



**Tecnoambiente
Centroamericano**

INFORME DE LA CONTRATACIÓN DIRECTA

N° 2015CDS-00021-PRI, AYA

***PARA LA DEFINICIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE
DOS POZOS EN BARRANCA***

Hidrogeól. Sandra Arredondo Li

Contraparte técnica y administrativa de la contratación:

MSc. Viviana Ramos Sánchez

Área Funcional de Hidrogeología-AYA

Agosto, 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.....	4
1.1	OBJETIVO	7
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.1.2	METODOLOGÍA APLICADA.....	7
2	GEOLOGÍA.....	9
2.1	GEOLOGÍA REGIONAL	9
2.1.1	SEDIMENTITAS DEL NEÓGENO	9
2.1.2	VOLCANITAS DEL NEÓGENO-PLEISTOCENO	9
2.1.3	SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS DEL CUATERNARIO TARDÍO, DE ORIGEN FLUVIAL, COSTERO Y TRANSICIONAL.....	10
2.1.4	TECTÓNICA REGIONAL.....	10
2.2	GEOLOGÍA LOCAL.....	12
2.2.1	FORMACIÓN PUNTA CARBALLO	12
2.2.1.1	MIEMBRO ROCA CARBALLO.....	12
2.2.1.2	MIEMBRO MATA DE LIMÓN	14
2.2.2	TERRAZAS ALUVIALES Y EPICLÁSTICAS DEL PLEISTOCENO SUPERIOR	16
2.2.3	SEDIMENTOS DE ORIGEN FLUVIAL, RÍO BARRANCA, PLEISTOCENO SUPERIOR - HOLOCENO	17
2.3	TECTÓNICA.....	18
3	HIDROGEOLOGÍA	19
3.1	POZOS EN BARRANCA	19
4	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS.....	29
4.1	POZOS BARRANCA	29
5	MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL.....	33
5.1	BARRANCA	33
6	ZONAS DE PROTECCIÓN DE LOS POZOS	35
6.1	POZOS EN BARRANCA	35
6.1.1	MÉTODO DE TIEMPO DE TRÁNSITO DE DEGRADACIÓN DE BACTERIAS	35
6.1.2	MÉTODO DEL RADIO FIJO	37
6.1.3	MÉTODO DE GRUBB	41
6.1.4	CÁLCULO DEL PUNTO DE NO RETORNO	42
6.1.4.1	POZO 1 (13-14).....	43
6.1.4.2	POZO 2 (13-20).....	43

7	CALIDAD FÍSICO QUÍMICA DE LOS POZOS	46
8	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD CON EL MÉTODO GOD.....	46
8.1	ACUÍFERO ALUVIAL BARRANCA MARGEN IZQUIERDA	47
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
10	REFERENCIAS	51

1 INTRODUCCIÓN

El estudio hidrogeológico realizado comprende la definición de las zonas de protección de dos pozos ubicados en el sector de Barranca, provincia de Puntarenas, conocidos como: 13-14 (Pozo 1) y 13-20 (Pozo 2). Los pozos se localizan en un acuífero aluvial de poca extensión en la margen izquierda del río Barranca.

En el Cuadro N° 1, se resumen los datos de ubicación en coordenadas Lambert y altura de los pozos.

Cuadro N° 1. Manantiales analizados en el estudio.

Pozo	Nombre de la fuente en AyA	Tipo de fuente	Este (m)	Norte (m)	Altura de cada fuente en (msnm)
1	13-14	Pozo	459045.00	219265.00	39.2
2	13-20	Pozo	459059.00	219323.00	38.9

El acceso a los pozos ubicados en Barranca se realiza por caminos vecinales, o bien a pie utilizando el puente sobre el ferrocarril que cruza el río Barranca.

