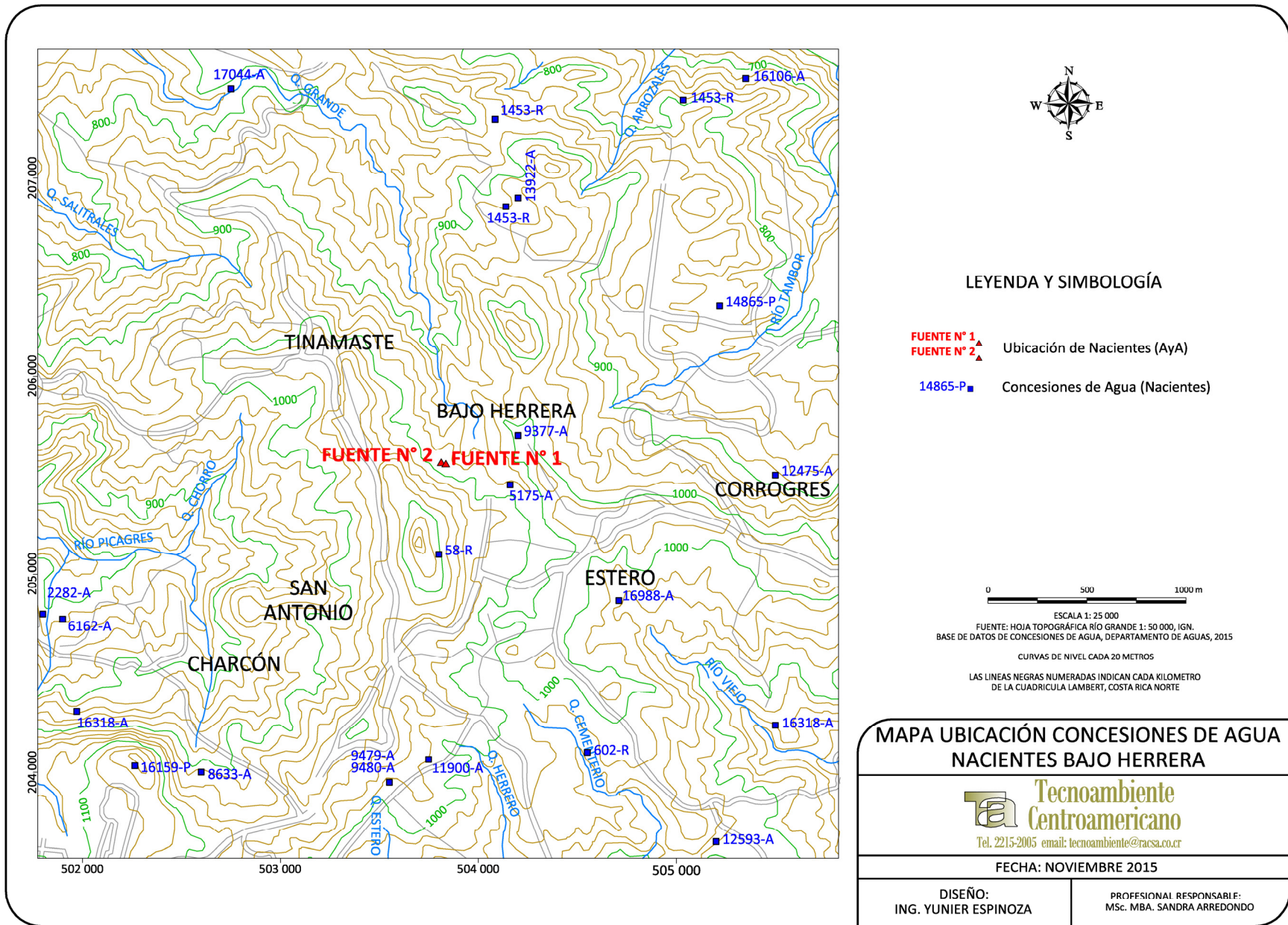


Figura 5. Mapa de Ubicación de concesiones de agua registrados en la Dirección de Aguas (Bajo Herrera, Puriscal).

La delimitación de las isofreáticas en el acuífero consideraron los siguientes criterios técnicos:

- a. Es un acuífero libre fracturado cubierto por una capa de suelo residual.
- b. Se albergan en lavas que modelan la topografía de la zona.
- c. El acuífero presenta direcciones de flujo para la zona donde se localizan las nacientes en dirección con la topografía existente que es la que ha delimitado la formación geológica que lo alberga, en detalle para el sector donde se ubican las dos nacientes analizadas se observa el flujo en dirección suroeste noreste (se presenta una figura con el zoom de este sector).
- d. Las nacientes existentes que descarguen un mismo acuífero son tomadas en cuenta como puntos de nivel de agua para la delimitación de las curvas equipotenciales.

A partir de estos criterios, las curvas isofreáticas fueron delimitadas tomando en cuenta todos los criterios técnicos indicados anteriormente y además las alturas de los niveles de cada naciente, con el fin de contar con la mayor cantidad de puntos de nivel de agua subterránea y considerando la topografía actual (Figura 6), con base en ello, se elaboró un perfil hidrogeológico A-A' (Figura 7 y Figura 8).

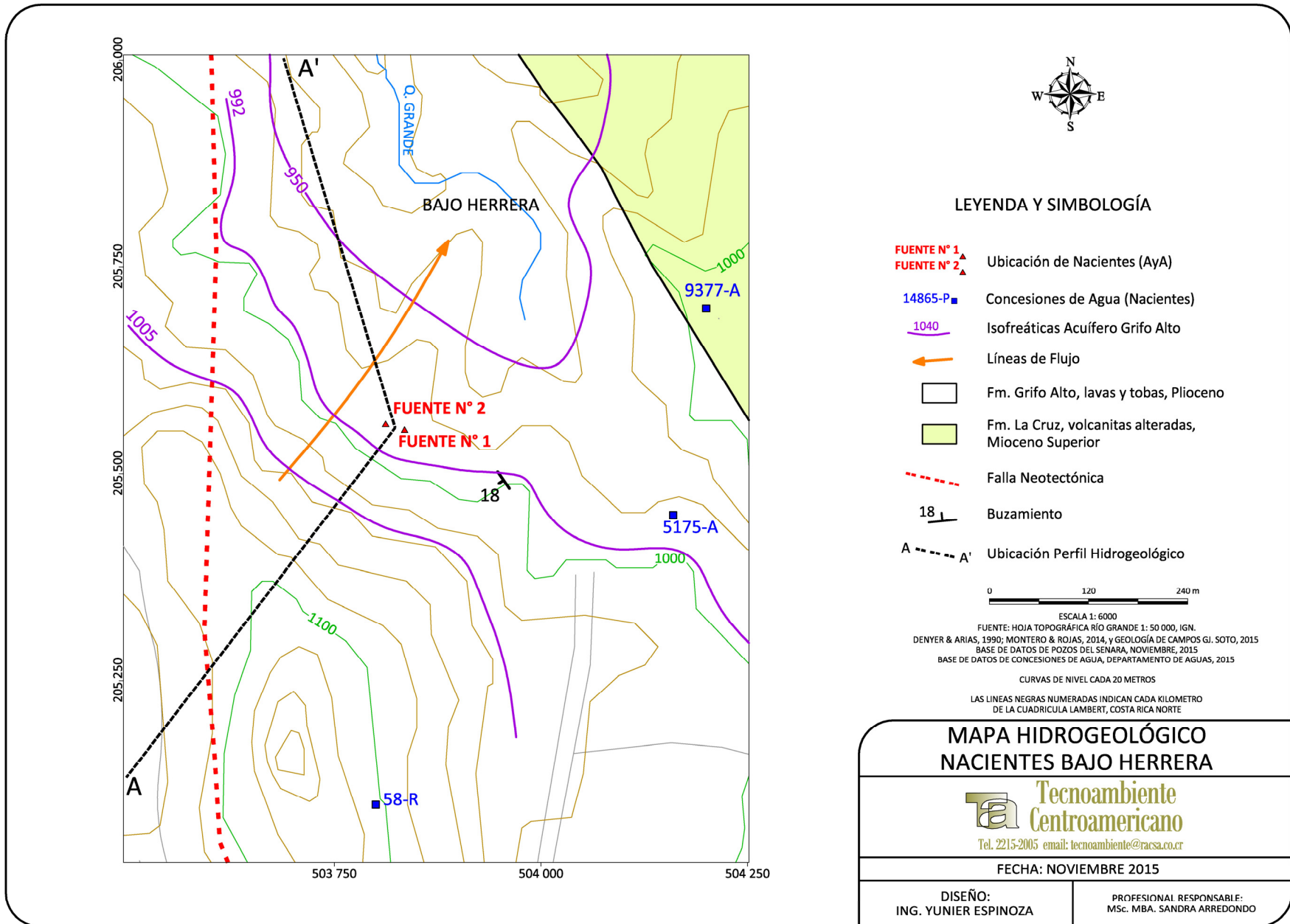


Figura 6. Mapa hidrogeológico y ubicación del Perfil Hidrogeológico, Nacientes Bajo Herrera.

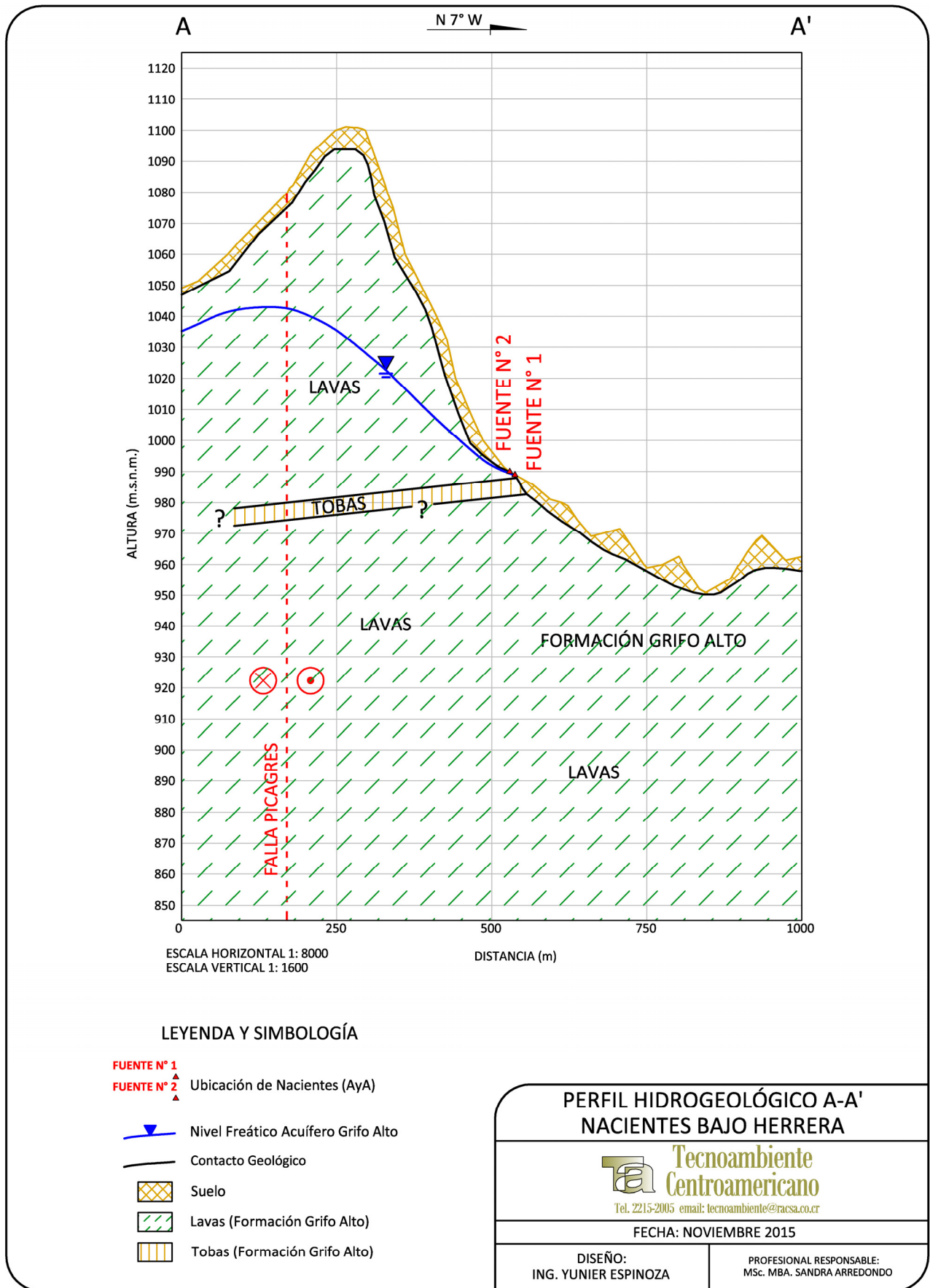
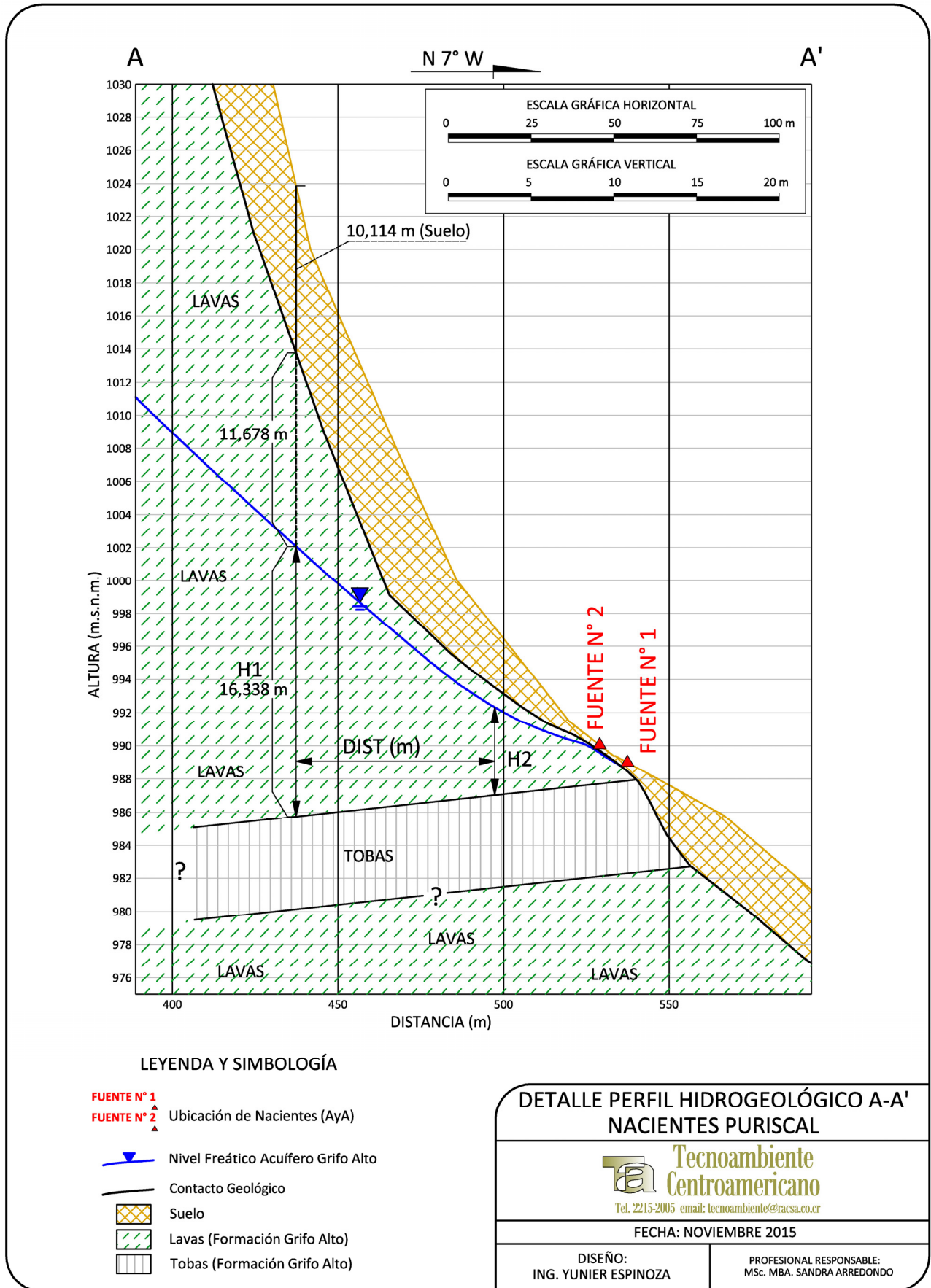


Figura 7. Perfil hidrogeológico A-A' (Naciente Fuente N° 1 y Fuente N° 2).






4 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS

4.1 NACIENTES BAJO HERRERA

Los resultados obtenidos de porosidad y permeabilidad obtenidos en el campo para las nacientes de la zona de Bajo Herrera en Puriscal, se presentan en el Cuadro N° 6 (Anexo N° 2 y Anexo N° 3).

Las ubicaciones de las pruebas de permeabilidad coinciden con los puntos de muestreo que se presentan en la Figura 9.

Cuadro N° 6. Resultados de INTA y Permeabilidad (Laboratorio INTA, Anexo N° 2 y Anexo N° 3).

PUNTO	MUESTRA	POROSIDAD (%)	PERMEABILIDAD (m/d)	ESTE (m)	NORTE (m)	FOTO
NACIENTE FUENTE N° 1	P1	52,49	0,3036	503834	205568	
	P2	49,17	0,0516	503837	205541	
	P3	41,95	5,4548	503846	205558	

NACIENTE FUENTE N° 2	P1	43,39	0,0285	503824	205558	
	P2	55,83	3,6009	503802	205566	
	P3	45,96	3,8211	503803	205552	



LEYENDA Y SIMBOLOGÍA

- ▲ FUENTE N° 1
▲ FUENTE N° 2 Ubicación de Nacientes (AyA)
- P1 Ubicación Pruebas de Permeabilidad

0 25 50 m
 ESCALA 1: 1250
 FUENTE: ORTO FOTO, SMT CATASTRO - REGISTRO 1: 5000.
 LAS LINEAS NEGRAS NUMERADAS INDICAN CADA KILOMETRO
 DE LA CUADRICULA LAMBERT, COSTA RICA NORTE

UBICACIÓN PRUEBAS DE PERMEABILIDAD
NACIENTES BAJO HERRERA


**Tecnoambiente
Centroamericano**
 Tel. 2215-2005 email: tecnoambiente@tacsaco.cr

FECHA: NOVIEMBRE 2015

DISEÑO:
 ING. YUNIER ESPINOZA

PROFESIONAL RESPONSABLE:
 MSc. MBA. SANDRA ARREDONDO

Figura 9. Ubicación Pruebas de Permeabilidad, Bajo Herrera, Puriscal.

5 MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

5.1 ACUÍFERO GRIFO ALTO

En la zona de estudio, se identifica un acuífero libre cubierto albergado en las lavas de la Formación Grifo Alto, este acuífero se encuentra cubierto por suelo residual. El afloramiento de las nacientes sucede por contacto de las lavas con una toba en el piso que conforma un nivel que por topografía aflora en superficie.

Este acuífero presenta una dirección de flujo en las proximidades de las nacientes de suroeste a noreste, para el sector donde se encuentran las nacientes identificadas como Fuente N° 1 y Fuente N° 2, se presenta una gradiente de 0,242 (De la isofreática 992 a la 950, con una distancia horizontal de 173,775 m).

El nivel que descarga ambas nacientes se debe a la presencia de una capa de tobas que se ubica entre las lavas, pertenecientes a la misma Formación Grifo Alto.

Luego de una revisión exhaustiva de los pozos en la zona RG-816 y RG-640, que capta la Formación Grifo Alto y RG-955 que capta Formación La Cruz (Anexo N° 4), estos pozos reportan información del armado, no así dato de transmisividad, sin embargo el Pozo RG-640 que capta el Acuífero Grifo Alto, cuenta con prueba de Bombeo, la cual fue analizada por Tecnoambiente Centroamericano S.A., y de esta forma se ha determinado una transmisividad para las nacientes que captan el Acuífero Grifo Alto (Anexo N° 5). La porosidad del acuífero local (Custodio & Llamas, 1984), es de 30% y la transmisividad de 4,98 m²/día.

La permeabilidad promedio se obtuvo con base en la relación $T=K*b$, donde:

$$T = 4,98 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$b = 16,338 \text{ m}$$

$$K = T/b, \text{ obteniéndose un valor de } 0,305 \text{ m}/\text{día}.$$

Los caudales fueron aportados por el AyA de Puriscal y se presentan en el Cuadro N° 7. Se observa que los valores hidráulicos corresponden a los bajos caudales registrados para cada nacimiento que le otorga una característica por caudal al acuífero de bajo rendimiento en las nacientes captadas.