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

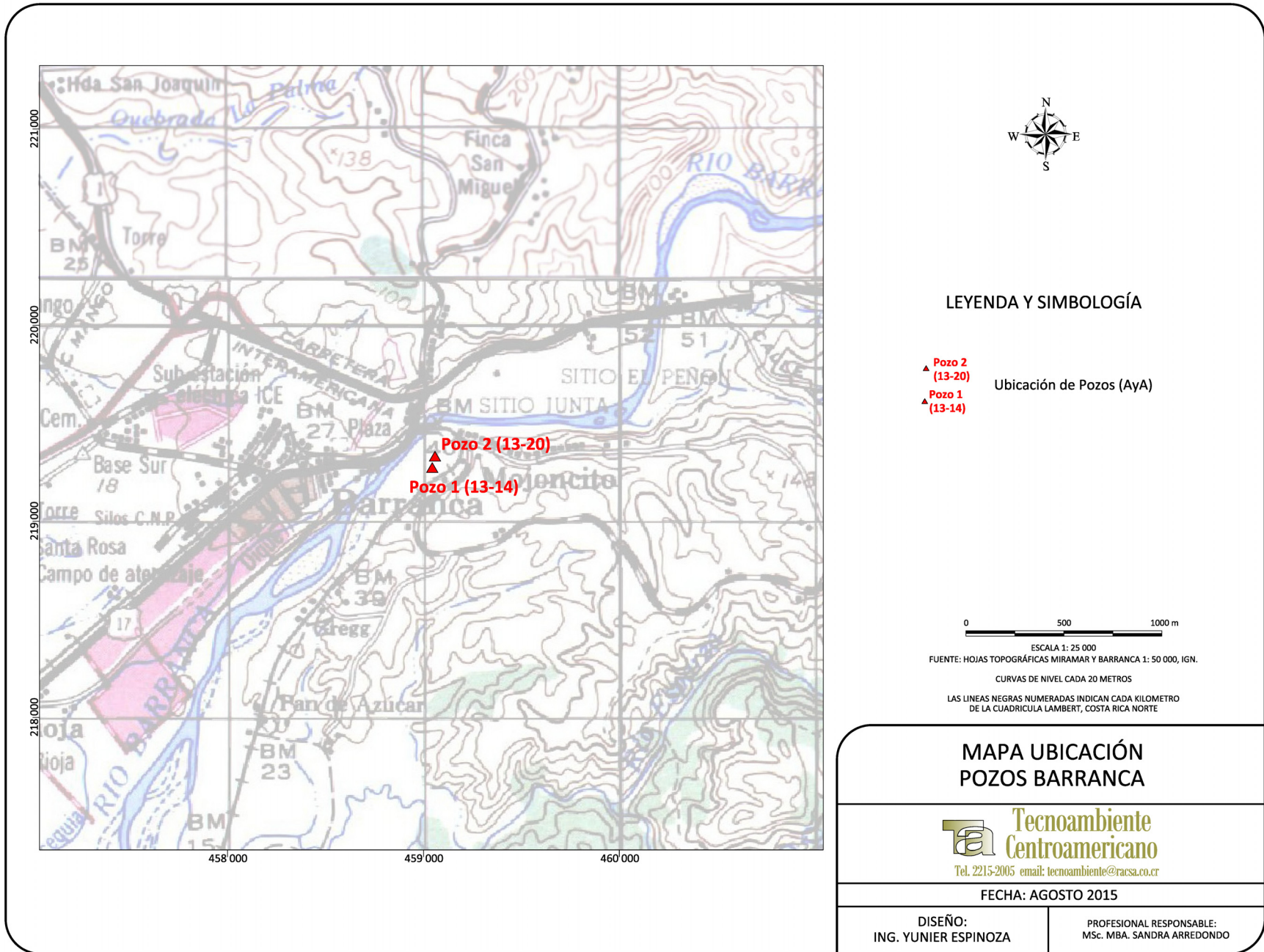


Figura 1. Ubicación de los dos pozos de Barranca, Puntarenas

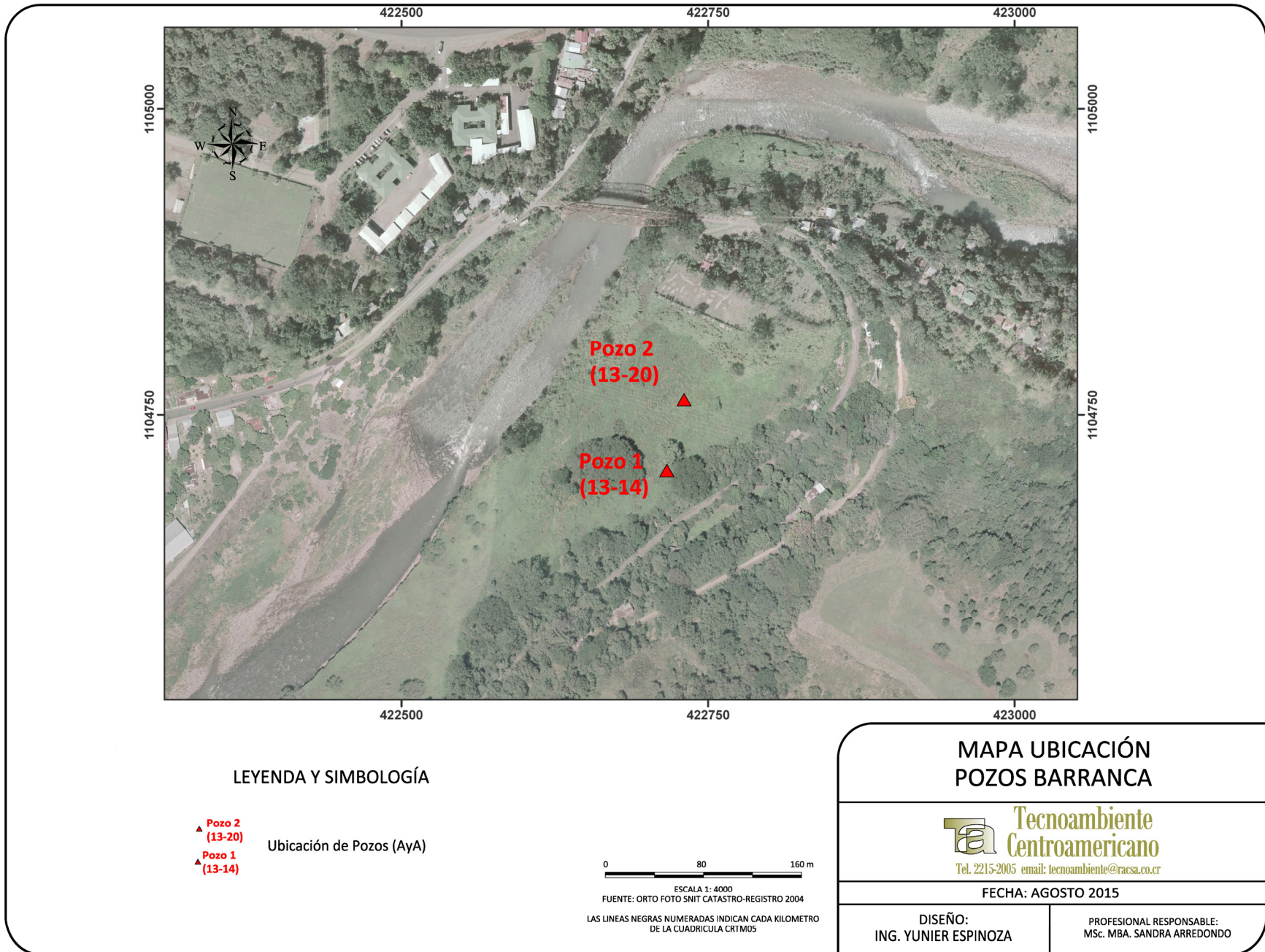


Figura 2. Ubicación de los dos pozos de Barranca, Puntarenas con ortofoto.

1.1 OBJETIVO

El objetivo es desarrollar un estudio hidrogeológico que contemple la definición de las zonas de protección de los pozos del 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 pozo.
- 5) Obtener los datos de porosidad del suelo en la zona de influencia de cada pozo.
- 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, con base en información existente en el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA.

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 cada pozo, 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 de que sea 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.

Los datos de caudales se tomaron de los registros reportados por el AyA. 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 uno de los pozos evaluados 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.

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 cuencas del antearco aledañas al Golfo de Nicoya.

La geología del área periférica a los dos pozos en Barranca muestra sedimentitas marinas someras y continentales del Neógeno, rocas volcánicas de diversos orígenes del Neógeno-Cuaternario, y sedimentos inconsolidados, tanto costeros y transicionales, como aluviones cuaternarios del río Barranca (Figura 3). Las secuencias del Mioceno se encuentran plegadas y falladas, y varias fallas neotectónicas afectan la zona.

2.1.1 SEDIMENTITAS DEL NEÓGENO

Incluyen rocas sedimentarias con ambientes de sedimentación continental (Fm. Punta Carballo, Mbro. Mata de Limón) con edad Mioceno Inferior, sobreyacidas de manera principalmente discordante por sedimentitas someras de ambientes litorales y pericosteros del Mioceno Inferior a Medio (Fm. Punta Carballo, Mbro. Roca Carballo). Estas rocas fueron plegadas y falladas durante el tectonismo intenso del Mioceno terminal, formando ejes aproximadamente simétricos con ejes principales en dirección noroeste.

2.1.2 VOLCANITAS DEL NEÓGENO-PLEISTOCENO

Las sedimentitas neógenas están sobreyacidas en contacto estratigráfico discordante, o bien por falla, por una espesa secuencia de rocas volcánicas cuyas edades van del Mioceno al Pleistoceno. Estas rocas afloran al sureste y al norte del poblado de Barranca. Forman parte de la provincia geológica de arcos magmáticos neógenos (Figura 3: $\alpha 3$, 4 y 6), e incluyen rocas lávicas y brechas del Grupo Aguacate (Mioceno-Plioceno) y la Formación Monteverde (Pleistoceno Inferior) (Denyer & Alvarado, 2007; Záček et al., 2010 a y b, 2012). Además, el Cerro San Miguel es un domo de dacitas que tiene flujos pumíceos asociados, aflorando de manera periférica, con una edad de 1,59 Ma (Záček et al., 2012), y pertenece a la Formación Monteverde.