Cuadro N° 7. Caudales registrados por AyA

Naciente	Caudal (L/s)
FUENTE N° 1	2,75
FUENTE N° 2	2,40
TOTAL	5,15

Nota: *Datos aportados por el Ingeniero. Carlos Felipe Ramírez Monge, del AyA Puriscal, Aforo realizado en Mayo del 2016 (Anexo N° 1).

En el Cuadro N° 8 se encuentran los parámetros hidráulicos empleados para el acuífero Grifo Alto, para posteriormente realizar el cálculo de las zonas de protección de las Nacientes ubicadas en Bajo Herrera.

Cuadro N° 8. Parámetros hidráulicos del acuífero Grifo Alto, obtenidos a partir de literatura internacional y valores en acuíferos lávicos similares en investigaciones hidrogeológicas del país.

Naciente N°	Porosidad (%) Custodio & Llamas, 1984	Permeabilidad* (m/día)	Espesor saturado promedio(m)**	Transmisividad (m ² /d)***
FUENTE N° 1	30,00	0,305	16,338	4,98
FUENTE N° 2	30,00	0,305	16,338	4,98

* Obtenido de la relación $T=K/b$

** Tomado del perfil hidrogeológico Figura 7 y Figura 8.

*** Tomado de la Prueba Bombeo Pozo RG-640, analizada por Tecnoambiente Centroamericano S.A. (Anexo N° 5).

6 ZONAS DE PROTECCIÓN DE LAS NACIENTES

6.1 NACIENTES BAJO HERRERA

6.1.1 MÉTODO DE TIEMPO DE TRÁNSITO DE DEGRADACIÓN DE BACTERIAS

Para determinar el ancho de la zona de captura o zona de influencia, se utiliza la fórmula hidráulica de Darcy que estipula lo siguiente:

$$Q = TIL$$

$$L = Q/Ti$$

En el Cuadro N° 9, se resumen los datos hidráulicos para el cálculo de L para cada una de las nacientes:

Cuadro N° 9. Resumen de los datos hidráulicos para el cálculo de L

Naciente N°	Transmisividad (m ² /d)	Gradiente (adimensional)	Caudal (L/s)	Caudal (m ³ /día)	L (ancho del tubo de flujo) (m)
FUENTE N° 1	4,98	0,242	2,75	237,600	197,152
FUENTE N° 2	4,98	0,242	2,40	207,360	172,060

Considerando que el tiempo de residencia máxima de bacterias patógenas para flujos fisurados es de 100 días, se calcula el tiempo de tránsito para la zona no saturada de la siguiente forma:

$$t = (b * \theta) / k$$

Donde

- b: es el espesor de la zona no saturada.
- θ : es la porosidad media del obtenido en el laboratorio del INTA para cada caso.
- K= es la permeabilidad de la zona no saturada y con base en las pruebas de Porchet realizadas para cada naciente.

En el Cuadro N° 10, Cuadro N° 11 y Cuadro N° 12 se presentan los resultados de tiempos de tránsito para cada capa del suelo y el total de tiempos de tránsito para cada una de las nacientes:

Cuadro N° 10. Resultados Tiempos de Tránsito vertical para el Suelo

Naciente N°	Espesor ZNS (b) Suelo (m)	θ INTA (Fracción de %)	K Promedios de las pruebas de Porchet en el suelo (m/d)	t (tiempo de tránsito vertical) días
FUENTE N° 1	10,114	0,4787	1,9367	2,500
FUENTE N° 2	10,114	0,4839	2,4835	1,971

Cuadro N° 11. Resultados Tiempos de Tránsito vertical para la Formación Grifo Alto.

Naciente N°	Espesor ZNS (b) Formación Grifo Alto (m)	Θ (Fracción de %)	K Formación Grifo Alto (m/d)	t (tiempo de tránsito vertical) días
FUENTE N° 1	11,678	30,00	0,305	11,494
FUENTE N° 2	11,678	30,00	0,305	11,494

Cuadro N° 12. Total Tiempos de Tránsito vertical

Naciente N°	Tiempo de Transito obtenido de la ZNS (días)
FUENTE N° 1	13,994
FUENTE N° 2	13,465

Como el tiempo tránsito para medios fisurados se ha estimado en 100 días (Lewis, Foster y Drassar, 1992 en Rodríguez, H, 1994), se observa que al hacer el cálculo para la zona no saturada (ZNS) y el tiempo de tránsito vertical el valor en días NO supera los 100 día para la degradación de las bacterias patógenas, por ese motivo, se calculará el tiempo de tránsito en la zona saturada (ZS) para eliminar las bacterias y conocer la zona de protección absoluta de cada naciente, tomando en cuenta la diferencia entre 100 días menos los días obtenidos en la zona no saturada para cada una, que se presenta en el Cuadro N° 13.

Cuadro N° 13. Diferencia entre los 100 días menos los obtenidos del cálculo de la ZNS.

Naciente N°	Tiempo de transito obtenido de la ZNS (días)	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)
FUENTE N° 1	13,994	86,006
FUENTE N° 2	13,465	86,535

La fórmula de Darcy establecida para este cálculo en la Zona Saturada (ZS) es:

$$t = (d * \Theta) / (k * i)$$

de la fórmula se despeja "d" :

$$d = (t * k * i) / \Theta$$

En el Cuadro N° 14 se presentan los resultados por naciente de la Zona de Protección por el método de las Bacterias:

Cuadro N° 14. Resultados Zona de Protección Método de las Bacterias.

Naciente N°	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)	Θ Acuífero (Custodio & Llamas, 1984) (Fracción de %)	K Permeabilidad del acuífero presente en la zona (m/d)	Gradiente del acuífero para cada naciente (adimensional)	Distancia de la zona de protección inmediata Método Bacterias (m)
FUENTE N° 1	86,006	30,00	0,305	0,242	21,147
FUENTE N° 2	86,535	30,00	0,305	0,242	21,277

6.1.2 MÉTODO DEL RADIO FIJO

Para calcular el radio fijo de las nacientes analizadas, se utiliza la fórmula que fueron publicadas en el diario oficial La Gaceta No. 147 del 31 de julio del 2012. En estas metodologías en el artículo 11, tomando en cuenta la zona de captura con base en la ecuación analítica de Darcy, con base en el siguiente planteamiento:

$$r = (Qt/\pi*n*b)^{0,5}$$

Dado que:

- Q= caudal de cada naciente en m³/d.
- t= días remanentes luego del cálculo de la zona no saturada (ZNS).
- n= porosidad de las rocas que albergan al acuífero (con base en Custodio & Llamas, 1984, se obtuvo un valor de porosidad para las lavas de 30%)
- b= espesor saturado promedio del acuífero para cada naciente, tomado a partir del perfil hidrogeológico elaborado.

$$r = (Qt/\pi*n*b)^{0,5}$$

En el Cuadro N° 15 se presentan los resultados por naciente de la Zona de Protección por el método del Radio fijo:

Cuadro N° 15. Resumen de datos y resultados Método Radio Fijo

Naciente N°	Caudal (m ³ /d)	N Porosidad (%)	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)	b Espesor saturado del acuífero para cada naciente (m)	Distancia de la zona de protección inmediata Método Radio Fijo (m)
FUENTE N° 1	237,60	30,000	86,006	16,338	36,429
FUENTE N° 2	207,36	30,000	86,535	16,338	34,137

6.1.3 MÉTODO DE GRUBB

Para utilizar el método de Grubb (1993), se aplica la siguiente fórmula:

$$Y = Q L / (k(h_1^2 - h_2^2))$$

Para cada naciente se presenta el resumen del valor obtenido en el Cuadro N° 16:

Cuadro N° 16. Resultados por medio del Método Grubb.

Naciente N°	Caudal de cada naciente (m ³ /d)	L Longitud entre dos puntos de observación del NF (m)	K Conductividad ad hidráulica del acuífero (m/d)	h1	h2	h1 ² -h2 ²	Y (m)	Ancho Total Y*2=Ancho Total máximo por Grubb (m)
FUENTE N° 1	237,600	60,000	0,305	16,338	5,294	238,906	195,770	391,539
FUENTE N° 2	207,360	60,000	0,305	16,338	5,294	238,906	170,853	341,707

En el Cuadro N° 17, Figura 10 y Figura 11, se presenta el resumen de las zonas de protección obtenidos por diferentes métodos:

Cuadro N° 17. Zonas de protección absoluta por diferentes métodos para las nacientes de Bajo Herrera, Puriscal.

Naciente N°	Tiempo de Tránsito de degradación de Bacterias (m)	Radio Fijo (m)	Grubb (m)
FUENTE N° 1	21,147	36,429	391,539
FUENTE N° 2	21,277	34,137	341,707

El ancho de la zona de captura definido por el método de Darcy, para cada naciente se presenta en el Cuadro N° 18, es de:

Cuadro N° 18. Ancho de Captura Método de Darcy

Naciente N°	L (ancho del tubo de flujo) (m)
FUENTE N° 1	197,152
FUENTE N° 2	172,060

Con base en el análisis realizado a partir de los valores hidráulicos y trabajo de campo realizado, se considera que la zona de protección recomendada para las nacientes es aplicando el método del radio fijo y Darcy de la siguiente forma:

La naciente Fuente N° 1, es de un ancho de la zona de captura de 197,152 m obtenido por el método de Darcy y una zona de protección inmediata de 36,429 m, por el método de Radio Fijo.

La naciente Fuente N° 2, es de un ancho de la zona de captura de 172,060 m obtenido por el método de Darcy y una zona de protección inmediata de 34,137 m, por el método de Radio Fijo.

Con base en la geología de campo realizada se recomienda mantener un área bajo el brote de 5 m como medida de prevención, aunque las nacientes por su características no incluyen un punto de no retorno, sin embargo esta zona aguas abajo del brote es para protección operativa.

Además se ha definido una zona operacional de 15 m para cada fuente con base en Foster et al, 2003.

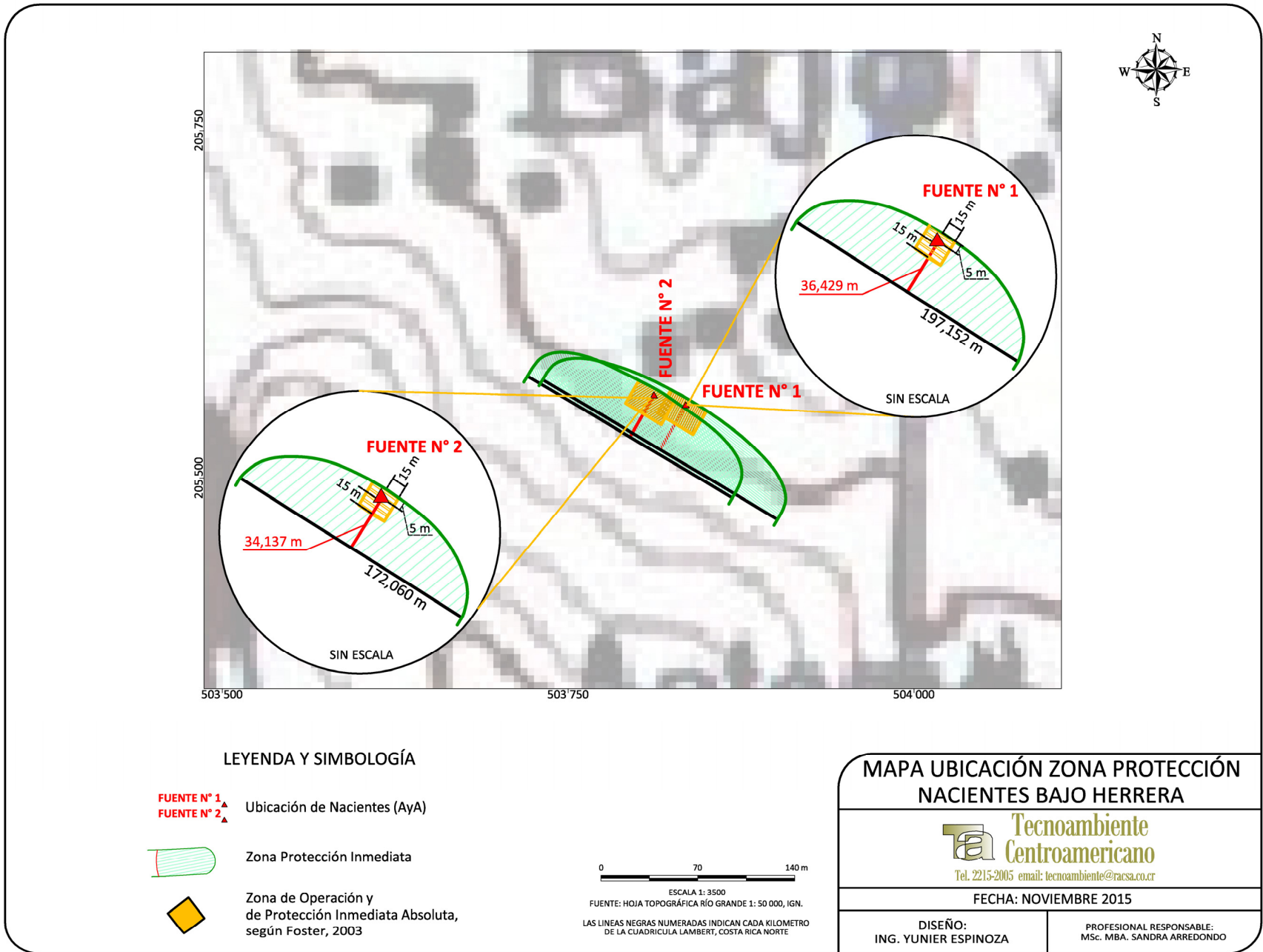


Figura 10. Ubicación Zona de protección de las Nacientes.

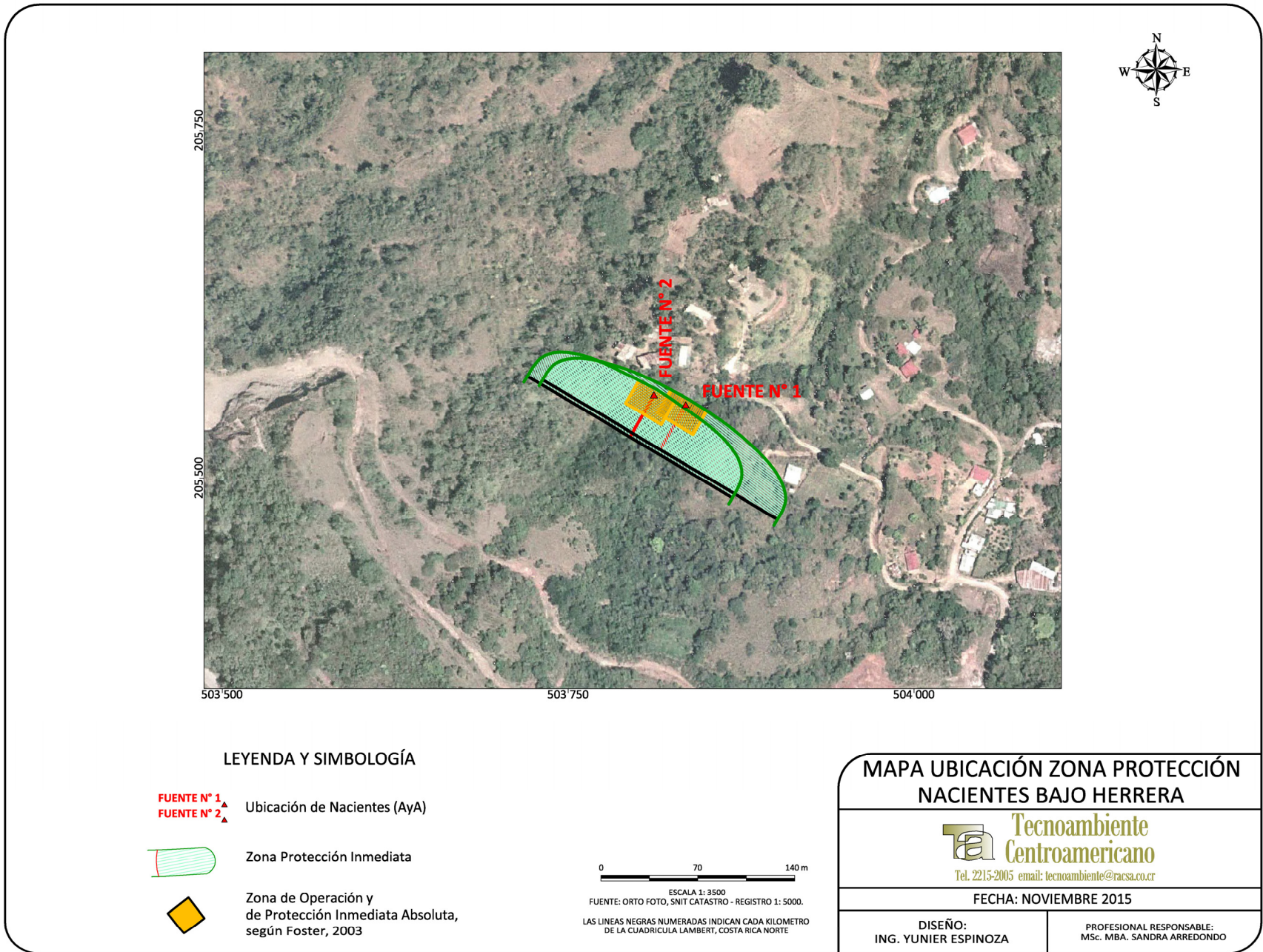


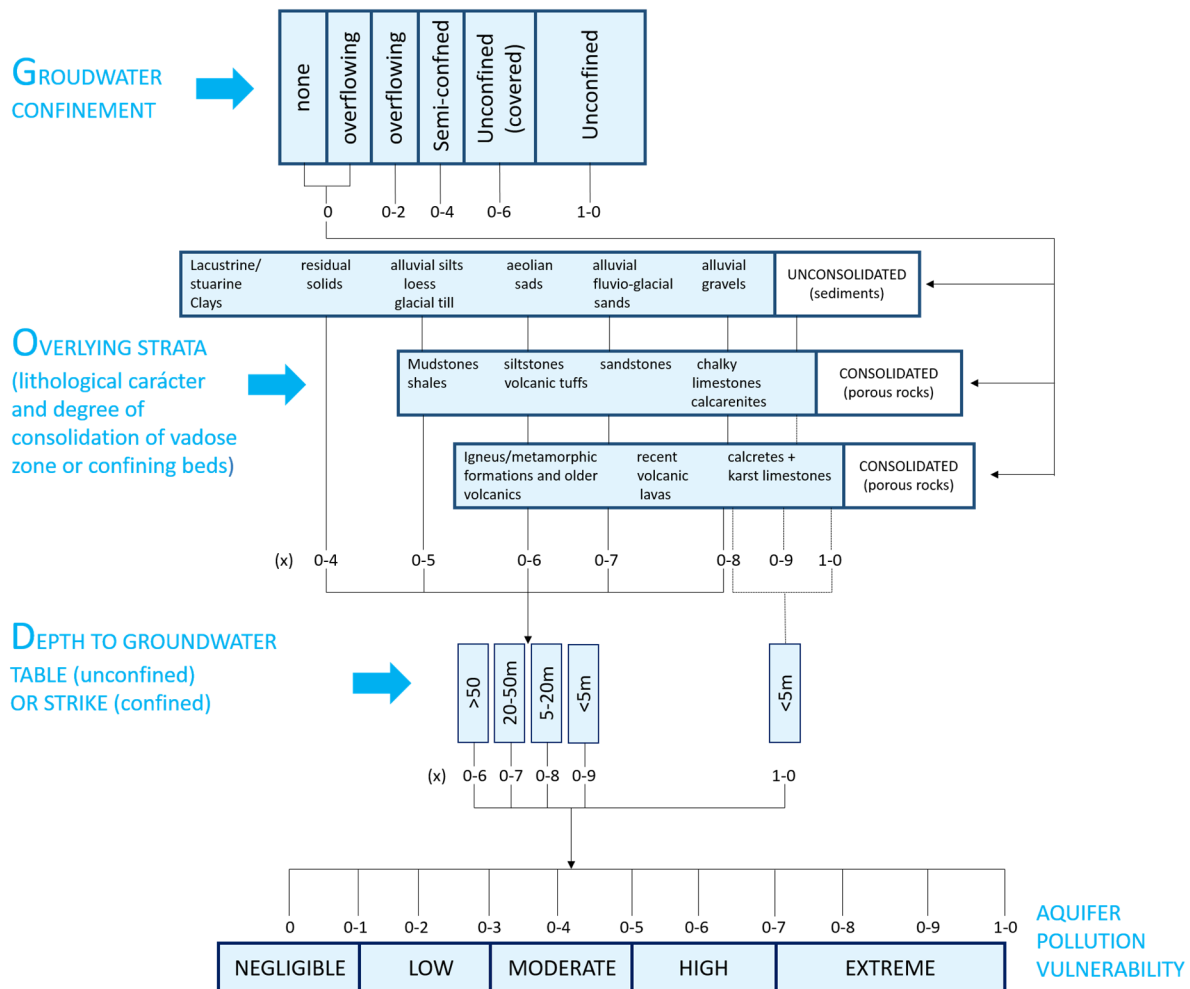
Figura 11. Ubicación Zona de protección de las Nacientes (Orto Foto).

7 CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE LAS FUENTES

Para la fecha en que se realizó el estudio, no se encuentran disponibles Análisis Físico – químicos y Bacteriológicos, para la Fuentes N° 1 y Fuente N° 2, en el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA, por lo que se recomienda realizar muestreos para evaluar la calidad físico-química y bacteriológica por lo menos semestrales, ya que en las ortofotos de las nacientes captadas y evaluadas se observa que existe un crecimiento poblacional, actividad agrícola en la zona.

8 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD CON EL MÉTODO GOD

A continuación se presenta el análisis, para determinar su condición de vulnerabilidad siguiendo el método GOD (Figura 12).



Fuente: Foster, et al, 2002.

Figura 12. Diagrama determinación de vulnerabilidad acuífera

8.1 ACUÍFERO VOLCÁNICO FORMACIÓN GRIFO ALTO (NACIENTE BAJO HERRERA, FUENTE N° 1)

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento	No confinado cubierto	0,90	Alta
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Suelo residual	0,65	
Profundidad del nivel freático (Cerca de la naciente tomado en forma conservadora)	0,847*	0,90	
Evaluación de vulnerabilidad	0,526		

Nota: *Valor de la Naciente a los 15 m de la Zona de Protección, tomado del Perfil Hidrogeológico A-A', Figura 7 y Figura 8.

8.2 ACUÍFERO VOLCÁNICO FORMACIÓN GRIFO ALTO (NACIENTE BAJO HERRERA, FUENTE N° 2)

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento	No confinado cubierto	0,90	Alta
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Suelo residual	0,65	
Profundidad del nivel freático (Cerca de la naciente tomado en forma conservadora)	2,179 m*	0,90	
Evaluación de vulnerabilidad	0,526		

Nota: *Valor de la Naciente a los 15 m de la Zona de Protección, tomado del Perfil Hidrogeológico A-A', Figura 7 y Figura 8.

En la Figura 13, se presenta el mapa de vulnerabilidad acuífera para la zona de estudio.

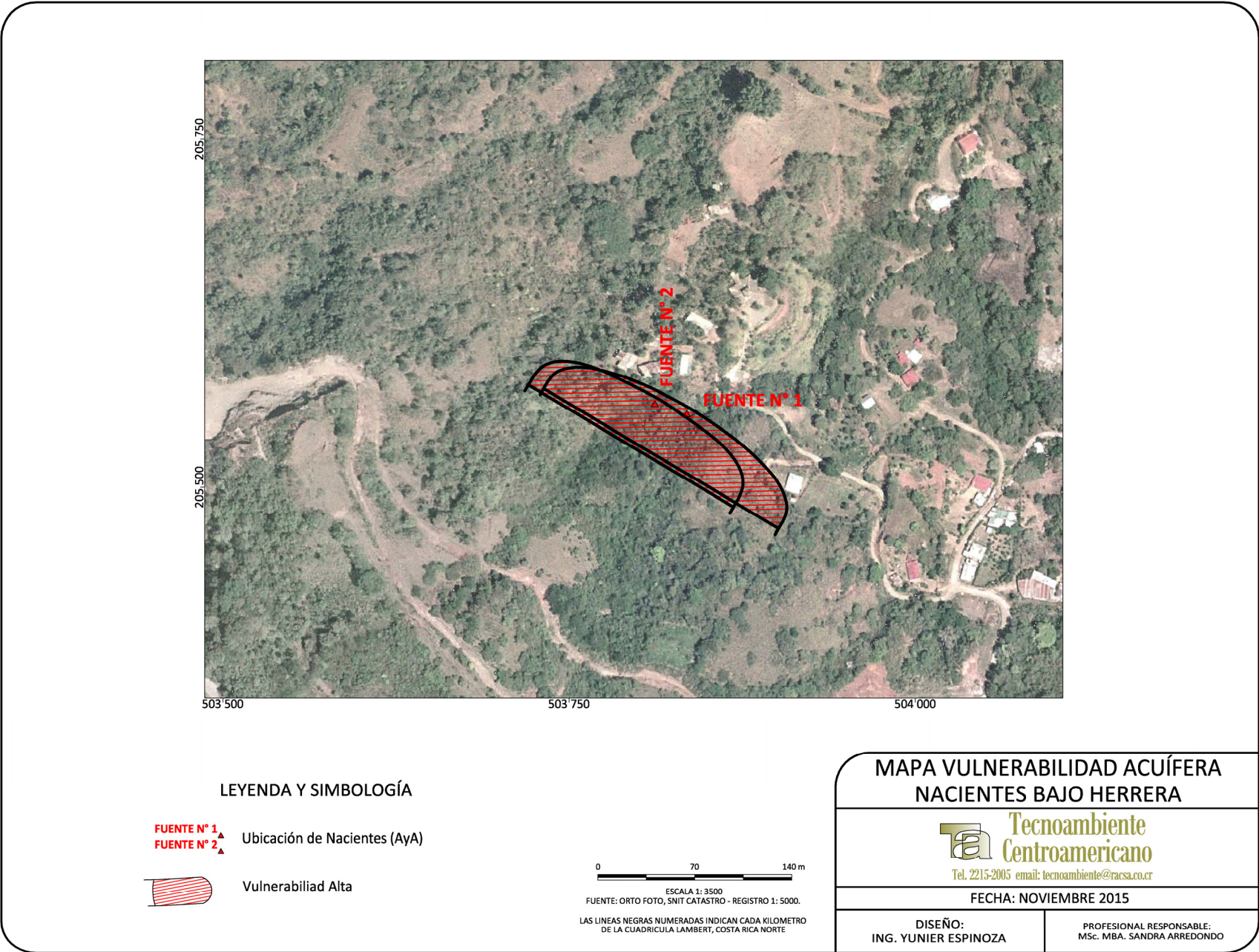


Figura 13. Vulnerabilidad de la zona de protección de las nacientes.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En la zona de estudio se ha definido un acuífero libre cubierto albergado en lavas de la Formación Grifo Alto que descargan en forma de nacientes o manantiales debido a un contacto geológico con una capa de tobas en el piso que permite su brote en superficie por la topografía de la zona. Las nacientes analizadas se conocen como la Fuente N° 1 y Fuente N° 2.
2. Las zonas de protección para cada naciente varían con base en las diferencias entre sus caudales y parámetros hidráulicos.
3. La cobertura de materiales que tiene este acuífero no permite un amortiguamiento a los contaminantes patógenos, tal que el tiempo de tránsito no es suficiente con la cobertura existente para degradarlos, por lo que se recomienda como una medida preventiva aguas abajo de los brotes mantener una distancia de 5 m.
4. Las dimensiones de las zonas de protección para cada naciente analizada son:
 - La naciente Fuente N° 1, es de un ancho de la zona de captura de 197,152 m obtenido por el método de Darcy y una zona de protección inmediata de 36,429 m, por el método de Radio Fijo.
 - La naciente Fuente N° 2, es de un ancho de la zona de captura de 172,060 m obtenido por el método de Darcy y una zona de protección inmediata de 34,137 m, por el método de Radio Fijo.
5. Para todos los casos se ha identificado una zona operacional de 15 m alrededor de cada naciente y de 5 m aguas abajo, a partir de normativa internacional asumida para este análisis.
6. La vulnerabilidad analizada a partir del método GOD, demuestra que la zona de protección inmediata de las nacientes presenta una categoría de Vulnerabilidad Alta.

7. Se recomienda realizar análisis de calidad de aguas y mediciones de caudales por lo menos semestrales para monitorear el comportamiento de los manantiales a lo largo del año hidrológico y verificar si se mantiene su calidad en el tiempo y la cantidad ya que por factores externos como desarrollo antropológico o condiciones naturales, podrían variar en el tiempo.

8. En la zona de protección absoluta no se recomienda realizar actividades tipo agrícolas, pecuarias, ubicación de tanques sépticos, actividad industrial y extracción de rocas y suelos ya que pueden afectar la calidad de las aguas de la naciente por rápida infiltración y por escorrentía superficial.

10 REFERENCIAS

- Alvarado, G.E. & Gans, P.B., 2012: Síntesis geocronológica del magmatismo, metamorfismo y metalogenia de Costa Rica, América Central. - Revista Geológica de América Central, 46: 7-122.
- Arias, O. & Denyer, P., 1990: Geología de la hoja Río Grande. - Instituto Geográfico Nacional, 1 hoja escala 1:50 000.
- Denyer, P. & Arias, O., 1991: Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica. - Revista Geológica de América Central, 12:1-59.
- Denyer, P. & Alvarado, G.E., 2007: Mapa geológico de Costa Rica. – Escala 1:400 000. Librería Francesa S.A., San José.
- Denyer, P., Montero, W. & Alvarado, G.E., 2003: Atlas Tectónico de Costa Rica. – 81 págs. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José.
- Denyer, P., Montero, W. & Alvarado, G.E., 2009: Atlas Tectónico de Costa Rica. – 55 págs. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José.
- Departamento de Aguas del MINAE, Junio 2015, Base de datos de Concesiones y Pozos Registrados.
- Montero, W. & Rojas, W., 2014: Las fallas Purires y Picagres, y su relación con la secuencia sísmica de Puriscal de 1990. – Revista Geológica de América Central, 50: 39-69.
- SENARA, Junio 2015, Base de datos de pozo.
- Soto, G.J. & Ruiz, P., 2015: Un macizo tectónicamente activo en un área periurbana. El caso de los Cerros de Escazú, al sur de San José, Costa Rica, y su susceptibilidad a deslizarse. – XII Seminario Nacional de Geotecnia (Congeo 2015), San José, Costa Rica, 1º-2 de julio del 2015, 41 pp. [Disponible en línea: http://www.geotecniacr.com/congreso/memoria_articulos.php]



ANEXO N° 1
AFORO FUENTES BAJO HERRERA
AyA - PURISCAL



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
 Región Central
 Cantonal Puriscal.
 Departamento Operación y Mantenimiento
 Informe Producción y Aforos
 01/01/16

				30		
				HORAS DE BOMBEO MENSUAL	AFORO L/S BOMBEO	AFORO L/S FUENTE
Mes						
Enero	La Fila de Mora	4.20	21.00	630	3.68	4.37
febrero	La Fila de Mora	4.20	19.33	580	3.38	4.40
marzo	La Fila de Mora	4.20	21.70	651	3.80	4.20
abril	La Fila de Mora	4.20	20.00	600	3.50	3.68
Mayo	La Fila de Mora	4.20	20.67	620	3.62	5.15

ANEXO N° 2
RESULTADOS LABORATORIO DEL
INTA, MAG

	<p>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS Laboratorio de Suelos Tel-Fax: 2278-0514; e-mail: labsuelos@inta.go.cr</p>		<p>LDS F 17</p>
---	---	---	-----------------


NOMBRE: TECNOAMBIENTE CENTROAMERICANO

FECHA: 12/08/2016

UBICACIÓN : San José- Puriscal-Corrogres

INFORME #:

IDENTIFICACION		D.aparente	D.Real	Porosidad	
# LAB.	#CAMPO	(g / cc)	(g / cc)	(%)	
2774	P1	1.05	2.21	52.49	FUENTE 1, CORROGRES
2775	P2	1.22	2.40	49.17	FUENTE 1, CORROGRES
2776	P3	1.19	2.05	41.95	FUENTE 1, CORROGRES
2777	P4	1.37	2.42	43.39	FUENTE 2, CORROGRES
2778	P5	1.06	2.40	55.83	FUENTE 2, CORROGRES
2779	P6	1.27	2.35	45.96	FUENTE 2, CORROGRES



Ing. Alexis Vargas Villagra

INTA – FUENTE N° 1 y FUENTE N° 2, BAJO HERRERA, PURISCAL

ANEXO N° 3 PRUEBAS DE PERMEABILIDAD

PROYECTO: AYA NACIENTE BAJO HERRERA FUENTE N° 1, CORROGRES



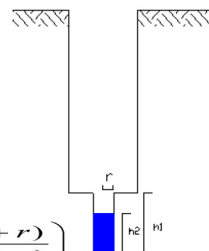
Observaciones: Día Soleado, despejado, Suelo arcilloso, café

Este (m)	503834.0
Fecha:	26/01/2016
t1 (min)	0.0
t2 (min)	25.0
H1 (cm)	17.0
H2 (cm)	8.8
Diametro (cm)	8.6
r (cm)	4.3

Norte (m)	205568.0
Hora:	09:38 a.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	1500.0
H1 (mm)	170.0
H2 (mm)	88.0
Diametro (cm)	86.0
r (mm)	43.0

k (cm/min)	0.0480708
------------	-----------

k (mm/s)	0.0080118
----------	-----------



FORMULA APLICADA

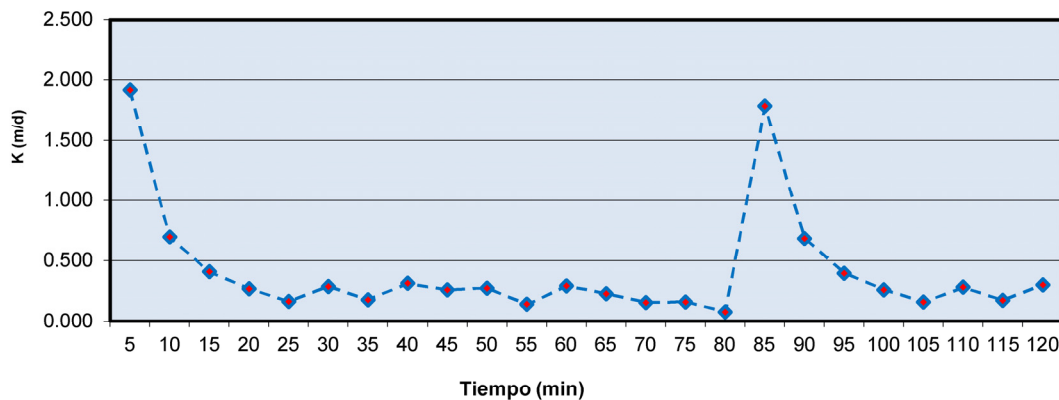
$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln \left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)} \right)$$

t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0174	t2 (seg)	1500.00
H1 (m)	0.1700	H1 (cm)	17.00
H2 (m)	0.0880	H2 (cm)	8.80
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

k (m/d)	0.6922201	k (cm/seg)	0.0008012
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	17.0	11.90	4.3	0.1331625	0.0221938	1.9175405	0.0022194
5	10	11.9	10.40	4.3	0.0485477	0.0080913	0.6990875	0.0008091
10	15	10.4	9.60	4.3	0.0283230	0.0047205	0.4078511	0.0004720
15	20	9.6	9.10	4.3	0.0186986	0.0031164	0.2692598	0.0003116
20	25	9.1	8.80	4.3	0.0116223	0.0019371	0.1673615	0.0001937
25	30	8.8	8.30	4.3	0.0200971	0.0033495	0.2893985	0.0003350
30	35	8.3	8.00	4.3	0.0125252	0.0020875	0.1803623	0.0002088
35	40	8.0	7.50	4.3	0.0217218	0.0036203	0.3127938	0.0003620
40	45	7.5	7.10	4.3	0.0182038	0.0030340	0.2621344	0.0003034
45	50	7.1	6.70	4.3	0.0190086	0.0031681	0.2737241	0.0003168
50	55	6.7	6.50	4.3	0.0098290	0.0016382	0.1415376	0.0001638
55	60	6.5	6.10	4.3	0.0203588	0.0033931	0.2931672	0.0003393
60	65	6.1	5.80	4.3	0.0159277	0.0026546	0.2293596	0.0002655
65	70	5.8	5.60	4.3	0.0109560	0.0018260	0.1577665	0.0001826
70	75	5.6	5.40	4.3	0.0112425	0.0018737	0.1618916	0.0001874
75	80	5.4	5.30	4.3	0.0057334	0.0009556	0.0825612	0.0000956
80	85	17.0	12.20	4.3	0.1240777	0.0206796	1.7867188	0.0020680
85	90	12.2	10.70	4.3	0.0474746	0.0079124	0.6836348	0.0007912
90	95	10.7	9.90	4.3	0.0276400	0.0046067	0.3980165	0.0004607
95	100	9.9	9.40	4.3	0.0182231	0.0030372	0.2624121	0.0003037
100	105	9.4	9.10	4.3	0.0113164	0.0018861	0.1629568	0.0001886
105	110	9.1	8.60	4.3	0.0195488	0.0032581	0.2815030	0.0003258
110	115	8.6	8.30	4.3	0.0121706	0.0020284	0.1752570	0.0002028
115	120	8.3	7.80	4.3	0.0210827	0.0035138	0.3035902	0.0003514
					0.0297381	0.0049564	0.4282291	0.0004956

Permeabilidad Carga Variable Método Porchet



PROYECTO: AYA NACIENTE BAJO HERRERA FUENTE N° 1, CORROGRES



Observaciones: Día Soleado, despejado, Suelo Limoso, café oscuro

FORMULA APLICADA

$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln \left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)} \right)$$

Este (m)	503837.0
Fecha:	26/01/2016
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	13.3
H2 (cm)	9.8
Diametro (cm)	8.6
r (cm)	4.3

k (cm/min)	0.0046024
------------	-----------

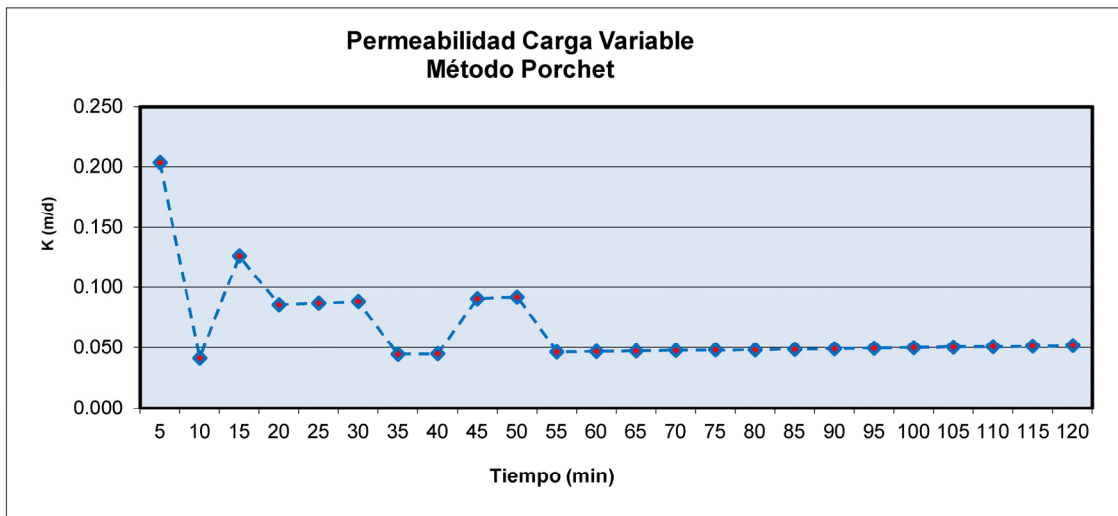
Norte (m)	205541.0
Hora:	10:42 a.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	133.0
H2 (mm)	98.0
Diametro (cm)	86.0
r (mm)	43.0

k (mm/s)	0.0007671
----------	-----------

t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.1330	H1 (cm)	13.30
H2 (m)	0.0980	H2 (cm)	9.80
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

k (m/d)	0.0662745	k (cm/seg)	0.0000767
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	13.3	12.80	4.3	0.0141460	0.0023577	0.2037026	0.0002358
5	10	12.8	12.70	4.3	0.0028859	0.0004810	0.0415572	0.0000481
10	15	12.7	12.40	4.3	0.0087758	0.0014626	0.1263717	0.0001463
15	20	12.4	12.20	4.3	0.0059517	0.0009919	0.0857038	0.0000992
20	25	12.2	12.00	4.3	0.0060352	0.0010059	0.0869067	0.0001006
25	30	12.0	11.80	4.3	0.0061211	0.0010202	0.0881438	0.0001020
30	35	11.8	11.70	4.3	0.0030935	0.0005156	0.0445470	0.0000516
35	40	11.7	11.60	4.3	0.0031160	0.0005193	0.0448698	0.0000519
40	45	11.6	11.40	4.3	0.0063005	0.0010501	0.0907269	0.0001050
45	50	11.4	11.20	4.3	0.0063942	0.0010657	0.0920760	0.0001066
50	55	11.2	11.10	4.3	0.0032331	0.0005388	0.0465566	0.0000539
55	60	11.1	11.00	4.3	0.0032576	0.0005429	0.0469093	0.0000543
60	65	11.0	10.90	4.3	0.0032825	0.0005471	0.0472674	0.0000547
65	70	10.9	10.80	4.3	0.0033077	0.0005513	0.0476310	0.0000551
70	75	10.8	10.70	4.3	0.0033334	0.0005556	0.0480002	0.0000556
75	80	10.7	10.60	4.3	0.0033594	0.0005599	0.0483752	0.0000560
80	85	10.6	10.50	4.3	0.0033858	0.0005643	0.0487562	0.0000564
85	90	10.5	10.40	4.3	0.0034127	0.0005688	0.0491431	0.0000569
90	95	10.4	10.30	4.3	0.0034400	0.0005733	0.0495363	0.0000573
95	100	10.3	10.20	4.3	0.0034678	0.0005780	0.0499358	0.0000578
100	105	10.2	10.10	4.3	0.0034960	0.0005827	0.0503417	0.0000583
105	110	10.1	10.00	4.3	0.0035246	0.0005874	0.0507544	0.0000587
110	115	10.0	9.90	4.3	0.0035537	0.0005923	0.0511738	0.0000592
115	120	9.9	9.80	4.3	0.0035834	0.0005972	0.0516003	0.0000597
					0.0046964	0.0007827	0.0676279	0.0000783