En el sector sureste de Barranca, sobreyaciendo a las sedimentitas neógenas, hay ignimbritas y sedimentos continentales asociados, de la Formación Orotina (en el mapa: $\alpha 8$), con edades de 400 000 años (Pleistoceno: Denyer et al., 2003b; Alvarado & Gans, 2012), así como brechas volcánicas de la Formación Tivives (en el mapa: $\alpha 9$), con una edad de 1,7-1,1 Ma (Denyer et al., 2003b).

2.1.3 SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS DEL CUATERNARIO TARDÍO, DE ORIGEN FLUVIAL, COSTERO Y TRANSICIONAL

Desde la población de Barranca hacia el oeste, incluyendo la barra arenosa de Puntarenas, y de allí hacia el norte hasta Aranjuez, hay una espesa depositación de sedimentos fluviales y costeros, interdigitados en varias fases y con una anatomía compleja, con sedimentos transicionales estuarinos (Denyer et al., 2003b; Zácek et al., 2010 a y b, 2012). En el pie de monte hacia los cerros, se encuentran una serie de terrazas aluviales y epiclásticas del Pleistoceno Superior, que documentan la erosión intensa del arco neógeno, y el levantamiento cuaternario del área.

El río Barranca en su sector de desembocadura ha estado influenciado profundamente por la Falla Barranca, de modo que ha variado su sistema de canales fluviales de oeste a este, a la posición actual (cf. Denyer et al., 2004). El sistema de sedimentación fina de arenas y limos predominantes en Puntarenas y su barra, es parte del sistema estuarino del golfo de Nicoya y se habría formado principalmente en los últimos 500 años (Denyer et al., 2004), probablemente influenciado por la sedimentación cambiante desde el río Tempisque debido a los cambios antrópicos en su amplia cuenca desde tiempos de la conquista y colonia, y en parte también, influenciado por la migración del sistema fluvial del río Barranca hacia el este.

2.1.4 TECTÓNICA REGIONAL

El sector oriental de la península de Nicoya y el golfo de Nicoya, son bastante complejos en su geología y tectónica, de modo que definen una provincia geológica peculiar. El Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica, tendría su “salida” del territorio continental a través del sector de la Falla Barranca, y de esta al occidente, tendríamos toda una provincia con un movimiento de escape tectónico del antearco hacia el noroeste (Montero & Denyer, 2011).

Varias fallas paleo y neotectónicas cortan la vecindad del sector de interés en los alrededores del nuevo hospital de Puntarenas, según se muestra en el mapa geológico (Figura 4). Estas fallas cortan principalmente las secuencias de rocas sedimentarias y volcánicas del Neógeno, al este y norte de Barranca, con direcciones predominantes NW-SE.

Las fallas de mayor interés en la zona de estudio son principalmente las fallas Barranca y Jesús María (aprox. 10 km al SE), neotectónicas y con un movimiento transcurrente sinistral. La Falla Barranca aparte de su movimiento sinistral muestra el bloque noroeste descendido, y probablemente con un movimiento compuesto en tijera. La influencia que ha tenido sobre el desarrollo de la cuenca aluvial

casi costera del río Barranca y de la sedimentación en Puntarenas en los últimos 500 años (cf. Denyer et al., 2004) serían una buena evidencia del neotectonismo de la falla.