PROYECTO: AYA NACIENTE BAJO HERRERA FUENTE N° 1, CORROGRES



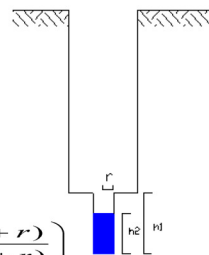
Este (m)	503846.0
Fecha:	26/01/2016
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	18.0
H2 (cm)	6.2
Diametro (cm)	8.6
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0157836

Norte (m)	205558.0
Hora:	12:38 p.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	180.0
H2 (mm)	62.0
Diametro (cm)	86.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0026306

Observaciones: Día Soleado, despejado, Suelo Limoso, café - rojizo

FORMULA APLICADA

$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln\left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)}\right)$$

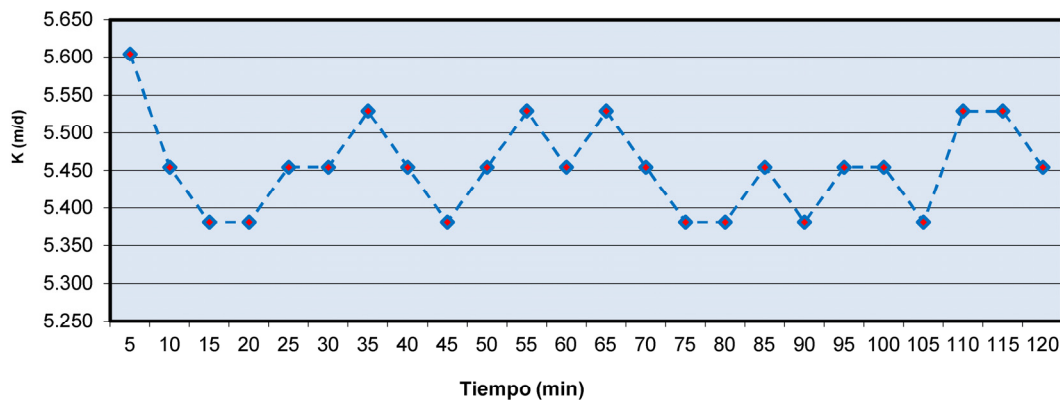


t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.1800	H1 (cm)	18.00
H2 (m)	0.0620	H2 (cm)	6.20
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

k (m/d)	0.2272832	k (cm/seg)	0.0002631
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	18.0	6.00	4.3	0.3892301	0.0648717	5.6049139	0.0064872
5	10	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
10	15	18.0	6.30	4.3	0.3736863	0.0622810	5.3810823	0.0062281
15	20	18.0	6.30	4.3	0.3736863	0.0622810	5.3810823	0.0062281
20	25	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
25	30	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
30	35	18.0	6.10	4.3	0.3839862	0.0639977	5.5294008	0.0063998
35	40	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
40	45	18.0	6.30	4.3	0.3736863	0.0622810	5.3810823	0.0062281
45	50	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
50	55	18.0	6.10	4.3	0.3839862	0.0639977	5.5294008	0.0063998
55	60	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
60	65	18.0	6.10	4.3	0.3839862	0.0639977	5.5294008	0.0063998
65	70	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
70	75	18.0	6.30	4.3	0.3736863	0.0622810	5.3810823	0.0062281
75	80	18.0	6.30	4.3	0.3736863	0.0622810	5.3810823	0.0062281
80	85	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
85	90	18.0	6.30	4.3	0.3736863	0.0622810	5.3810823	0.0062281
90	95	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
95	100	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
100	105	18.0	6.30	4.3	0.3736863	0.0622810	5.3810823	0.0062281
105	110	18.0	6.10	4.3	0.3839862	0.0639977	5.5294008	0.0063998
110	115	18.0	6.10	4.3	0.3839862	0.0639977	5.5294008	0.0063998
115	120	18.0	6.20	4.3	0.3788054	0.0631342	5.4547975	0.0063134
					0.3785924	0.0630987	5.4517304	0.0063099

**Permeabilidad Carga Variable
Método Porchet**



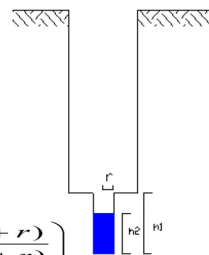
PROYECTO: AYA NACIENTE BAJO HERRERA FUENTE N° 2, CORROGRES



Observaciones: Día Soleado, despejado, Suelo Limoso, rojizo

Este (m)	503824.0
Fecha:	26/01/2016
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	23.0
H2 (cm)	19.5
Diametro (cm)	8.6
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0026849

Norte (m)	205558.0
Hora:	01:50 a.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	230.0
H2 (mm)	195.0
Diametro (cm)	86.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0004475



FORMULA APLICADA

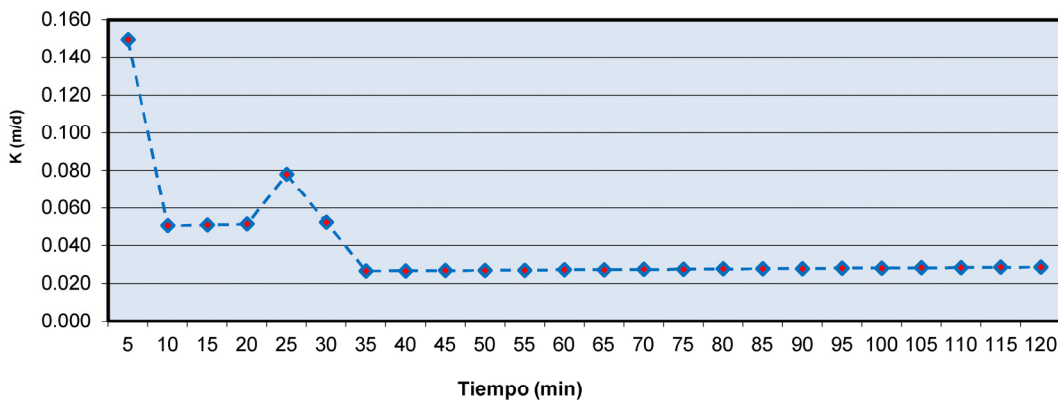
$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln \left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)} \right)$$

t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.2300	H1 (cm)	23.00
H2 (m)	0.1950	H2 (cm)	19.50
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

k (m/d)	0.0386619	k (cm/seg)	0.0000447
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	23.0	22.40	4.3	0.0103828	0.0017305	0.1495123	0.0001730
5	10	22.4	22.20	4.3	0.0035174	0.0005862	0.0506506	0.0000586
10	15	22.2	22.00	4.3	0.0035464	0.0005911	0.0510683	0.0000591
15	20	22.0	21.80	4.3	0.0035759	0.0005960	0.0514930	0.0000596
20	25	21.8	21.50	4.3	0.0054202	0.0009034	0.0780515	0.0000903
25	30	21.5	21.30	4.3	0.0036518	0.0006086	0.0525863	0.0000609
30	35	21.3	21.20	4.3	0.0018376	0.0003063	0.0264616	0.0000306
35	40	21.2	21.10	4.3	0.0018455	0.0003076	0.0265751	0.0000308
40	45	21.1	21.00	4.3	0.0018535	0.0003089	0.0266897	0.0000309
45	50	21.0	20.90	4.3	0.0018615	0.0003102	0.0268052	0.0000310
50	55	20.9	20.80	4.3	0.0018696	0.0003116	0.0269218	0.0000312
55	60	20.8	20.70	4.3	0.0018777	0.0003130	0.0270393	0.0000313
60	65	20.7	20.60	4.3	0.0018860	0.0003143	0.0271579	0.0000314
65	70	20.6	20.50	4.3	0.0018943	0.0003157	0.0272776	0.0000316
70	75	20.5	20.40	4.3	0.0019027	0.0003171	0.0273983	0.0000317
75	80	20.4	20.30	4.3	0.0019111	0.0003185	0.0275200	0.0000319
80	85	20.3	20.20	4.3	0.0019196	0.0003199	0.0276429	0.0000320
85	90	20.2	20.10	4.3	0.0019283	0.0003214	0.0277669	0.0000321
90	95	20.1	20.00	4.3	0.0019369	0.0003228	0.0278919	0.0000323
95	100	20.0	19.90	4.3	0.0019457	0.0003243	0.0280181	0.0000324
100	105	19.9	19.80	4.3	0.0019545	0.0003258	0.0281455	0.0000326
105	110	19.8	19.70	4.3	0.0019635	0.0003272	0.0282740	0.0000327
110	115	19.7	19.60	4.3	0.0019725	0.0003287	0.0284037	0.0000329
115	120	19.6	19.50	4.3	0.0019816	0.0003303	0.0285346	0.0000330
					0.0027492	0.0004582	0.0395885	0.0000458

Permeabilidad Carga Variable Método Porchet



PROYECTO: AYA NACIENTE BAJO HERRERA FUENTE N° 2, CORROGRES



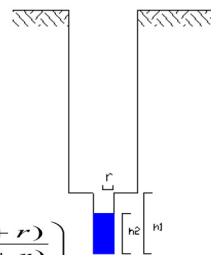
Este (m)	503802.0
Fecha:	26/01/2016
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	33.0
H2 (cm)	17.5
Diametro (cm)	8.6
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0104194

Norte (m)	205566.0
Hora:	03:44 p.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	330.0
H2 (mm)	175.0
Diametro (cm)	86.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0017366

Observaciones: Día Soleado, despejado, Suelo Limoso, rojizo - café

FORMULA APLICADA

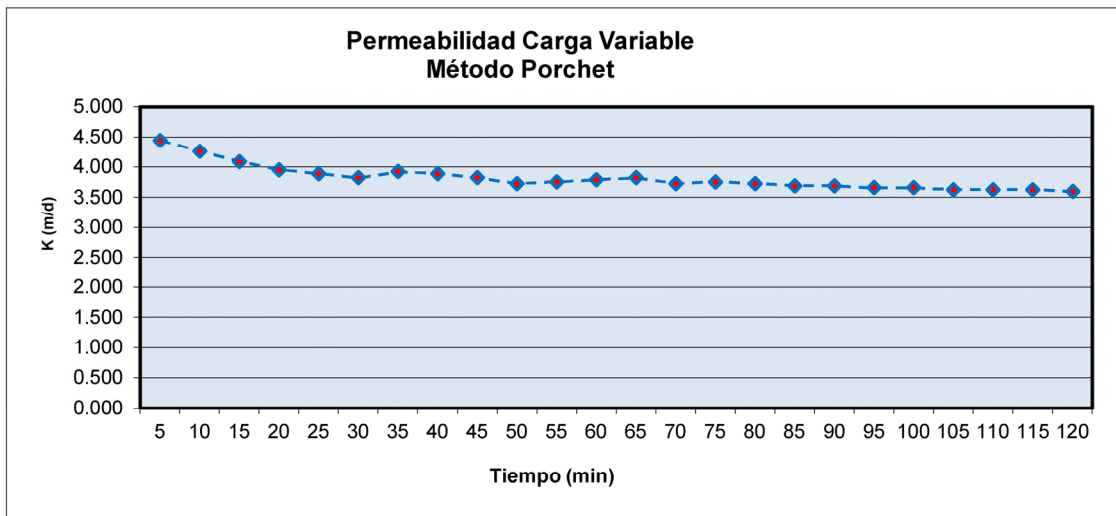
$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln \left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)} \right)$$



t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.3300	H1 (cm)	33.00
H2 (m)	0.1750	H2 (cm)	17.50
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

k (m/d)	0.1500392	k (cm/seg)	0.0001737
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	33.0	15.00	4.3	0.3085794	0.0514299	4.4435429	0.0051430
5	10	33.0	15.50	4.3	0.2962222	0.0493704	4.2655997	0.0049370
10	15	33.0	16.00	4.3	0.2842102	0.0473684	4.0926275	0.0047368
15	20	33.0	16.40	4.3	0.2748366	0.0458061	3.9576467	0.0045806
20	25	33.0	16.60	4.3	0.2702253	0.0450375	3.8912439	0.0045038
25	30	33.0	16.80	4.3	0.2656629	0.0442771	3.8255457	0.0044277
30	35	33.0	16.50	4.3	0.2725247	0.0454208	3.9243563	0.0045421
35	40	33.0	16.60	4.3	0.2702253	0.0450375	3.8912439	0.0045038
40	45	33.0	16.80	4.3	0.2656629	0.0442771	3.8255457	0.0044277
45	50	33.0	17.10	4.3	0.2589088	0.0431515	3.7282871	0.0043151
50	55	33.0	17.00	4.3	0.2611484	0.0435247	3.7605372	0.0043525
55	60	33.0	16.90	4.3	0.2633997	0.0439000	3.7929561	0.0043900
60	65	33.0	16.80	4.3	0.2656629	0.0442771	3.8255457	0.0044277
65	70	33.0	17.10	4.3	0.2589088	0.0431515	3.7282871	0.0043151
70	75	33.0	17.00	4.3	0.2611484	0.0435247	3.7605372	0.0043525
75	80	33.0	17.10	4.3	0.2589088	0.0431515	3.7282871	0.0043151
80	85	33.0	17.20	4.3	0.2566808	0.0427801	3.6962042	0.0042780
85	90	33.0	17.20	4.3	0.2566808	0.0427801	3.6962042	0.0042780
90	95	33.0	17.30	4.3	0.2544643	0.0424107	3.6642866	0.0042411
95	100	33.0	17.30	4.3	0.2544643	0.0424107	3.6642866	0.0042411
100	105	33.0	17.40	4.3	0.2522592	0.0420432	3.6325327	0.0042043
105	110	33.0	17.40	4.3	0.2522592	0.0420432	3.6325327	0.0042043
110	115	33.0	17.40	4.3	0.2522592	0.0420432	3.6325327	0.0042043
115	120	33.0	17.50	4.3	0.2500653	0.0416776	3.6009408	0.0041678
					0.2665020	0.0444170	3.8376290	0.0044417



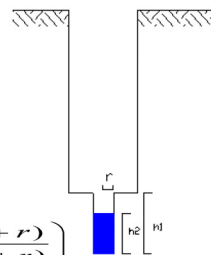
PROYECTO: AYA NACIENTE BAJO HERRERA FUENTE N° 2, CORROGRES



Observaciones: Día Soleado, despejado, Suelo Limoso, rojizo

Este (m)	503803.0
Fecha:	26/01/2016
t1 (min)	0.0
t2 (min)	120.0
H1 (cm)	20.0
H2 (cm)	9.8
Diametro (cm)	8.6
r (cm)	4.3
k (cm/min)	0.0110565

Norte (m)	205552.0
Hora:	04:21 p.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	7200.0
H1 (mm)	200.0
H2 (mm)	98.0
Diametro (cm)	86.0
r (mm)	43.0
k (mm/s)	0.0018427



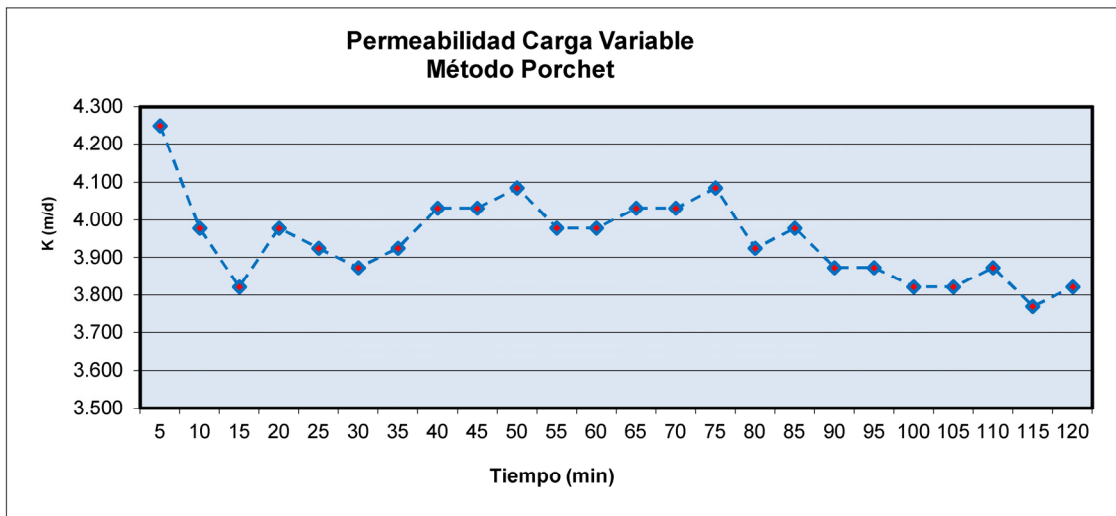
FORMULA APLICADA

$$K = \frac{r}{2(t_2 - t_1)} \times \ln \left(\frac{(2h_1 + r)}{(2h_2 + r)} \right)$$

t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0833	t2 (seg)	7200.00
H1 (m)	0.2000	H1 (cm)	20.00
H2 (m)	0.0980	H2 (cm)	9.80
r (m)	0.0430	r (cm)	4.30

k (m/d)	0.1592134	k (cm/seg)	0.0001843
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	20.0	9.00	4.3	0.2951511	0.0491919	4.2501764	0.0049192
5	10	20.0	9.50	4.3	0.2762885	0.0460481	3.9785539	0.0046048
10	15	20.0	9.80	4.3	0.2653557	0.0442259	3.8211217	0.0044226
15	20	20.0	9.50	4.3	0.2762885	0.0460481	3.9785539	0.0046048
20	25	20.0	9.60	4.3	0.2726132	0.0454355	3.9256305	0.0045436
25	30	20.0	9.70	4.3	0.2689691	0.0448282	3.8731556	0.0044828
30	35	20.0	9.60	4.3	0.2726132	0.0454355	3.9256305	0.0045436
35	40	20.0	9.40	4.3	0.2799954	0.0466659	4.0319336	0.0046666
40	45	20.0	9.40	4.3	0.2799954	0.0466659	4.0319336	0.0046666
45	50	20.0	9.30	4.3	0.2837345	0.0472891	4.0857774	0.0047289
50	55	20.0	9.50	4.3	0.2762885	0.0460481	3.9785539	0.0046048
55	60	20.0	9.50	4.3	0.2762885	0.0460481	3.9785539	0.0046048
60	65	20.0	9.40	4.3	0.2799954	0.0466659	4.0319336	0.0046666
65	70	20.0	9.40	4.3	0.2799954	0.0466659	4.0319336	0.0046666
70	75	20.0	9.30	4.3	0.2837345	0.0472891	4.0857774	0.0047289
75	80	20.0	9.60	4.3	0.2726132	0.0454355	3.9256305	0.0045436
80	85	20.0	9.50	4.3	0.2762885	0.0460481	3.9785539	0.0046048
85	90	20.0	9.70	4.3	0.2689691	0.0448282	3.8731556	0.0044828
90	95	20.0	9.70	4.3	0.2689691	0.0448282	3.8731556	0.0044828
95	100	20.0	9.80	4.3	0.2653557	0.0442259	3.8211217	0.0044226
100	105	20.0	9.80	4.3	0.2653557	0.0442259	3.8211217	0.0044226
105	110	20.0	9.70	4.3	0.2689691	0.0448282	3.8731556	0.0044828
110	115	20.0	9.90	4.3	0.2617723	0.0436287	3.7695214	0.0043629
115	120	20.0	9.80	4.3	0.2653557	0.0442259	3.8211217	0.0044226
					0.2751740	0.0458623	3.9625052	0.0045862



ANEXO N° 4 POZOS



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
Dirección de Investigación y Gestión Hídrica
Unidad de Gestión Hídrica

POZO : RG-640

FECHA REG : 06-05-2002

GEOLOGO :

CONCESION :

PROVINCIA : San Jos

CANTON : Puriscal

DISTRITO : Santiago

LUGAR : LOS HORCONES

HOJ TOP : RIO GRANDE

LAMBERT N : 204360

LAMBERT E : 501750

PROPIETAR : WILLAMETTE S.A.

PERFORADOR: CORP.PERF.AGUA AZUL S.A.

PROFUNDIDAD: 80 mbns

BROCA: 0

METODO PERF: PERCUSION

DIAMETRO DE PERFO: 0.25 mm

NIVEL ESTATICO: 9.62 mbns

CAUDAL PRUEBA: 1.89 l/s

NIVEL DINAMICO: 46.86 m

PROFUNDIDAD BOMBA: 62 mts

TIPO DE BOMBA: SUMERGIBLE

POT. BOMBA: 5

T BOMBEO: 720 min

Q. REC: 1.20 l/s

ACUIFERO: G Abra R Grande

USO: Domstico

INFORME PERFORAC.: SI

NOTA :

NOTA SENARA: AP-0257-02

CALIDAD DE AGUAS : SI

PRUEBA DE BOMBEO

FECHA : 2005-10-14

COEF. ALMACENAMIENTO : 0

RECUPERACION % : 95

CAUDAL EXPLOTACION : 0.5

TIPO BOMBA : tipobomba

TIEMPO DE BOMBA : 720

DIAM. PERFORAC. : 0.25

PROFUNDIDAD BOMBA : 62

TRANSMISIVIDAD : 0

RECUPERACION HORAS : 0.5

RADIO DE INFLUENCIA : 0

POTENCIA DE BOMBA : 5

BROCA : 0

FUNCION :

CALIDAD DE AGUAS 1

FECHA : 2013-10-16
INFORME : 4141
COLIF. TOTAL : 23

LABORATORIO : BIOTROL
COLIF. FECAL HORAS : 2

CALIDAD DE AGUAS 2

FECHA : 2005-10-17
INFORME : 22102002

LABORATORIO : AQLASA

PH : 7.34 +- 0.05	COLOR : 17.5 +- 0.5	TURBIEDAD : 9.36 +- 0.01
CONDUCTIVIDAD : 175.1 +- 0.1	ALCALINIDAD : 102 +- 0.5	CARBONATOS : 0 +- 0
BICARBONATOS : 124.3 +- 0.5	DUREZA TOTAL : 75.2 +- 0.5	DUREZA CALCIO : 43.3 +- 0.5
DUREZA MAGNE. : 31.9 +- 0.5	CALCIO : 17.3 +- 0.5	MAGNESIO : 7.7 +- 0.5
DURE. CARBON. : 75.2 +- 0.5	DURE. NO CARBO. : 0 +- 0	CLORUROS : 7.6 +- 0.5
HIERRO TOT. : 0.26 +- 0.01	SULFATOS : 5.2 +- 0.5	

OBSERVACIONES

PROF (mts) LITOLOGIA RESUMIDA DESCRIPCION

0.00 6.00 ARCILLAS DE COLORACION CAFE ROJIZA, PLASTICA
6.00 80.00 ROCAS PIROCLASTICAS DUREZA MEDIA A BAJA CON ABUNDANTES MINERALES E
ALTERACION, MUY METEORIZADA EN ALGUNOS TRAMOS PERMEABILIDAD APARENTE
BAJA SON INTERCALACIONES DE TOBAS Y ARCILLAS.

Fecha de impresión 13/10/2016

Esta información es copia de la Base de Datos del SENARA



PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES

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

Exp 10701-P
Willamette, SA

INFORME FINAL

DEL POZO RG-640

PROPIEDAD DE

WILLAMETTE S.A.

EN LOS HORCONES

DISTRITO LA GARITA

CANTÓN DE ALAJUELA

PROVINCIA DE ALAJUELA

JUNIO DEL 2002

TEL. 282-7046 SANTA ANA, SAN JOSE

Rw

PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES

- PERFORACION DE POZOS PROFUNDOS
- ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS

- PRUEBAS DE BOMBEO
- BOMBAS SUMERGIBLES

1. INTRODUCCIÓN:

Durante el mes de junio del 2002, se llevó a cabo la perforación y construcción de un pozo, en propiedad de Willamatte S.A., en Los Horcones, Distrito de La Garita, Cantón de Alajuela, Provincia de Alajuela. La ubicación corresponde a las coordenadas latitud 204,360, y longitud 501,750 de la hoja topográfica "Río Grande" del Instituto Geográfico Nacional, escala 1:50.000.

El pozo fue construido con maquinaria de percusión, marca Bucyrus Erie, modelo 22 W, propiedad de la empresa "William Ramos Robles". El perforador fue el señor Ronaldo Darce.

El pozo tiene una profundidad de 80 m., fue perforado con diámetro de 250 mm., entubado en 150 mm., con tubería PVC, sch-40. Ver perfil del pozo donde se muestran los detalles de construcción.

2. LITOLOGIA:

0 - 6 m. Arcillas, de coloración café rojizo, plástica.

6 - 80 m. Rocas piroclásticas, de dureza media a baja, con abundantes minerales de alteración, muy meteorizada en algunos tramos, de permeabilidad aparente baja. Son intercalaciones de tobas, y arcillas.

3. HIDROGEOLOGIA:

El nivel del agua subterránea, nivel estático, o nivel freático, se encuentra a la profundidad de 8 m. El acuífero captado es de permeabilidad aparente media.

Se calcula que el pozo tiene un potencial de 20 GPM (1,2 lit./seg), aproximadamente.

TEL.282-7046 SANTA ANA, SAN JOSE

PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES

- PERFORACION DE POZOS PROFUNDOS
- ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS

- PRUEBAS DE BOMBEO
- BOMBAS SUMERGIBLES

4. RECOMENDACIONES:

- Realizar el trámite de concesión ante el Departamento de Aguas del MINAE.

POR PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES



Lic. Eddie Fernández Aragonés
Hidrogeólogo
Credencial 65 del Colegio de Geólogos
De Costa Rica

TEL. 282-7046 SANTA ANA, SAN JOSE



SERVIPOZOS S.A.

SERVIPOZOS S.A.

- Instalación Bombas • Extracción Bombas •
- Limpieza - Desarrollo Pozos • Equipos de Bombeo •
- Diagnóstico de Pozos • Pruebas de Bombeo •

San José, 01 de Noviembre 2002

Srs
Willamate S.A
Pte

Asunto : CONSTRUCCIÓN POZO

Atención : Sr Juan Kwan

Estimado Juan :

Durante el mes de Setiembre se procedió a construir el pozo que abastecerá de agua potable el proyecto habitacional de su propiedad sita en Turricures - Alajuela .

Se alcanzó una profundidad de 80 metros , atravesando formaciones arcillosas y arenosas características de la zona .

En el informe adjunto se detallan las características geológicas encontradas y constructivas del pozo .

Se colocó un sello sanitario de concreto de 12 metros de profundidad .

El pozo tiene el número de permiso No : RG - 640

PRUEBA Y AFORO POZO :

Posteriormente entre los días 14 - 15 de Octubre se procedió a realizar la prueba de bombeo con la finalidad de conocer el potencial del mismo .

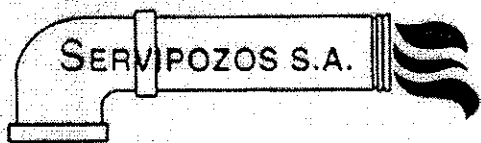
Al no existir corriente eléctrica hubo necesidad de llevar un generador portátil .

Se realizó la prueba a un caudal constante de 30 g.p.m - 1.89 l.p.s durante 10 horas de bombeo , obteniéndose el equilibrio a un nivel de 45.86 metros . Posteriormente se realizaron mediciones de recuperación . Al final de la prueba se tomaron muestras de agua para su análisis .

RESULTADOS ANALISIS DE AGUA :

Muestra bacteriológica : Potable .

Muestra físico - química : Potable , es de esperar que los parámetros de color y turbiedad se reduzcan considerablemente una vez que se ponga a funcionar el pozo y se realice un desarrollo adecuado .



SERVIPOZOS S.A.

- Instalación Bombas • Extracción Bombas •
- Limpieza - Desarrollo Pozos • Equipos de Bombeo •
- Diagnóstico de Pozos • Pruebas de Bombeo •

RECOMENDACIONES :

En base a los datos obtenidos durante la prueba de bombeo , se recomienda explotar el pozo a un caudal de 30 g.p.m - 1.89 l.p.s durante 12 horas diarias , cómo se va a descargar a un tanque de almacenamiento los periodos de bombeo serán más cortos , ya que el tanque cubrirá la demanda del proyecto y por lo tanto por un sistema de electrodos su funcionamiento será automático .

Diseño de motobomba :

Profundidad a colocar motobomba : 68 metros

Tubería descarga : H.G 50 mm .

Electrodo de pare : 66 metros .

Electrodo de arranque : 60 metros .

Caudal : 1.89 l.p.s

Nivel dinámico : 46.86 metros

Diferencia de altura entre pozo - tanque de almacenamiento : 12 metros

Total carga : 56.86 metros : 60 metros

Para estas condiciones de trabajo con una motobomba de 3 H.P modelo 25 GS 30 marca Goulds o similar se tiene , en caso que las cargas sean mayores se deberá instalar una motobomba de 5 H.P .

Se adjuntan los siguientes documentos :

- Permiso de perforación
- Perfil del pozo
- Datos de campo de prueba de bombeo .
- Análisis de Agua .

Atentamente

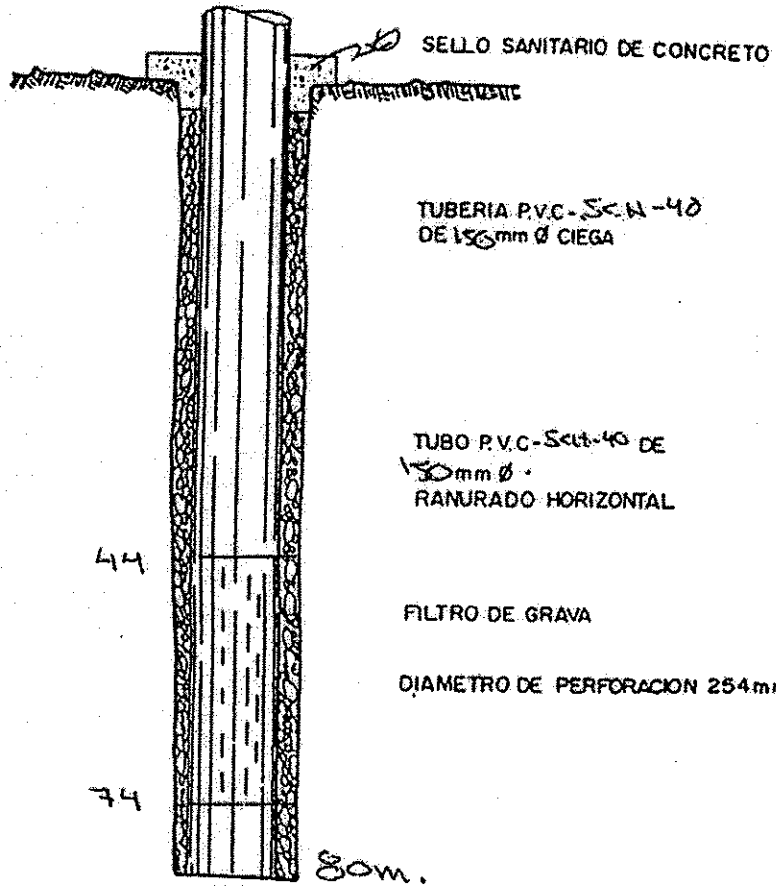
Ing Rodolfo Aguilar I

RESUMEN LITOLÓGICO

DISEÑO

Prof. (m)

0	AREILOS
6	ROCAS
	PIRO -
	CLAS -
	TICAS
80	



EMPRESA PERFORADORA: WILLIAM RAMOS ROBLES

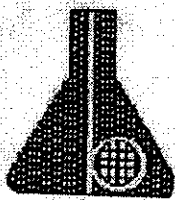
PROPIETARIO: WILLAMETTE S.A.

SUPERVISION :

LIC. EDIE FERNANDEZ ARAGONES
CREDENCIAL 65 C.G.C.R.

DISEÑO Y RESUMEN
LITOLÓGICO
DE POZOR 6-640

- JUNIO 2002 -



LABORATORIO
BIOTROL

TEL: 240-4712
FAX: 297-1206

Fecha: 21 de octubre del 2002

INFORME N. 4141

Señores
SERVIPOZO
Atención: Sr. Rodolfo Aguilar

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

MUESTRA: Agua de pozo propiedad de Willamate.

Fecha de muestreo: 16-10-02

Fecha de análisis: 17-10-02

Análisis microbiológico	Resultado
Número más probable de Coliformes Totales	23 /100 ml
Número más probable de Coliformes Fecales	Menos de 2 /100 ml


PARAMETRO DE REFERENCIA
REGLAMENTO PARA CALIDAD DE AGUA POTABLE SEGUN DECRETO EJECUTIVO #25391-S

Número más probable de coliformes fecales	Menos de 2/100 ml
---	-------------------

NOTA #1: Según el Decreto #25991-S anterior, esta muestra de agua ES POTABLE.

NOTA #2: a pesar de lo anterior, recomendamos que se revise el sistema de captación, purificación y distribución del agua, cuando los niveles de coliformes totales supere los 20/100 ml.

Metodología utilizada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 Th. Ed., 1998.


Dra. Anne Ulate
M.Q.C. -663-

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA Y CONTROL DE CALIDAD INDUSTRIAL BIOTROL, S.A.

TIBAS, DEL PERIODICO LA NACIÓN 50 M ESTE Y 200 NORTE, TELS 240-4712 ó 297-2900, TELFAX 297-1206.
APARTADO POSTAL. 1280-1100. E-mail prelab@solracsa.co.cr



AQYLA S.A.
LABORATORIO QUIMICO Y
DE CONTROL DE CALIDAD
INDUSTRIAL

Teléfono: 272 - 3159
Fax: 272 - 3159
Curridabat
Apdo: 133-2110

REPORTE DE ANALISIS QUIMICO.

Informe N° 22 102002

Tipo de muestra: Agua de Pozo. Propietario Willamate, Turrucares de Alajuela

Interesado: Servipozo.

Encargado de muestreo: El interesado.

Fecha de muestreo y hora de muestreo: 17-10-2002

Fecha de reporte de análisis : 22-10-2002

PARAMETRO ANALIZADO	VALOR REPORTADO	Método de Análisis
Ph	7.34 ± 0.05	4500 - H
Color. U Pt/Co	17.5 ± 0.5	2120-B
Turbiedad. U.N. T.	9.36 ± 0.01	2130-D
Conductividad. μ s.	175.1 ± 0.1	2510 - B
Alcalinidad Total, mg/L	102.0 ± 0.5	2320 - B
Carbonatos, mg/L	0.0	2320 - B
Bicarbonatos, mg/L	124.3 ± 0.5	2320 - B
Dureza total, mg/L	75.2 ± 0.5	2340 - C
Dureza de calcio, mg/L	43.3 ± 0.5	2340 - C
Dureza de magnesio, mg/L	31.9 ± 0.5	2340 - C
Calcio, mg/L	17.3 ± 0.5	2340 - C
Magnesio, mg/L	7.7 ± 0.5	2340 - C
Dureza carbonatada, mg/L	75.2 ± 0.5	2340 - C
Dureza no carbonatada, mg/L	0.0	2340 - C
Cloruros, mg/L	7.6 ± 0.5	4500 - Cl
Hierro total, mg/L	0.26 ± 0.01	3500. Fe
Sulfatos mg/L	5.2 ± 0.5	2340-C

Con base en los parámetros fisicoquímicos, los valores de color y turbiedad superan las concentraciones máximas permisibles establecidas en las Normas de Potabilidad del Organismo Mundial de la Salud. (O.M.S.) Los valores máximos aceptados son: 15 U Pt/Co y 5 U.N.T.

METODOLOGIA DE ANALISIS. Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. 18th. Ed. 1992.

Este informe no podrá ser reproducido en forma parcial o total sin la aprobación escrita de AQYLA S.A.

Los resultados de los análisis de este informe, solamente se refieren a las muestras aquí escritas.

Atentamente,

Lic. Leonor Rodríguez
Química, tsc



Ministerio del Ambiente y Energía
INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE AGUAS

Apartado: 5583-1000 San José, Costa Rica
Teléfono: (506) 257-7943
Fax : (506) 255-3163

INVENTARIO DE POZOS

POZO No. RG-640

EXPEDIENTE No. _____

NUMERO DE OFICIO _____

1- LOCALIZACION:

PROVINCIA Alajuela

CANTON: Alajuela

DISTRITO: La Carita

LUGAR: Los Horcones

MAPA HOJA: no grande

COORDENADAS: 204.360/501.750

2- PROPIETARIO: willamette, S.A.

3- PERFORADORA: Corporación de perforaciones AGUA AZUL

4- PERFORACION: METODO rotación

DIAMETRO _____

FECHA DE INICIO: _____

FECHA DE CONCLUSION _____

5- PROFUNDIDAD: REPORTADA _____ m

MEDIDAD _____ m

FECHA _____

6- NIVEL ESTATICO: _____ m

FECHA _____

m

7- REVESTIMIENTO: TIPO _____

DIAMETROS _____

mm DE LOS _____

A LOS _____

mm DE LOS _____

A LOS _____

mm DE LOS _____

A LOS _____

mm DE LOS _____

A LOS _____

8- REJILLAS: TIPO _____

DIAMETROS _____

mm DE LOS _____

A LOS _____

mm DE LOS _____

A LOS _____

mm DE LOS _____

A LOS _____

9- EXPLOTACION: USO: Urbanístico

CAUDAL _____

L/S

y riego

10- OBSERVACIONES _____

11- FUNCIONARIO RESPONSABLE _____

se otorga
16/05/2002

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA
DEPARTAMENTO DE AGUAS

0000490

Apartado 5583 - 1000 San José
Tel.: (506) 257-7943 Fax: (506) 255-4856 aguas@meteoro.imn.ac.cr

(m)

RECIBO DE DINERO

Porción de Perforaciones Agua
Colonias: AZUL, SA

Concepto:

- Gastos administrativos
- Inspección ICA Ad-hoc
- Perforación pozos
- Extracción de materiales
- Certificación
- Otro:
- Inscripción o movimiento S.U.A.
- Carta disponibilidad
- Obras en cauce
- Inscripción Perforadora
- Drenaje agrícola

Comprobante BNCR # 1071243.

[Handwritten Signature]

X Doméstico Industrial X Urbanístico
Abrevadero X Riego Otros
pretende perforar: Lavas, Formación Colima

Caudal que se desea Obtener (l/seg): 2.5 Profundidad programada: 80 m.
Posible fecha de inicio: 01/05/002 Sistema de perforación: Roto-Percusión
Posible fecha de terminación: 15/05/002

LOCALIZACION CARTOGRAFICA DEL POZO
Hoja: Río Grande Nº: 3345-IV Lat: 501.750 Long: 224.360

EN CASO DE CONTAR CON ESTA INFORMACION FAVOR INDICARLA:
POZOS Y MANANTIALES, Y SUS CARACTERISTICAS EN UN RADIO DE 250 m ALREDEDOR DEL SITIO
PROPUESTO:

PROPIETARIO	PROF.	N.E.	N.D.	O(NM)	Q (L/SEG)	DIST. AL POZO

Cualquier Otra Información: De acuerdo al sitio, los pozos vecinos, se ubican en otro sitio, a los tramitados en sus respectivo permisos.
BITACORA Nº 1164-01

Eduardo Hernández García 196
Nombre del Geólogo Responsable Nº De Carné Firma *[Signature]*

Lic. José Fernando Carter V. 1-497-461
Nombre del Representante de la Empresa: Nº de Ced. Firma *[Signature]*

PARA PRESENTAR ESTA SOLICITUD USTED DEBERA:
1. Llenar a maquina esta solicitud y sacarle tres fotocopias:
2. Cancelar en el BNCR cuenta 197633-1 del Dpto. de Agua de gastos administrativos:
3. Adjuntar cuatro fotocopias del plano catastral de la propiedad donde se perforará o en su defecto de un croquis con la información equivalente

TELEFONO: 257-7943, Fax: 255-4856
APARTADAO: 5583-1000
Calle 25, 75 metros Sur Embajada de Nicaragua
Barrio la California, San José, Costa Rica.