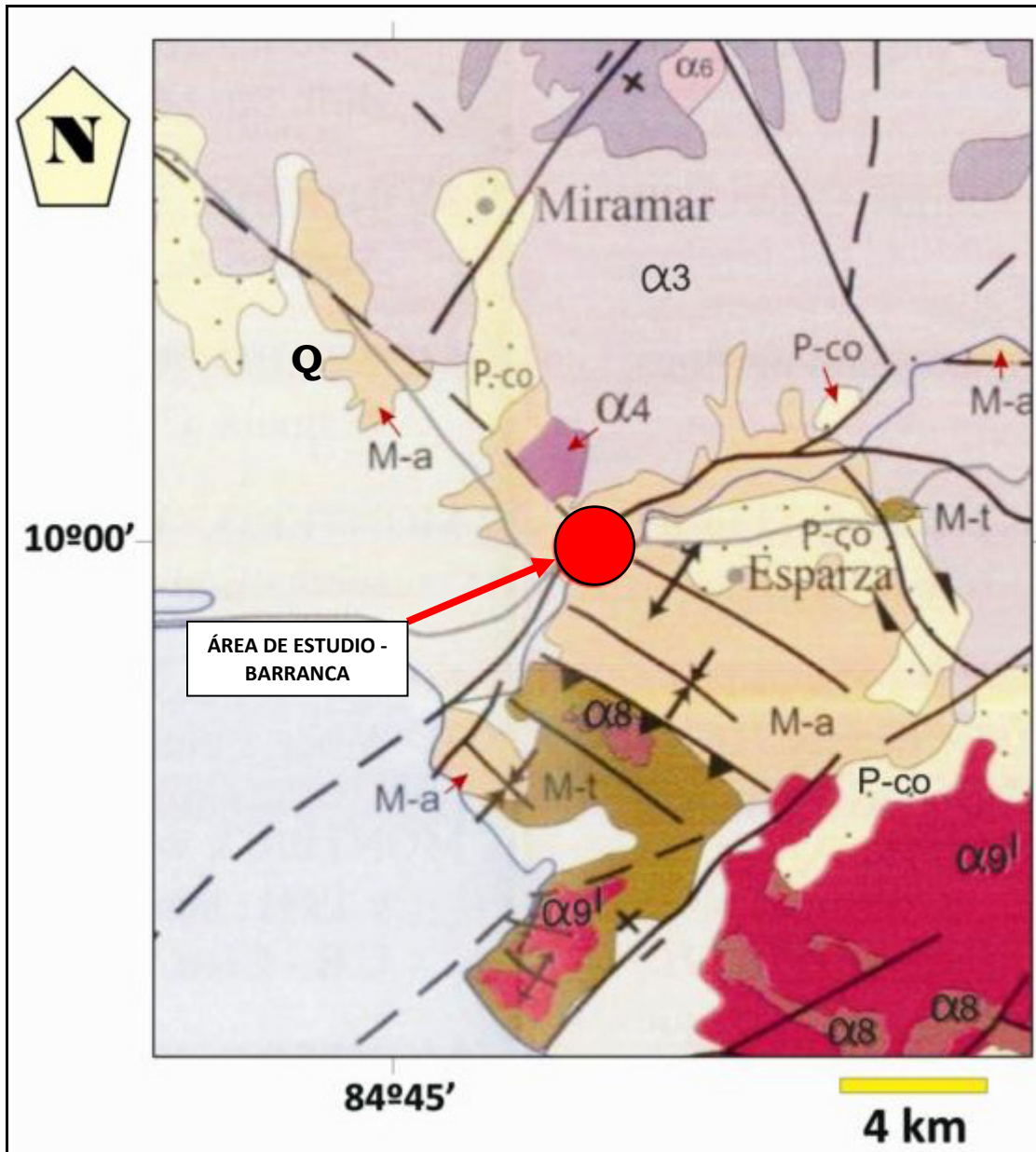


Figura 3. Mapa geológico regional, con la ubicación del área de los dos pozos (círculo rojo) en el aluvión del río Barranca.

La secuencia geológica comprende, de más antigua a más joven:

- M-t: Formación Punta Carballo, Mb. Roca Carballo, sedimentitas continentales del Mioceno Inferior;
- M-a: Formación Punta Carballo, Mb. Roca Carballo, sedimentitas marinas someras del Mioceno Inferior-Medio;
- α3: Volcanitas del Mioceno Superior (7-5 Ma);
- α4: Domos volcánicas del Pleistoceno Inferior (1,6 Ma);
- α6: Ignimbritas y lavas del Plio-Pleistoceno Inferior (5-2 Ma);
- α8: Formación Orotina, ignimbritas y tobas del Pleistoceno (1,8-0,3 Ma);
- α9: Formación Tivives, volcanitas del Pleistoceno Inferior (1,7-1,1 Ma);
- P-co: Conglomerados y epiclastos del Pleistoceno;
- Q: sedimentos inconsolidados cuaternarios, terrazas aluviales del Holoceno.

Las líneas negras discontinuas indican fallas posibles; las continuas, fallas paleotectónicas y neotectónicas, con las flechas y el + y - indicando el movimiento de los bloques, y los triángulos, la divergencia de fallas inversas; líneas negras continuas con flechas divergentes y convergentes, indican el eje de pliegues anticlinales y sinclinales, respectivamente. Tomado y ligeramente adaptado de: Denyer & Alvarado (2007).

2.2 GEOLOGÍA LOCAL

El área de estudio se ubica según la clasificación morfotectónica de Costa Rica (Denyer et al., 2003, 2009), en las cuencas del antearco aledañas al Golfo de Nicoya.

Los trabajos de base que se han utilizado para la compilación geológica y tectónica son los de Madrigal (1970), Leandro (1975), Arredondo (1995), Denyer et al. (2003 a y b; 2004), Denyer & Alvarado (2007), Zácek et al. (2010 a y b) y Montero & Denyer (2011). Estos trabajos y sus mapas han sido complementados con una revisión y afinamiento del mapa geológico aquí presentado (Figura 4).

La geología del área periférica a los dos pozos en Barranca muestra aluviones cuaternarios del río Barranca, y sedimentitas marinas someras y continentales del Neógeno. Los detalles sintéticos de la estratigrafía se dan a continuación.