DEPARTAMENTO DE AGUAS
03 ABR 2002
RECIBIDO
hs. F.

DE UNA FINCA PROPIEDAD DE MARIA MURILLO CASTILLO 001.19
 "S HORCONES" — LA GARITA, DIST. 13ª — CANTON CENTRAL — PROV. ALAJUELA
 INSCRITA AL TOMO 1221 FOLIO 471 NUMERO 96925 ASIENTO 12

SECCION DE MICROFILM
 ROLLO 52 IMAGEN 259
 FECHA 02 DIC. 1985 FIRMA *[Signature]*
 RAFAEL GONZALEZ HERERA

MIDE
 4 Hectareas 9810,85 M² = 7 Manzanas 1270,76 V²

Escala 1:2.000

Setiembre 1957

INSTRUMENTO
 CATASTRAL

Ing. A. Fausto Lizano M.

DEPARTAMENTO DE ANOTACION
 TRIBUTACION DIRECTA

EN LOSE 21 SET 1957 APTADO

[Signature]

07 JUN 2001

Se certifica que es copia
 fiel del plan original
 catastral.

Firma autorizada
 CATASTRO NACIONAL

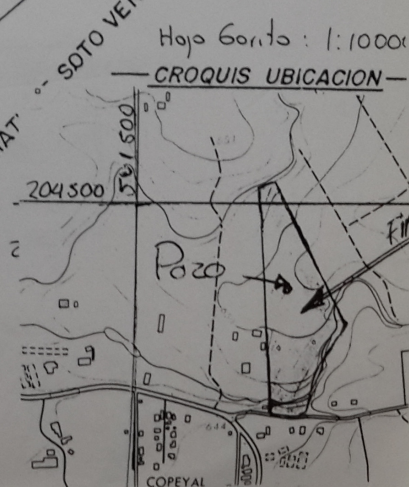
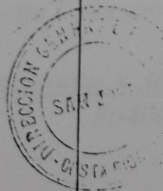
DERROTERO				
LINEA		RUMBO		DISTANCIA
1	2	N 85 21	E	42,40
2	3	N 02 39	E	5,18
3	4	N 62 24	E	10,71
4	5	N 79 32	E	21,18
5	6	N 42 18	E	31,96
6	7	N 29 34	E	32,65
7	8	N 51 02	E	136,21
8	9	N 81 19	W	15,31
9	10	N 06 58	E	18,40
10	11	N 30 20	W	51,76
11	12	N 51 38	W	10,09
12	13	N 68 39	W	12,25
13	14	N 18 29	W	11,51
14	15	N 36 41	W	249,10
15	16	N 79 38	W	4,26
16	17	S 10 12	E	13,24
17	18	S 34 16	E	6,78
18	1	S 00 37	W	425,06

DEPARTAMENTO DE AGUAS

* 03 ABR 2002

RECIBIDO
 hs. F.

36569
 Alajuela
 23 Setiembre 87
 Srta. Chevarri
 DIRECTOR GENERAL



DIRECCIÓN DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO
MUNICIPALIDAD DE ALAJUELA

Al contestar refiérase al Oficio
Ref.

N° 0001-DAA 2002

02 de enero, 2002

Ingeniero
Alfonso Rojas Montero

Cordial saludo.

Con respecto a la solicitud de agua potable, para el proyecto Condominios Fuente del Bosque, el cual su firma pretende desarrollar, se le informa lo siguiente:

El proyecto se ubica en la zona conocida como Barrio Horcones de La Garita de Alajuela, la cual es abastecida por la Naciente Los Llanos. Esta naciente produce alrededor de 15 l/s, en épocas normales sin embargo, en épocas secas este caudal se reduce a 12 l/s, tomando en cuenta que en la zona existen alrededor de 400 viviendas (conteo realizado en campo), el caudal demandado es aproximadamente.

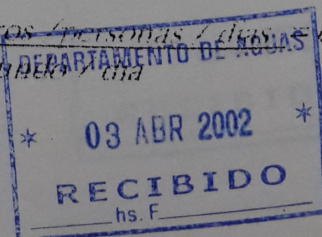
viviendas = 400 viviendas

personas / viviendas = 5 personas

Población servida = 400 viviendas x 5 personas / vivienda = 2000 personas

Dotación de agua = 300 litros / persona

Caudal promedio = $\frac{2000 \text{ personas} \times 300 \text{ litros}}{365 \text{ días}} = 1643,84 \text{ l/s}$
86400 seg



DIRECCIÓN DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO
MUNICIPALIDAD DE ALAJUELA

Al contestar refiérase al Oficio
Ref.

N° 0001 DAA 2002

Factor de hora pico = 1,5

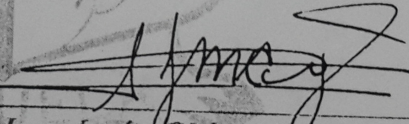
Caudal Pico = $6,94 \times 1,5 =$

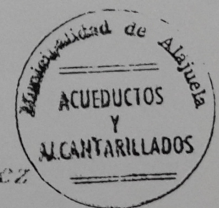
Caudal Máximo demandado = 10,4 l/s

De este cálculo se puede deducir que existe un excedente entre 2 l/s y 3 l/s, sin embargo, durante el conteo de casas realizado en campo, se puede observar que existe una enorme cantidad de lotes baldíos a lo largo de carretera y que se ubican frente a Calle pública y al tubo madre, por lo que estos tendrían su disponibilidad de agua. De esta forma habría muy poco recurso hídrico disponible para desarrollos urbanísticos posteriores.

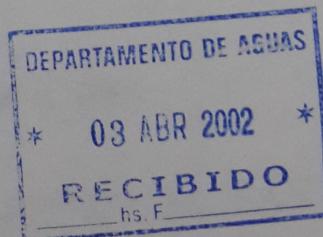
Con base en lo anterior, se informa que el Acueducto Municipal, no estaría en capacidad de extender la disponibilidad de agua que se solicita para el proyecto Condominios Puente del Bosque.

Atentamente,


Ing. Jesús Chinchilla González
Jefe



c. Archivo
Consecutivo



PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES

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

INFORME FINAL

DEL POZO RG-640

PROPIEDAD DE

WILLAMETTE S.A.

EN LOS HORCONES

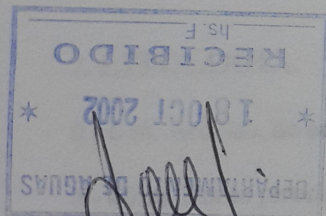
DISTRITO LA GARITA

CANTÓN DE ALAJUELA

PROVINCIA DE ALAJUELA

JUNIO DEL 2002

TEL.282-7046 SANTA ANA, SAN JOSE



PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES

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

1. INTRODUCCIÓN:

Durante el mes de junio del 2002, se llevó a cabo la perforación y construcción de un pozo, en propiedad de Willamatte S.A., en Los Horcones, Distrito de La Garita, Cantón de Alajuela, Provincia de Alajuela. La ubicación corresponde a las coordenadas latitud 204,360, y longitud 501,750 de la hoja topográfica "Río Grande" del Instituto Geográfico Nacional, escala 1:50.000.

El pozo fue construido con maquinaria de percusión, marca Bucyrus Erie, modelo 22 W, propiedad de la empresa "William Ramos Robles". El perforador fue el señor Ronaldo Darce.

El pozo tiene una profundidad de 80 m., fue perforado con diámetro de 250 mm., entubado en 150 mm., con tubería PVC, sch-40. Ver perfil del pozo donde se muestran los detalles de construcción.

2. LITOLOGIA:

0 - 6 m. Arcillas, de coloración café rojizo, plástica.

6 - 80 m. Rocas piroclásticas., de dureza media a baja, con abundantes minerales de alteración, muy meteorizada en algunos tramos, de permeabilidad aparente baja. Son intercalaciones de tobas, y arcillas.

3. HIDROGEOLOGIA:

El nivel del agua subterránea, nivel estático, o nivel freático, se encuentra a la profundidad de 8 m. El acuífero captado es de permeabilidad aparente media.

Se calcula que el pozo tiene un potencial de 20 GPM (1,2 lit./seg), aproximadamente.

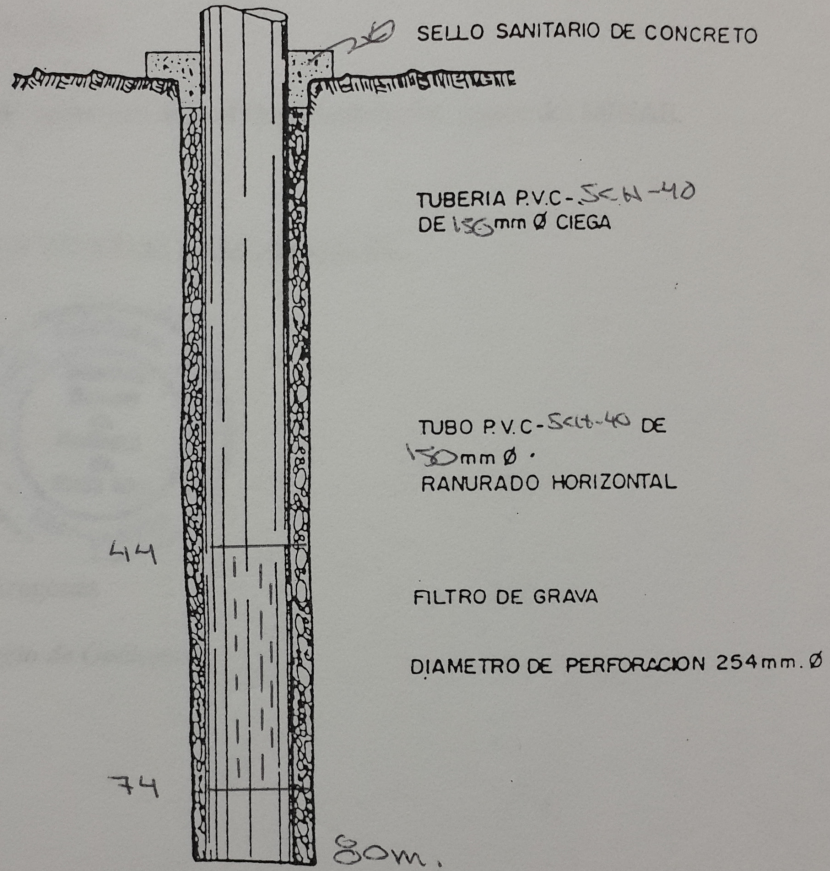
TEL. 282-7046 SANTA ANA, SAN JOSE

RESUMEN LITOLÓGICO

DISEÑO

Prof. (m)

0	ARENILLAS
6	
	ROCAS
	PIROCLÁSTICAS
80	



EMPRESA PERFORADORA: WILLIAM RAMOS ROBLES

PROPIETARIO: WILLAMETTE S.A.

SUPERVISION :

LIC. EDDIE FERNANDEZ ARAGONES
CREDENCIAL 65 C.G.C.R.

DISEÑO Y RESUMEN
LITOLÓGICO
DE POZO RG-640

- JUNIO 2002 -

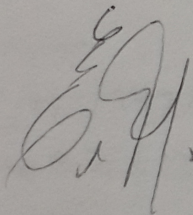
PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES

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

4. RECOMENDACIONES:

- Realizar el trámite de concesión ante el Departamento de Aguas del MINAE.

POR PERFORACIONES WILLIAM RAMOS ROBLES



Lic. Eddie Fernández Aragonés
Hidrogeólogo
*Credencial 65 del Colegio de Geólogos
De Costa Rica*

TEL. 282-7046 SANTA ANA, SAN JOSE



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
Dirección de Investigación y Gestión Hídrica
Unidad de Gestión Hídrica

POZO : RG-816

FECHA REG : 10-10-2006

GEOLOGO :

CONCESION :

PROVINCIA : San Jos
DISTRITO : Santiago
LUGAR : SANTIAGO

CANTON : Puriscal

HOJ TOP : RIO GRANDE

LAMBERT N : 203746

LAMBERT E : 502431

PROPIETAR : XINIA MARIA DEL CARMEN AGUILAR
PERFORADOR: NUEVO MILENIO CIUD.COLON

PROFUNDIDAD: 50 mbns

BROCA: 0

METODO PERF: PERCUSION

DIAMETRO DE PERFO: 0.254 mm
NIVEL ESTATICO: 63 mbns

CAUDAL PRUEBA: 0 l/s

NIVEL DINAMICO: 75 m

PROFUNDIDAD BOMBA: 73 mts

TIPO DE BOMBA: sumergible
POT. BOMBA: 1

T BOMBEO: 0 min

Q. REC: 0.91 l/s
ACUIFERO: G Abra R Grande
INFORME PERFORAC.: NO

USO: DOMESTICO

NOTA :

NOTA SENARA: AP-0917-06

CALIDAD DE AGUAS : NO

PRUEBA DE BOMBEO

FECHA : 2002-09-01
COEF. ALMACENAMIENTO : 0
RECUPERACION % : 100
CAUDAL EXPLOTACION : 0.91
TIPO BOMBA : tipobomba
TIEMPO DE BOMBA : 0
DIAM. PERFORAC. : 0.254

PROFUNDIDAD BOMBA : 73
TRANSMISIVIDAD : 0
RECUPERACION HORAS : 2
RADIO DE INFLUENCIA : 0
POTENCIA DE BOMBA : 1
BROCA : 0
FUNCION :

CALIDAD DE AGUAS 1

FECHA : LABORATORIO :
INFORME :
COLIF. TOTAL : COLIF. FECAL HORAS :

CALIDAD DE AGUAS 2

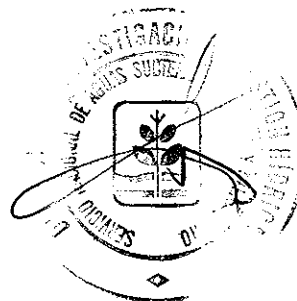
FECHA : LABORATORIO :
INFORME :
PH : +- COLOR : +- TURBIEDAD : +-
CONDUCTIVIDAD : +- ALCALINIDAD : +- CARBONATOS : +-
BICARBONATOS : +- DUREZA TOTAL : +- DUREZA CALCIO : +-
DUREZA MAGNE. : +- CALCIO : +- MAGNESIO : +-
DURE. CARBON. : +- DURE. NO CARBO. : +- CLORUROS : +-
HIERRO TOT. : +- SULFATOS : +-

OBSERVACIONES

PROF (mts) LITOLOGIA RESUMIDA DESCRIPCION

0.00 20.00 TOBA DE GRANULOMETRIA FINA Y COLOR CAFE CLARO,MUY ALTERADA(ARCILLOSA)
Y CON BAJA PERMEABILIDAD APARENTE.
20.00 32.00 TOBA CON MINERALES POMEZ Y PEQUENOS FRAGMENTOS LITICOS,DENTRO DE UNA
MATRIZ FINA DE COLOR BEIGE A CAFE CLARO, PARCIALMENTE ALTERADA Y CON BAJA
PERMEABILIDAD APARENTE
32.00 75.00 LAVA ANDESITICA LIGERAMENTE PORFIRITICA,COLOR GRIS OSCURO CELESTE,ALGO
ALTERADA,CON LEVE OXIDACION Y BAJA PERMEABILIDAD Y POROSIDAD APARENTE

Fecha de impresión 13/10/2016
Esta información es copia de la Base de Datos del SENARA

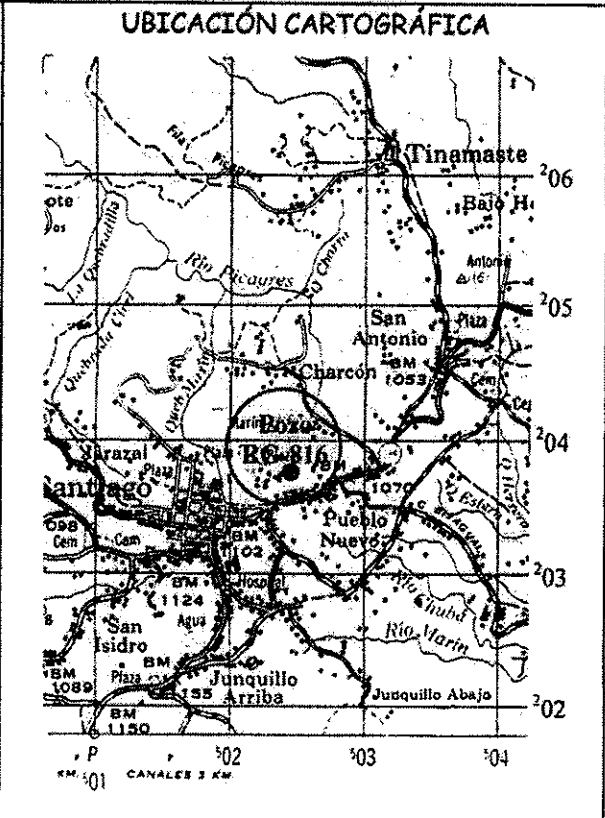
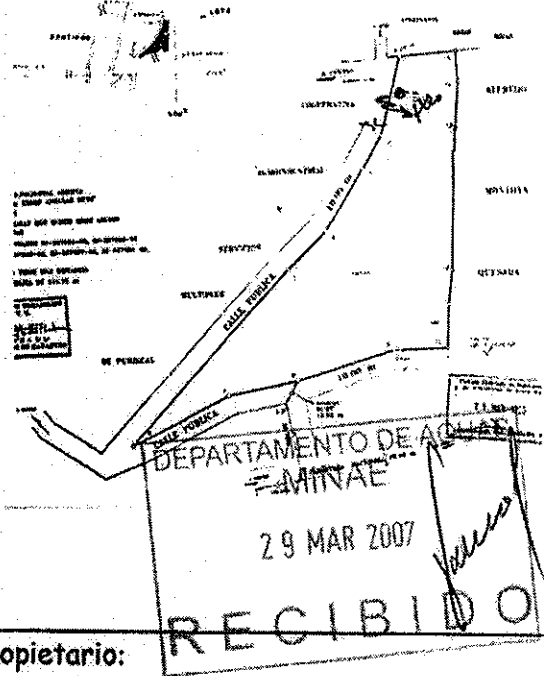


REPORTE FINAL DE PERFORACIÓN POZO N°: RG-816.	Empresa perforadora: PERFORACIONES NUEVO MILENIO DE CIUDAD COLON, S.A. Cédula jurídica: 3-101-315271. Teléfonos: 249-2016, 386-8894. Fax: 249-0573.
--	---

Permiso de perforación IMN-DA-2862-2006.	BITACORA N°: 3508-06. Colegio de Geólogos
---	--

Ubicado en: Santiago de Puriscal, San José.

Croquis del pozo con relación al terreno:



Latitud: 203.746 Norte. Longitud: 502.431 Este.
 Hoja: Río Grande (3345-IV). Escala: 1:50,000-IGN.
 Área Aguas Subterráneas

Propietario: **XINIA MARIA MORA AGUILAR.**
 Cédula: 1-535-698. Teléfono: 416-7859. Fax: 416-6010.

29 MAR 2007
 RECIBIDO

Usos que se dará al agua: Domésticos.	Método de perforación: Percusión a cable.	Equipo de perforación: Bucyrus Erie. Serie 22 W.
Inicio de la perforación: 04 de diciembre del 2006.	Fin de la perforación: 16 de diciembre del 2006.	Profundidad total: 75 metros.

VARIACIÓN DEL NIVEL DEL AGUA Y AVANCE DE LA PERFORACIÓN. Profundidad Nivel del agua (m). (m). Durante la perforación no se observó variaciones significativas en el nivel del agua subterránea, ésta apareció a 63 metros de profundidad y ahí se mantuvo hasta el final.	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Tramo</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Rocas cortadas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Toba (0-20 m): De granulometría fina y color café claro, muy alterada (arcillosa) y con baja permeabilidad aparente. ▪ Toba (20-32 m): Constituida por minerales, pómez y pequeños fragmentos líticos, dentro de una matriz fina de color beige a café claro, parcialmente alterada y con baja permeabilidad aparente. ▪ Lava (32-75 m): Andesítica, ligeramente porfirítica, color gris oscuro celeste, algo alterada, con leve oxidación y baja permeabilidad y porosidad aparentes. </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tramo	Rocas cortadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toba (0-20 m): De granulometría fina y color café claro, muy alterada (arcillosa) y con baja permeabilidad aparente. ▪ Toba (20-32 m): Constituida por minerales, pómez y pequeños fragmentos líticos, dentro de una matriz fina de color beige a café claro, parcialmente alterada y con baja permeabilidad aparente. ▪ Lava (32-75 m): Andesítica, ligeramente porfirítica, color gris oscuro celeste, algo alterada, con leve oxidación y baja permeabilidad y porosidad aparentes. 	
Tramo	Rocas cortadas				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toba (0-20 m): De granulometría fina y color café claro, muy alterada (arcillosa) y con baja permeabilidad aparente. ▪ Toba (20-32 m): Constituida por minerales, pómez y pequeños fragmentos líticos, dentro de una matriz fina de color beige a café claro, parcialmente alterada y con baja permeabilidad aparente. ▪ Lava (32-75 m): Andesítica, ligeramente porfirítica, color gris oscuro celeste, algo alterada, con leve oxidación y baja permeabilidad y porosidad aparentes. 					

CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS ENCONTRADAS

La perforación cortó tobas y lavas parcialmente alteradas, las cuales presentan en términos generales baja porosidad y permeabilidad aparentes, lo cual junto con lo abrupto de la topografía hacen que la producción de agua sea muy baja.

CROQUIS DEL ARMADO POZO N°: RG-816.			
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	DETALLES CONSTRUCTIVOS	OTROS DETALLES
<p>Profundidad (m): 4, 20, 40, 60, 75</p> <p>NE: 63 m</p> <p>LITOLOGIA</p> <ul style="list-style-type: none"> [Light grey box]: Toba café claro. [Dark grey box]: Lava andesítica. [Medium grey box]: Toba beige a café claro. 		<p>Nivel del suelo (0 m)</p> <p>Sello sanitario construido de concreto (0-3 m).</p> <p>Agujero de la perforación en 12 pulg. de diámetro (0-20 m).</p> <p>Tubería plástica sin ranurar de 6 pulgadas de diámetro y cédula SDR-17 (0-63 m).</p> <p>Filtro de grava construido con piedra cuarta (3-75 m).</p> <p>Agujero de la perforación en 10 pulg. de diámetro (20-75 m).</p> <p>Tubería plástica ranurada de 6 pulgadas de diámetro cédula SDR-17 (63-75 m).</p>	<p>SELLO SANITARIO Tipo: De concreto. Profundidad: 0-3 m.</p> <p>FILTRO DE GRAVA Tipo: De piedra cuarta. Tramo: 3-75 m.</p> <p>DESARROLLO Y LIMPIEZA Tipo: Con beiler. Duración: 1 hora continua.</p> <p>DESINFECCIÓN No se realizó.</p> <p>CALIDAD DEL AGUA De buen aspecto y sabor.</p> <p>LODOS /ADITIVOS USADOS Ninguno.</p> <p>PRUEBA DE BOMBEO Fecha: 16 noviembre, 2006. Equipo util...: Beiler. Duración: 15 minutos. Caudal extraído: 0,91 l/s. Nivel inicial (NE): 63 m. Nivel final (ND): 75 m. Abatimiento en el pozo: 12 m. ¿Estabilizado?: No (se secó). Tiempo recuper.: 2 horas. Recuperación: 100 %. Transmisibilidad (m²/d): ? Capac. espec. (lps/m): 0,076.</p>

RECOMENDACIONES SOBRE LA EXPLOTACION

EQUIPO DE BOMBEO A INSTALAR

Tipo de bomba: Sumergible. Capacidad: ≤ 1 HP. Profundidad: 73 metros. Motor: Eléctrico: ≤ 1 HP. Cable: N° 12. Tubería descarga: 1 1/4 pulg. Electrodo (encendido/apagado): Según requerim. de agua.

REGIMEN DE EXPLOTACIÓN

Caudal a extraer (l/s): 0.5. Horas diarias: Las necesarias. Nivel máximo bombeo: Controlado con electr.

CONCESIÓN DE APROVECHAMIENTO

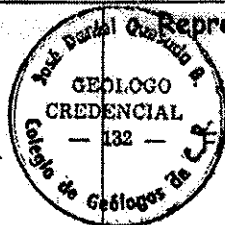
De conformidad con la Ley de Aguas #276, el propietario del pozo deberá solicitar la respectiva Concesión de Aprovechamiento de Aguas ante el Departamento de Aguas del MINAE. Teléfono: 281-2020. Fax: 283-7140.

Geólogo supervisor:

José Daniel Quesada Brenes
Credencial: 132 del CGCR.

Firma: _____

Fecha: 27/01/07.



Representante empresa perforadora:

Miguel Salazar Valverde
Cédula: 1-585-760.

Firma: _____

Fecha: 27/01/07.



Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
Dirección de Investigación y Gestión Hídrica
Unidad de Gestión Hídrica

POZO : RG-955 **FECHA REG** : 14-05-2014

GEOLOGO : **CONCESION** :

PROVINCIA : San Jos **CANTON** : Mora
DISTRITO : Piedras Negras
LUGAR : Q. Grande **HOJ TOP** : RIO GRANDE

LAMBERT N : 207626 **LAMBERT E** : 503198

PROPIETAR : Scarlet And Mapache Ltda.
PERFORADOR: Nuevo Milenio Ciud.colon

PROFUNDIDAD: 53 mbns **BROCA**: 3
METODO PERF: Percusin **DIAMETRO DE PERFO**: 0 mm
NIVEL ESTATICO: 27.3 mbns

CAUDAL PRUEBA: 0.5 l/s **NIVEL DINAMICO**: 42.8 m

PROFUNDIDAD BOMBA: 51 mts **TIPO DE BOMBA**: NO INDICA
POT. BOMBA: 1.5

T BOMBEO: 240 min **Q. REC**: 0.05 l/s
ACUIFERO:
INFORME PERFORAC.: NO

USO: Domstico

NOTA : La informacin aportada para la solicitud de perforacin 16189-P cumple con los requisitos solicitados segun Decreto 35884-MINAET.

La perforacin debe de realizarse en las coordenadas con proyeccion Lambert Norte 207626 N y 503198 E pertenecientes a la hoja topografica Ro Grande, escala 1:50.000 del Instituto Geografico Nacional, en propiedad con plano catastrado 1-1050279-2006, a una profundidad programada de 60 m.

Se indica cumplir con el radio de proteccion de 40 m establecido en el articulo 8 de la Ley de Aguas N276

NOTA SENARA: AP-0086-14

CALIDAD DE AGUAS : SI

PRUEBA DE BOMBEO

FECHA : 2014-08-25

PROFUNDIDAD BOMBA : 51

La información consignada en la base de datos es para consulta de los usuarios y se basa en información reportada por los perforadores, pero la misma no ha sido validada por el SENARA.

COEF. ALMACENAMIENTO : 0
RECUPERACION % : 0
CAUDAL EXPLOTACION : 0.5
TIPO BOMBA : tipobomba
TIEMPO DE BOMBA : 240
DIAM. PERFORAC. : 0

TRANSMISIVIDAD : 1.07
RECUPERACION HORAS : 1.3
RADIO DE INFLUENCIA : 0
POTENCIA DE BOMBA : 1.5
BROCA : 3
FUNCION :

CALIDAD DE AGUAS 1

FECHA : 2014-08-25
INFORME : BACTERIOLOGICO
COLIF. TOTAL : 0

LABORATORIO : LAMBDA
COLIF. FECAL HORAS : 0

CALIDAD DE AGUAS 2

FECHA : 2014-08-25
INFORME : ANALISIS FISICO-QUIMICO

LABORATORIO : LAMBDA

PH : 7.34 +- 0	COLOR : 3 +- 0	TURBIEDAD : 0 +- 0
CONDUCTIVIDAD : 549 +- 0	ALCALINIDAD : 203 +- 0	CARBONATOS : 0 +- 0
BICARBONATOS : 0 +- 0	DUREZA TOTAL : 239 +- 0	DUREZA CALCIO : 0 +- 0
DUREZA MAGNE. : 0 +- 0	CALCIO : 63.1 +- 0	MAGNESIO : 19.9 +- 0
DURE. CARBON. : 203 +- 0	DURE. NO CARBO. : 36 +- 0	CLORUROS : 16 +- 0
HIERRO TOT. : 0.12 +- 0	SULFATOS : 13.8 +- 0	

OBSERVACIONES

La informacin aportada para la solicitud de perforacin 16189-P cumple con los requisitos solicitados segun Decreto 35884-MINAET.

La perforacin debe de realizarse en las coordenadas con proyeccin Lambert Norte 207626 N y 503198 E pertenecientes a la hoja topografica Ro Grande, escala 1:50.000 del Instituto Geografico Nacional, en propiedad con plano catastrado 1-1050279-2006, a una profundidad programada de 60 m.

Se indica cumplir con el radio de proteccin de 40 m establecido en el articulo 8 de la Ley de Aguas N276
Rejilla: 0-3 Sello Sanitario / 23-48 PVC Ranurado SDR-45 / 48-53 Empaque de grava

PROF (mts)	LITOLOGIA RESUMIDA	DESCRIPCION
------------	--------------------	-------------

0.00	13.00	SUELO ARCILLOSO COLOR ROJIZO
13.00	16.00	ROCA GRIS, LAVAS CON RESTOS DE ARCILLA
16.00	42.00	ROCA SANA, LAVA COLOR GRIS GRIS
42.00	53.00	ROCA CON ARCILLA (LAVA)

Fecha de impresin 24/10/2016

Esta informacin es copia de la Base de Datos del SENARA

La informacin consignada en la base de datos es para consulta de los usuarios y se basa en informacin reportada por los perforadores, pero la misma no ha sido validada por el SENARA.

2014 094
N° 16189 P

INCOADO EL 27 DE Febrero DEL AÑO 2014 2014.094

N° 16189 P



**MINISTERIO DE AMBIENTE, ENERGIA
Y TELECOMUNICACIONES**
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

Ingresar a la Fila.

Gestión: Permiso Perforación

SOLICITANTE/PARTES: SCARLET AND MAPACHE LTOA

TELÉFONO 2256-8558

FAX: 2249-0573

ASUNTO _____

FUENTE <input type="checkbox"/> NACIMIENTO	<input type="checkbox"/> QUEBRADA	<input type="checkbox"/> DERIVACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> POZO N° <u>RG-955</u>
	<input type="checkbox"/> RÍO		<input type="checkbox"/> OTRO: _____
USOS <input type="checkbox"/> DOMÉSTICOS	<input type="checkbox"/> POBLACIONAL	<input type="checkbox"/> ANIMALES	OTROS _____
<input type="checkbox"/> TURÍSTICOS	<input type="checkbox"/> RIEGO	<input type="checkbox"/> INDUSTRIALES	

SITIO

DISTRITO Piedras

CANTÓN Mora

PROV.: San José

OPPOSITORES _____

RESOLUCIONES

TIPO	RESOLUCIÓN N°	FECHA
		de de 200
		de de 200
		de de 200
		de de 200
		de de 200
		de de 200
		de de 200
		de de 200
		de de 200
		de de 200

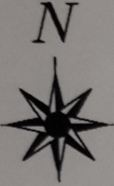
Notificaciones _____

INSCRIPCIÓN: 1-1050279-2006
 Fecha: 03/03/2006 13:13:03
 Registrador: CARLOS BENAVIDES MIRANDA
 B543363491759551D57BFED37EA7BF12

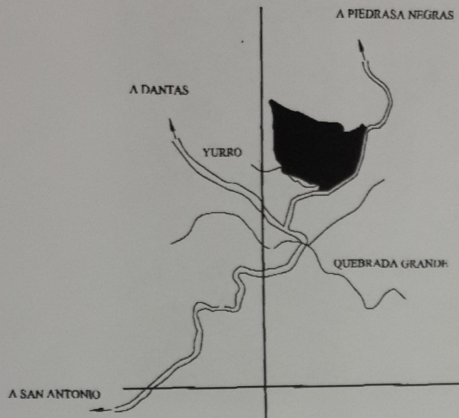
Catastro Nacional
 1-2070743
 01/02/2006 08:45:18
 P.mingreco



UBICACION GEOGRAFICA
 503000



- COLINDANTES:
- (A) OSCAR EDUARDO MARIN SANDI
 - (B) RODOLFO MONTOYA FLORES
 - (C) MARIANO DELGADO CORDERO



HOJA RIO GRANDE
 ESCALA 1:50000
 AMPLIADA A 1:10000

LINEA	AZIMUT	DISTANCIA (m)
1-2	91°20'00"	20.40
2-3	98°06'18"	75.61
3-4	40°28'45"	5.75
4-5	18°18'27"	38.25
5-6	10°28'38"	61.12
6-7	28°24'20"	12.47
7-8	313°39'38"	11.46
8-9	224°43'42"	18.46
9-10	258°36'46"	19.25
10-11	263°10'41"	12.78
11-12	272°10'08"	9.05
12-13	8°57'11"	11.84
13-14	345°17'16"	5.27
14-15	316°31'50"	7.71
15-16	285°05'22"	4.06
16-17	283°57'27"	6.86
17-18	267°00'06"	13.72
18-19	273°52'15"	25.20
19-20	277°33'02"	8.58
20-21	285°18'51"	54.38
21-22	280°07'40"	18.81
22-23	290°52'25"	9.14
23-24	289°02'36"	48.41
24-25	273°44'20"	1.40
25-26	232°30'14"	1.21
26-27	225°23'47"	1.59
27-28	192°21'14"	2.76
28-29	150°08'51"	14.00
29-30	170°00'41"	29.83
30-31	194°18'38"	8.73
31-32	177°40'31"	29.22
32-33	180°23'40"	34.93
33-34	163°25'17"	24.70
34-35	134°02'10"	17.41
35-36	162°22'08"	22.27
36-37	91°21'28"	20.15
37-38	119°34'13"	52.78
38-39	81°40'36"	24.00
39-40	169°33'18"	20.64
40-1	193°28'01"	8.54



- NOTAS:
- Levantamiento polar, poligonal abierta
 - Error angular estimado 0°01'
 - Error lineal estimado 0.02 m
 - Este plano modifica al plano catastral N°SJ-570486-1985 en cuanto a referencia y doy fe que no traspasa otras líneas
 - Los linderos son actuales y existentes
 - Afectado por la Ley Forestal 7575 artículo 33
 - Para rectificación de medida
 - Frente total a calle pública del vértice 1 al 7: 175.35m

CONSEJO FEDERADO DE INGENIEROS
 Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA
 01 FEB 2006
ANOTADO

PROPIEDAD DE: INVERSIONES BAMBOOLANDIA SOCIEDAD ANONIMA VENDE A: SCARLET AND MAPACHE LIMITADA	Cédula Jurídica 3-101-336069 Cédula Jurídica 3-102-423118	SITUADO EN: QUEBRADA GRANDE	INFORMACION DE REGISTRO
PROFESIONAL RESPONSABLE: Patrick Bermúdez Jiménez IT-11752	Área: 31433.75 m² Área Según Registro: 31024.18 m²	DISTRITO: 4° PIEDRAS NEGRAS	FINCA FOLIO REAL: 1390319-000
PROTOCOLO TOMO: 12996	FOLIO: 84	CANTON: 7° MORA	PROVINCIA: 1° SAN JOSE
	ESCALA: 1:2000	ARCHIVO: G1	FECHA: ENERO 2006



MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA
DIRECCIÓN DE AGUAS
DA-0832-2014



000030

PERMISO DE PERFORACION PARA LA EXPLORACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Expediente No.16189-P

DA-0832-2014

SAN JOSE A LAS SIETE Y CATORCE MINUTOS DEL DIEZ DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL CATORCE.

De conformidad con la Ley de Aguas No. 276 del 26 de agosto de 1942, el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones le corresponde disponer y resolver sobre su dominio, aprovechamiento, utilización, gobierno y vigilancia. Asimismo, conforme la Ley 5516 y el Reglamento de Perforación del Subsuelo para la Exploración y Aprovechamiento de Aguas Subterráneas, Decreto Ejecutivo No. 35884 MINAET, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 88 el 7 de mayo del 2010, se regula lo correspondiente a las gestión de perforación de pozos y el Decreto Ejecutivo 35669-MINAET publicado en la Gaceta 3 del 6 de enero de 2010 se delega la responsabilidad en la Dirección de Agua del MINAET de atender y resolver al respecto.

Conforme lo anterior, análisis y recomendación técnica oficio AT-1971-2014 suscrito por el Geo. Víctor Hugo Vargas y analizado los antecedentes del expediente se tiene que se cumple con lo estipulado en la legislación vigente, por tanto:

EL DIRECTOR DE AGUAS
RESUELVE

AUTORIZAR a SCARLET AND MAPACHE LIMITADA, cedula jurídica 3-102-423518, la perforación del subsuelo para la exploración y aprovechamiento de agua subterráneas obtención de agua subterránea, con una VIGENCIA DEL PERMISO 3 MESES calendario a partir de la notificación para iniciar la perforación de acuerdo al artículo 21 del DE-35669-MINAET. Se debe cumplir las siguientes condiciones y que su incumplimiento dará lugar a la cancelación del presente permiso y sanciones respectivas:

Perforadora: Perforaciones Nuevo Milenio de Ciudad Colón, S.A.

Datos de la Propiedad donde se pretende perforar

Propietario: Scarlet and Mapache, Ltda.

Ubicada en Quebrada Grande Distrito: Piedras Negras Cantón: Mora Provincia: San José

Plano catastrado: SJ-1050279-2006 Folio Real: 390319-000

POZO No: RG-955

Coordenadas LCRN para el sitio de perforación: Latitud: 207.626 Longitud: 503.198

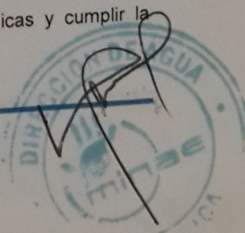
Hoja cartográfica: RIO GRANDE 1:50000

Uso: Consumo humano (doméstico)

Geólogo responsable: Luis Fernando Sáenz Sánchez

- 1- Deberá de guardar un radio operacional (ROP) de 40 metros, donde solo se permite actividades propias del funcionamiento y mantenimiento del pozo. Conforme los resultados de la perforación se realizará el control sobre la certeza del ROP autorizado.
- 2- El permiso de perforación otorgado no confiere el derecho de explotación del recurso hídrico, de esta forma será autorizado con fines exploratorios, para lo cual una vez perforado y aprobado el Informe Final de Perforación respectivo, se continuará con el trámite de la concesión de aprovechamiento de agua, condicionada a los resultados aportados de productividad del pozo.
- 3- Conforme la Legislación vigente se deberá informar por escrito al correo electrónico vhvargas@da.go.cr, la fecha de inicio de la perforación, PLAZO PREVISTO PARA SU CONCLUSIÓN, indicando el número de resolución de permiso, número de expediente y número pozo así como el nombre de la perforadora.
- 4- Debe acondicionar en pozo perforado de tal manera que permita una fácil medición de los niveles del agua (línea de aire).
- 5- De acuerdo con el artículo 33 de la Ley Forestal, está prohibido perforar dentro de las zonas de protección de los cuerpos de aguas, sean estos nacimientos, quebradas o ríos
- 6- En cumplimiento al Decreto 31545-S-MINAE "Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales", Artículo 21 el pozo deberá estar retirado al menos treinta metros (30m) de todo sistema de tratamiento existentes o por construir (plantas de tratamiento, tanques o drenajes sépticos, fosas de aguas residuales y edificaciones que manipulen agentes contaminantes tóxicos) que se ubique dentro de la propiedad donde se perfora o en propiedades colindancias.
- 7- Dentro de los 15 días hábiles siguientes de la conclusión de los trabajos de perforación, deberá entregar a la Dirección de Agua del MINAET ORIGINAL Y COPIA del informe de perforación, suscrito por el geólogo responsable acreditado por la empresa perforadora.
- 8- Cualquier cambio en estas condiciones debe ser autorizado por esta Dirección de previo a la perforación.

Que en toda autorización de permiso de perforación, el permisionario deberá acatar las disposiciones técnicas y cumplir la normativa de la Ley de Aguas, Ley Forestal, Decreto 31545-S-MINAE, Decreto 35884-MINAET y leyes conexas.