2.2.1 FORMACIÓN PUNTA CARBALLO

Hacia el sector oriental de Barranca, afloran rocas sedimentarias depositadas en ambientes continentales y marinos someros durante el Mioceno Inferior a Medio, pertenecientes a los miembros Mata de Limón y Roca Carballo de la Formación Punta Carballo (Denyer et al., 2003 b; Denyer & Alvarado, 2007).

Estas secuencias han sido plegadas y falladas durante los eventos tectónicos principales del Mioceno Tardío, que siguen ejes de falla y plegamiento con dirección NW-SE. Actualmente están sujetas a deformación, a lo largo de fallas neotectónicas, principalmente la Barranca.

2.2.1.1 MIEMBRO ROCA CARBALLO

Las rocas del Miembro superior Roca Carballo son principalmente areniscas y lutitas con brechas y tobas subordinadas, de color verdoso a gris y usualmente bien cementadas. Afloran bien en el cauce del Barranca, margen derecha, cerca del puente ferroviario abandonado (Figura 4). En este sector de Barranca el contacto es por falla, con buzamientos encontrados, pero más al sur, los contactos son transicionales (Fotografía 1).

Estas secuencias han sido plegadas y falladas durante los eventos tectónicos principales del Mioceno Tardío, que siguen ejes de falla y plegamiento con dirección NW-SE. Actualmente están sujetas a deformación, a lo largo de fallas neotectónicas, principalmente la Barranca. Edad Mioceno Medio a Inferior.

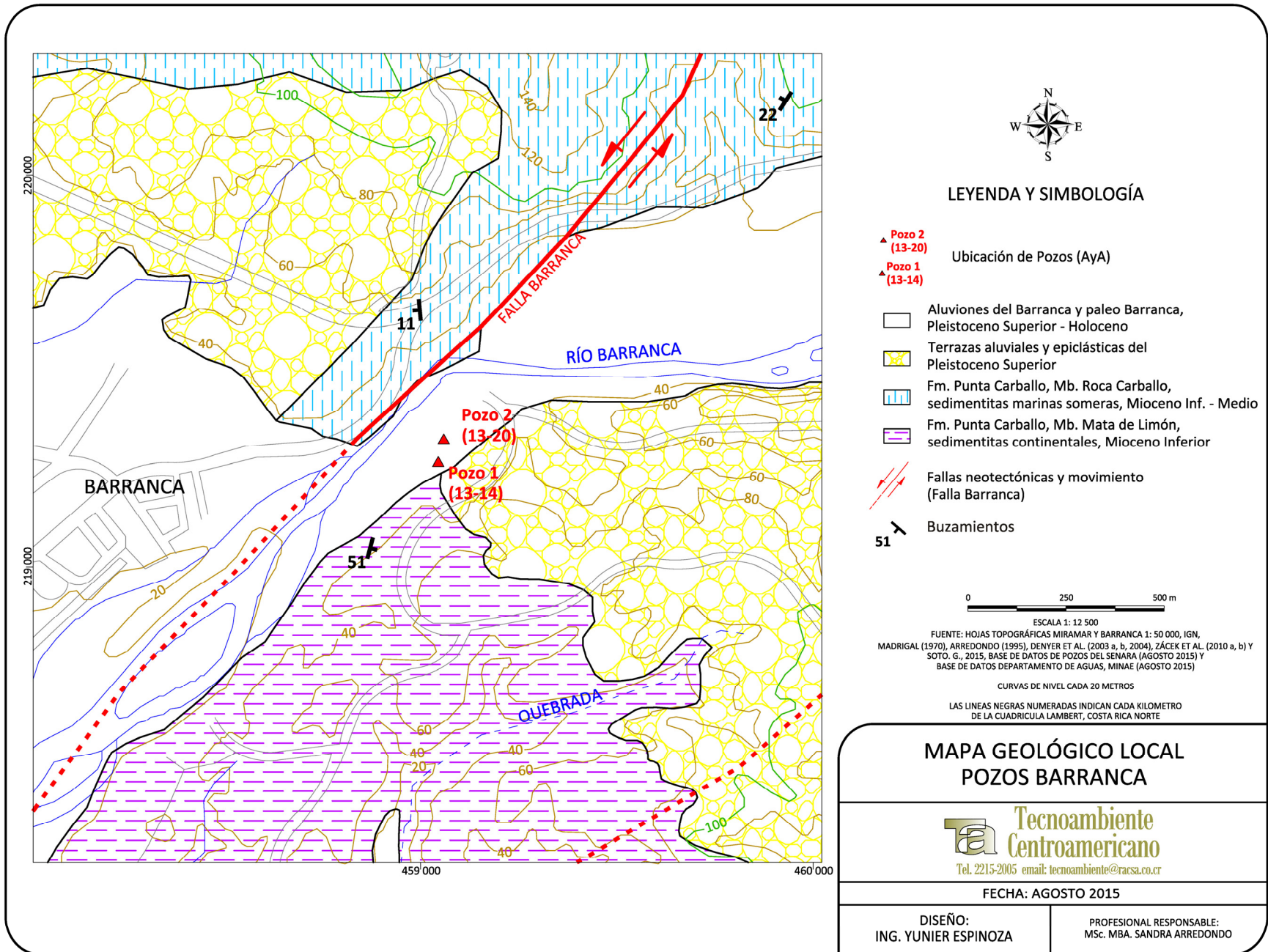


Figura 4. Mapa geológico en los alrededores de los 2 pozos. Partes de las hojas Miramar y Barranca.



Fotografía 1. Rocas del Miembro Roca Carballo. Arriba bajo el puente carretero en 460202E - 220065N. Abajo, izquierda, bajo el puente ferroviario en 459085E - 219686N, y un detalle visto desde el puente (abajo).

2.2.1.2 MIEMBRO MATA DE LIMÓN

Las rocas del miembro inferior, Mata de Limón son volcaniclásticas a tobáceas, con brechas, areniscas y lutitas de colores moráceos a verdosos. En las cercanías del río Barranca afloran bien entre Pan de Azúcar y Mojoncito, siguiendo la línea del tren (ahora abandonada y semidestruida), en donde Denyer et al (2003b) han mapeado terrazas holocenas ver Figura 4 y Fotografía 2. Edad Mioceno Inferior.



Fotografía 2. Rocas del Miembro Mata de Limón en 458779E - 219171N

2.2.2 TERRAZAS ALUVIALES Y EPICLÁSTICAS DEL PLEISTOCENO SUPERIOR

En el pie de monte hacia los cerros, de Barranca hacia el este y noroeste, se encuentran una serie de terrazas aluviales y epiclásticas del Pleistoceno Superior, que documentan la erosión intensa del arco neógeno, y el levantamiento cuaternario del área (Figura 4). Estas habían sido mapeadas por Rojas (1979) como Formación Esparta, siguiendo el concepto de Madrigal de “terrazas viejas”. Están levantadas varios metros y tienen una matriz de color parda cementada. Incluye además flujos de detritos, lahares gruesos y localmente sedimentos lacustres. Afloran sobre la Carretera Interamericana, al oeste del cruce de Barranca (Fotografía 3), donde además se interdigitan con flujos de detritos tobáceos, sobreyacidos por sedimentos lacustres. También en el área de Mojoncito, donde son predominantemente flujos de detritos angulares y lahares gruesos con grava y matriz areno-arcillosa.



Fotografía 3. Terraza de edad pleistocena al oeste del cruce de Barranca.

2.2.3 SEDIMENTOS DE ORIGEN FLUVIAL, RÍO BARRANCA, PLEISTOCENO SUPERIOR - HOLOCENO

El río Barranca en su sector de desembocadura ha estado influenciado profundamente por la Falla Barranca, de modo que ha variado su sistema de canales fluviales de oeste a este, a la posición actual (cf. Denyer et al., 2004). El sistema de sedimentación fina de arenas y limos predominantes en Puntarenas y su barra, es parte del sistema estuarino del golfo de Nicoya y se habría formado principalmente en los últimos 500 años (Denyer et al., 2004), probablemente influenciado por la sedimentación cambiante desde el río Tempisque debido a los cambios antrópicos en su amplia cuenca desde tiempos de la conquista y colonia, y en parte también, influenciado por la migración del sistema fluvial del río Barranca hacia el este.

De tal manera, el sitio donde se encuentran los pozos y hacia el oeste, bajo el poblado de Barranca, están en un sector con un sustrato de rocas sedimentarias del Mioceno de la Formación Punta Carballo, Miembros Punta Carballo y Mata de Limón, cortados por la Falla Barranca, formando un escarpe, y en donde se han sedimentado varias decenas de metros (entre 40 y 60 m) de sedimentos aluviales recientes (Figura 4), los cuales han sido mapeados y estudiados en detalle en sus facies de formación por Madrigal (1970), Leandro (1975), Arredondo (1995) y Denyer et al. (2004). La sedimentación aluvial continúa activamente, formando las terrazas aguas abajo (Fotografía 4)



Fotografía 4. El río Barranca y sus terrazas aluviales aguas abajo del puente ferroviario, visto desde el puente (izq.) y desde margen izquierda (der.).

En la terraza al lado del escarpe (Fotografía 5), al suroeste del caserío de Mojoncito, y del puente ferroviario en desuso, se encuentran los pozos en estudio, Pozo 1 (13-14) y Pozo 2 (13-20), en donde el primero reporta un espesor de 18 m de aluviones sobreyacentes a la roca sedimentaria, Miembro Mata de Limón.