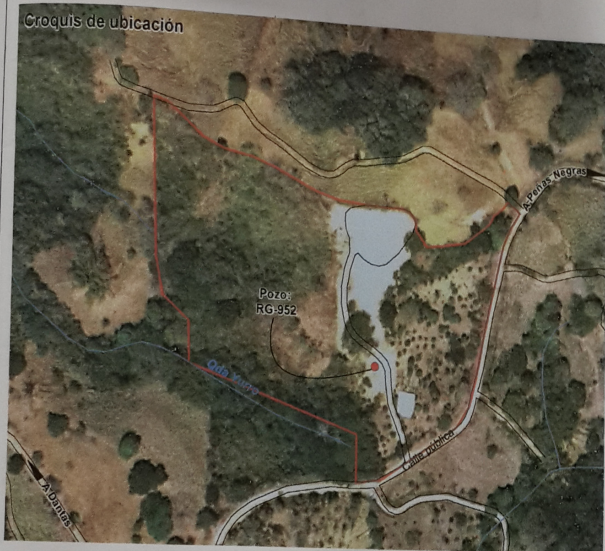


Entrega: _____ # Expediente: _____
 Fecha: 8/8/14
 Proyecto: RG-955 Firma: A.
 Titular: Scarlet y Mapache Ltda.
 Ubicación: _____
 Calidad de Agua
 Caract Bomba
 Geólogo: _____
 con relación al terreno:

000034

1 Empresa perforadora : Perforaciones Nuevo
 Milenio de Ciudad Colón S.A. 29298
 UBICACIÓN CARTOGRÁFICA

(Dibuje el cuadrante)
 DIRECCION DE AGUAS



Hoja: Rio Grande No3345 IV.
 Escala: 1: 50.000
 Latitud: 207626 Longitud: 503198

Propietario: Scarlet y Mapache Limitada, Gestión 16189P

Uso que se dará al agua: doméstico	Método de perforación: percusión	Equipo de perforación: Bucyrus Erie22
---------------------------------------	-------------------------------------	--

Inicio de perforación: 8-7-14	Final de perforación: 17.7.14	Profundidad total :63m
-------------------------------	----------------------------------	------------------------

VARIACIÓN DE NIVEL DE AGUA Y AVANCE DE LA PERFORACIÓN		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DETALLADA	
Prof. (m)	Nivel (m)	Tramo (m)	Descripción
20 m	---	0-13 m	suelo arcillosos color rojizo
30 m	24	13-16 m	roca gris, lavas con restos de arcilla
53 m	27.3	16.42 m	roca sana, lava de color gris.
		42-53,	roca con arcilla, (lava)

CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS ENCONTRADAS
 El nivel del agua apareció a los 30 m de profundidad y se colocó a 24, lo cual indica que existe un nivel de confinamiento en el acuífero volcánico.

Pozo Número: RG-955 BITACORA No. CGCR 06283-14

Localidad: Quebrada Grande, Piedras Negras
Croquis del pozo con relación al terreno:



Empresa perforadora : Perforaciones Nuevo

Milenio de Ciudad Colón S.A.
UBICACIÓN CARTOGRÁFICA

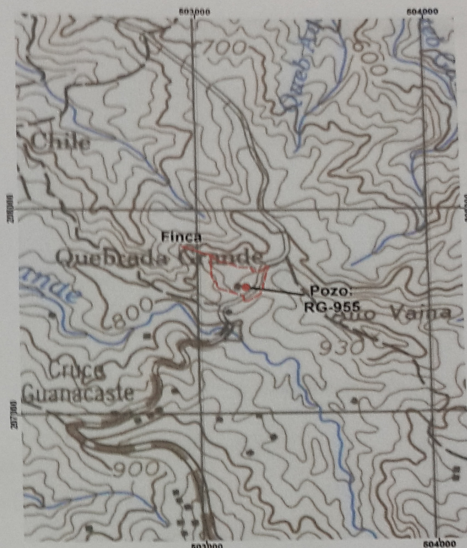
29298

8 AUG 12 18

MINAET

(Dibuje el cuadrante)

DIRECCION DE AGUAS



Hoja: Rio Grande No3345 IV.

Escala: 1: 50.000

Latitud: 207626 Longitud: 503198

Propietario: Scarlet y Mapache Limitada, Gestión 16189P

Uso que se dará al agua: doméstico	Método de perforación: percusión	Equipo de perforación: Bucyrus Erie22
---------------------------------------	-------------------------------------	--

Inicio de perforación: 8-7-14	Final de perforación: 17.7.14	Profundidad total :63m
-------------------------------	----------------------------------	------------------------

VARIACIÓN DE NIVEL DE AGUA Y AVANCE DE LA PERFORACIÓN		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DETALLADA
Prof. (m)	Nivel (m)	Tramo (m) Descripción
20 m	---	0-13 m suelo arcillosos color rojizo
30 m	24	13-16 m roca gris, lavas con restos de arcilla
53 m	27.3	16.42 m roca sana, lava de color gris. 42-53, roca con arcilla, (lava)

CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS ENCONTRADAS
El nivel del agua apareció a los 30 m de profundidad y se colocó a 24, lo cual indica que existe un nivel de confinamiento en el acuífero volcánico.

REPORTE FINAL DE PERFORACIÓN
Página 2

POZO No. RG-955

000035

PROFUNDIDAD (m)	DETALLES CONSTRUCTIVOS	OTROS
		Detalles
0		SELO SANITARIO Tipo: cemento Prof. 0-3 m .3
3		FILTRO DE GRAVA Tipo: piedra redondeada tipo coyolillo Tramo: 3-53 m
10		DESARROLLO: Tipo :beyler Horas: 2 hr
20		DESINFECCIÓN: Hipoclorito de sodio al 10 %
23		CALIDAD DEL AGUA
30		LODOS/ADITIVOS USADOS: no
40		PRUEBA DE BOMBEO
50		Equipo: bomba sumergible de 2 Hp
60		Profundidad (m): 51 m
		Fecha: 16/7/14
		Horas de bombeo: 12 hrs
		Caudal (l/s): 0.5 l/s
		Nivel inicial: 27.30m
		Nivel final: 42.80 m
		¿Estabilizado; no
		Tiempo recuperación: min
		% recuperación 1.30 hr
		Transm. 1.07(m ² /D):
		Capacidad esp. l/s/m

RECOMENDACIONES

EQUIPO A INSTALAR

Bomba: 1.5 HP Capacidad: Profundidad: 50 m. Motor: 1.5HP

Cable # 12

Tubería descarga 37 mm

Electrodos encendido/apagado

EXPLOTACIÓN

Caudal en litros por segundo: 0.5l/s

Horas diarias: 8 hr Nivel de bombeo máximo: 47 m

PERMISO DE EXPLOTACIÓN

De conformidad con la Ley de Aguas #276, deberá el propietario del pozo solicitar la respectiva concesión de aprovechamiento de aguas ante el Departamento de Aguas del MINAE.

Supervisó: Geól. Alicia Gómez Cruz

Representante de la empresa:

Firma:

Firma:

Fecha 07/08/14 Cédula: 1-585-760

Fecha:

Carné: 110

Análisis prueba de bombeo Pozo RG-955

1.- INTRODUCCIÓN

El pozo RG-955 fue perforado por la empresa perforadora Nuevo Milenio, en el mes de julio del 2014, el pozo alcanzó una profundidad de 53 m y atravesó rocas volcánicas tipo lavas densas,

La prueba consistió en una única prueba el caudal inicial fue de 0.75 l/s durante 6 horas, seguido de una hora a un caudal de 0.6 l/s, las restantes 4 horas el caudal de extracción fue de 0.5 l/s.

La finalidad de la prueba es evaluar el comportamiento del acuífero a un bombeo prolongado para determinar las características hidráulicas del acuífero y definir el caudal adecuado de explotación del pozo.

El pozo tiene 53 m de profundidad y se encuentra encamisado con PVC de 150 mm de diámetro, la profundidad al nivel del agua subterránea el día de la prueba de bombeo era de 27.3 m de profundidad, pero apareció cuando la perforación tenía 30 m de profundidad.

La prueba se realizó el día 16 de julio del 2014, utilizándose una bomba sumergible de 1.5 HP. La bomba se colocó a 50 m de profundidad, la tubería de descarga y de succión tenían un diámetro de 50 mm. Al final de la prueba el nivel se recuperó por completo en 90 min.

La toma de datos estuvo a cargo de la cuadrilla de la perforación de la empresa Nuevo Milenio.

2.- DATOS DE CAMPO

Los datos del comportamiento del nivel del agua durante el bombeo se indican en el Cuadro 1.

CUADRO 1: DATOS DEL BOMBEO

Tiempo	Nivel dinámico	Tiempo	Nivel dinámico
0	27.30	90	39.37
1	28.80	105	41.07
2	29.60	150	42.27
3	29.25	180	43.02
5	30.60	210	43.92
7	31.60	240	44.62
10	31.80	300	45.02
15	31.92	360	45.42
20	32.42	420	43.90
25	33.07	480	43.40
30	34.87	540	43.00
40	35.27	600	42.90
60	37.47	660	42.80

T= tiempo en minutos

Nivel dinámico= profundidad al nivel del agua en metros

3.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los datos de tiempo vs. Abatimiento para la prueba de 11 horas consecutivas se graficaron y en la **Figura 1** se presenta el gráfico correspondiente. La misma fue analizada por el Método de Jacob.

Del gráfico se observa que durante los primeros 360 min el nivel del agua, descendió hasta los 45.02 m, a un caudal de 12 gal por minuto (0.8 l/s) como los descensos evidenciaban que la bomba podía quedarse sin sumergencia se redujo el caudal a 7.50 gal/min (0.5 l/s), con este caudal de bombeo se continuó la prueba hasta las 11 horas.

Como el pozo será utilizado para el abastecimiento de una casa de habitación el caudal bombeado suple la demanda requerida para la casa de habitación.

El análisis de la prueba de bombeo indica que la transmisividad del acuífero es de 1.07 m^2/d , valor que indica que se está en presencia de un acuífero de una capacidad baja para la trasmisión del agua.

El pozo puede ser bombeado a un caudal de 0.5 l/s durante períodos de 4 horas consecutivas seguidas de 4 hr de reposo, para lograr el abastecimiento permanente de la casa de deberá instalar un tanque de abastecimiento que supla de agua potable cuando el pozo esté en reposo.

Se recomienda instalar electrodos de apague a los 45 m de profundidad. El reporte del Laboratorio indica que el agua es potable, sin embargo la dureza de la misma es elevada.

4.- CONCLUSIONES

En la prueba de larga duración el nivel del agua descendió en total 15.5 m por debajo del nivel estático, a un caudal de extracción de 0.5 l/s.

El valor de la transmisividad del acuífero obtenida por medio de análisis escogido es de $1.07 \text{ m}^2/\text{d}$.

El máximo caudal a explotar es de 0.5 l/s, durante períodos de hasta 4 horas consecutivas, seguidas de 4 horas de reposo.

El análisis físico-químico del agua indica que es dura y no presenta coliformes fecales por lo que se considera potable.

Mantener el radio de protección efectiva del pozo de 30 m a fin de que no se construyan actividades contaminantes en esa área.

Realizar el trámite respecto para obtener la viabilidad ambiental ante SETENA y posteriormente solicitar la concesión de explotación en la Dirección de Aguas del Minae para que el pozo cuente con los permisos correspondientes y pueda explotarse sin inconvenientes.

Pozo
RG-955

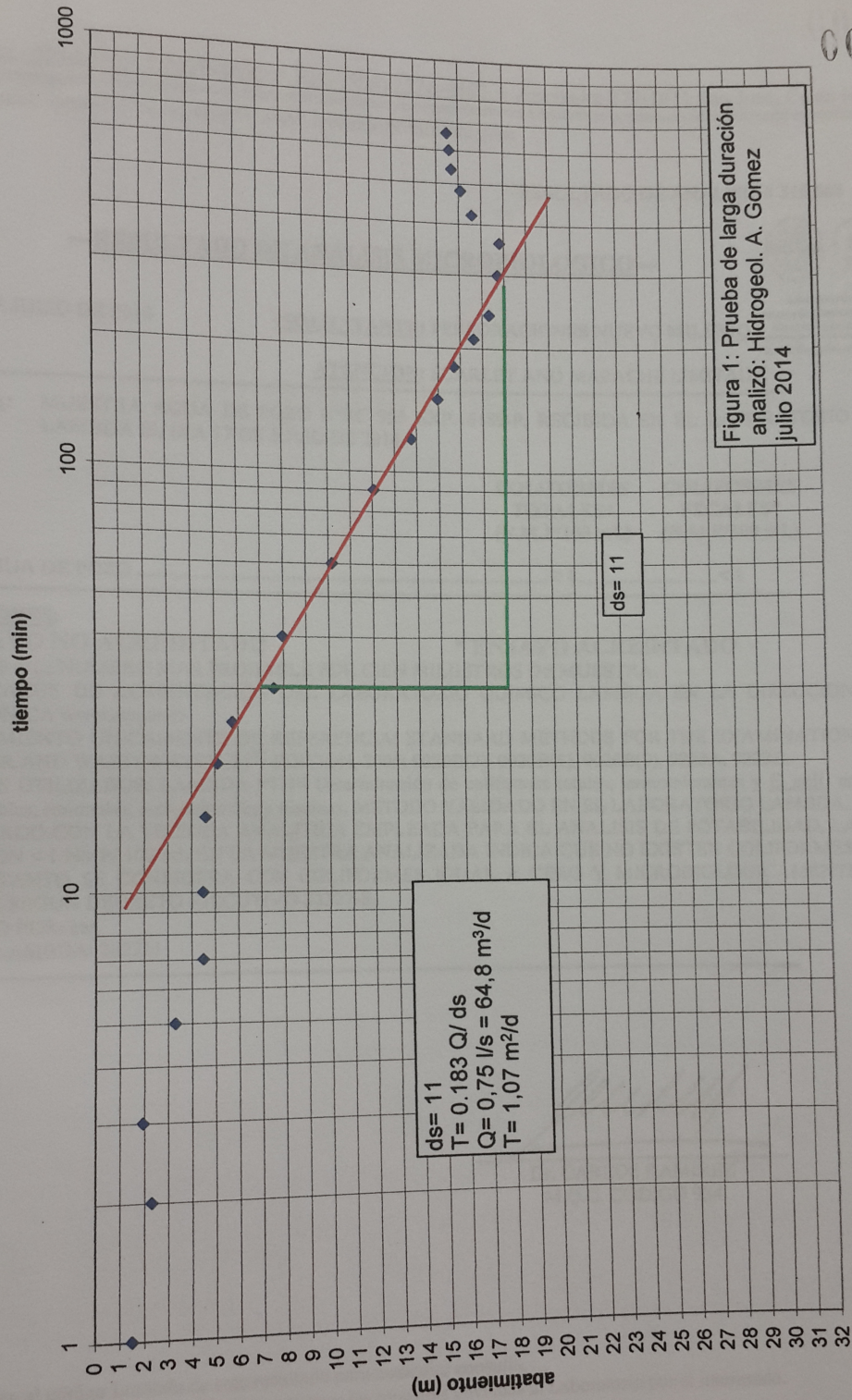
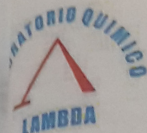


Figura 1: Prueba de larga duración
analizó: Hidrogeol. A. Gomez
julio 2014

000039



Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica
 e-mail: lambda@raesa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

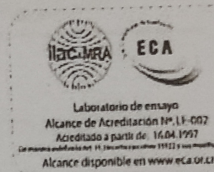
000041

RESULTADO DE ANALISIS # 315,422

---RESULTADO DE ANALISIS QUIMICO---

FECHA: 23 DE JULIO DE 2014.

SOLICITANTE: SCARLET AND
 MAPACHE LIMITADA.



ATENCION: PERFORACIONES NUEVO MILENIO.

REFERENCIA: MUESTRA AGUA DE POZO N°RC 955 EXP.16189-P, RECIBIDA POR EL LABORATORIO LAMBDA EL DIA 17 DE JULIO DE 2014.

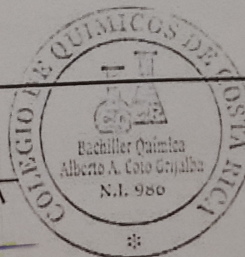
<u>ANALISIS:</u>	<u>RESULTADO PROMEDIO</u>	<u>VALORES SEGUN DECRETO 32327-S</u>
pH*	7,34	8,5 max
TURBIDEZ*	< 0,10 NTU	1 NTU max
COLOR APARENTE*	3 CU	5 max
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA*	549 µS/cm	400 µS/cm
SOLIDOS TOTALES*	396 mg/L	---
SOLIDOS DISUELTOS*	396 mg/L	1000 mg/L max
SOLIDOS SUSPENDIDOS*	< 6 mg/L	---
ALCALINIDAD (FF expresada como CaCO ₃)*	< 1 mg/L	---
ALCALINIDAD TOTAL (RM expresada como CaCO ₃)*	203 mg/L	---
DUREZA TOTAL (expresada como CaCO ₃)*	239 mg/L	500 mg/L max
DUREZA DE CARBONATOS (expresada como CaCO ₃)*	203 mg/L	---
DUREZA DE NO-CARBONATOS (expresada como CaCO ₃)**	36 mg/L	---
CALCIO (Ca)*	63,1 mg/L	100 mg/L
MAGNESIO (Mg)*	19,9 mg/L	50 mg/L max
CLORUROS (Cl)*	16,0 mg/L	250 mg/L max
SULFATOS (SO ₄)*	13,8 mg/L	250 mg/L max
SILICE (SiO ₂)*	35,7 mg/L	---
AMONIO (NH ₄)**	< 0,01 mg/L	0,50 mg/L max
HIERRO (Fe)*	0,12 mg/L	0,30 mg/L max

OBSERVACIONES:

- ** ENSAYO NO ACREDITADO
- VER ALCANCE DE ACREDITACION DEL LABORATORIO LAMBDA EN LA DIRECCION ELECTRONICA: www.eca.or.cr.
- PROCEDIMIENTOS UNICAMENTE DE REFERENCIA: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 21st 2005.
- EL AGUA SE CATALOGA DE DUREZA MUY ALTA. VER LOS PARAMETROS SEGUN LAS NORMAS AYA Y EPA ANOTADOS EN EL REVERSO.
- DIGITADO POR: LLM.
- MUESTRA CODIGO LAMBDA: 2022M.

*** ENSAYO ACREDITADO**

Alberto A. Coto Grijalba
 ALBERTO A. COTO GRIJALBA
 N.I. CQCR 986



NOTA: Refiérase al código lambda para cualquier consulta.
 Resultados de análisis válidos únicamente para las muestras enviadas al Laboratorio por el interesado.

LAMBDA R-04

ANEXO N° 5
PRUEBA DE BOMBEO
RG-640

DATOS PRUEBA BOMBEO		
Tiempo (min)	N. Dinámico (m)	Abatimiento (m)
0.00	46.86	0.00
1.00	36.96	9.90
2.00	31.79	15.07
3.00	26.41	20.45
4.00	23.89	22.97
5.00	20.49	26.37
7.00	16.71	30.15
9.00	14.32	32.54
11.00	13.13	33.73
13.00	11.95	34.91
15.00	11.35	35.51
20.00	10.95	35.91
25.00	10.83	36.03
30.00	10.75	36.11

DATOS LINEA DE AJUSTE	
Tiempo (min)	N. Dinámico (m)
0.00	0.00
1.00	9.90
2.00	15.07
3.00	20.45
4.00	22.97
5.00	26.37
7.00	30.15
9.00	32.54
11.00	33.73
13.00	34.91
15.00	35.51
20.00	35.91
25.00	36.03
30.00	36.11

Constante	0.18
q (l/s)	1.89
Q (m³/día)	163.30
S1	19.00
S2	25.00
ΔS	6.00
T (m²/día)	4.98

ANÁLISIS PRUEBA DE BOMBEO POZO RG-640

RESUMEN LITOLÓGICO

DISEÑO

EMPRESA PERFORADORA: WILLIAM RAMOS ROBLEZ
PROYECTO: VILLAMETTE S.A.
SUPERVISOR: LIC. EDIE FERNANDEZ ARANONES CREDENCIAL 69 C.C.R.

DISEÑO Y RESUMEN LITOLÓGICO DE POZO R.G.-640

SERVPOZOS S.A.

REPORTE PRUEBA DE BOMBEO

TIEMPO (min)	RECUPERACIÓN (m)	CAUDAL (l/s)	ABATIMIENTO (m)
0	46.86	0.00	0.00
1	36.96	1.89	9.90
2	31.79	1.89	15.07
3	26.41	1.89	20.45
4	23.89	1.89	22.97
5	20.49	1.89	26.37
7	16.71	1.89	30.15
9	14.32	1.89	32.54
11	13.13	1.89	33.73
13	11.95	1.89	34.91
15	11.35	1.89	35.51
20	10.95	1.89	35.91
25	10.83	1.89	36.03
30	10.75	1.89	36.11

El pozo recupera un 55.1% su abatimiento

Tela: 224-2268 / 261-1833 • Tel. Puntel: 220-7200 • Fax: (052) 260-0784 • Apto: 1608-1602 C. R.



GRÁFICO PRUEBA DE BOMBEO POZO RG-640