Fotografía 5. Terraza aluvial en margen izquierda del río Barranca donde se encuentran los pozos en estudio.

2.3 TECTÓNICA

El Cinturón deformado del Centro de Costa Rica, tendría su “salida” del territorio continental a través del sector de la Falla Barranca, y de esta al occidente, se tendría toda una provincia con un movimiento de escape tectónico del antearco hacia el noroeste, producto de la colisión de la Cordillera del Coco bajo el margen convergente del centro y sur de Costa Rica (Montero & Denyer, 2011). Así, el fallamiento neotectónico en la península de Nicoya y sus alrededores, obedecería principalmente a esta rotación del bloque mencionado.

La falla principal es la Barranca (a 0,15 km al NE en su sitio más cercano a los pozos), neotectónica y con un movimiento transcurrente sinistral (Figura 4). La Falla Barranca aparte de su movimiento sinistral muestra el bloque noroeste descendido, y probablemente con un movimiento compuesto en tijera. La influencia que ha tenido sobre el desarrollo de la cuenca aluvial casi costera del río Barranca y de la sedimentación en Puntarenas en los últimos 500 años (cf. Denyer et al., 2004) serían una buena evidencia del neotectonismo de la falla. Su sector marino presenta evidencias de su morfología en las isobatas al entrar al mar, que muestran un escarpe en el sector oceánico.

3 HIDROGEOLOGÍA

3.1 POZOS EN BARRANCA

Los pozos en estudio (Figura 4, Fotografía 6 y Fotografía 7) son:

Pozo 1 (13-14): 459045 E – 219265 N.

Pozo 2 (13-20): 459059 E – 219323 N.



Fotografía 6. Pozo 1 (13-14) en ambas fotos y con diferentes vistas ubicado en Barranca. Se observa el entorno de este pozo en la terraza aluvial.



Fotografía 7. Pozos 2 (13-20) en ambas fotos y con diferentes vistas ubicados en Barranca. Se observa su entorno en la terraza aluvial.

La distancia que existe entre el Pozo 1 (13-14) y el Pozo 2 (13-20) es de 59.6 m.

La terraza aluvial en donde se encuentran los pozos, se alinea suroeste (Figura 5), luego de que el río hace un codo, cambiando de dirección oeste-este, en parte porque se encuentra con el límite de las rocas de la Formación Punta Carballo en el sitio donde las corta la Falla Barranca. El río se localizaba más al oeste (Denyer et al., 2004) y ha ido derivando hacia el este hasta encontrarse con el otro límite de las rocas sedimentarias.



Figura 5. Imagen oblicua de Google Earth viendo desde el oeste-suroeste, que muestra la terraza aluvial donde se ubican los pozos (flecha amarilla) y el codo de Sitio Junta a la izquierda, donde se ve la continuidad de los aluviones del río.

Los aluviones en el río tienen una continuidad limitada, ligeramente estrangulada en Sitio Junta, y por lo tanto serían parte del acuífero que explotan estos pozos, el cual viene al menos desde el Sitio El Peñón, en la periferia del puente carretero sobre la Interamericana (Figura 4 y Figura 5).

La terraza sobre la que se asientan los pozos tiene un espesor aproximado de 20 m, dada por el espesor de aluvión perforado y registrado en el Pozo 2 (13-20), y muestra una anatomía típica de terrazas aluviales, con horizontes finos y gruesos y lentes arenosos intercalados (Ver Anexo N° 1).

El acuífero aluvial que captan los dos pozos corresponde se ubica en la margen izquierda del cauce, donde el río Barranca desarrolla una barrera hidráulica, en este caso, positiva, que separa los depósitos aluviales más extensos en la margen derecha con los aluviones de extensión limitada de la margen izquierda donde se localizan los pozos que se han evaluado.

No obstante lo anterior, en el Anexo N° 1, se presenta una lista de pozos perforados y registrados en el Archivo de pozos del SENARA y de la Dirección de Aguas del MINAE, que cubre tanto la margen derecha como izquierda, con el fin de presentar la situación hidrogeológica de la zona.

En el Cuadro N° 2, se presenta la lista de Concesiones registradas en la Dirección de Aguas del MINAE para la zona de Barranca y en el mapa de la Figura 7, se presentan las concesiones registradas en la zona, algunos de ellas corresponden con tomas de aguas superficial y otras son pozos que fueron utilizados para la elaboración de las curvas isofreáticas de la zona evaluada.

Cuadro N° 2. Lista de concesiones registradas en la Dirección de Aguas del MINAE, sector de Barranca.

EXPEDIENTE	ESTE (m)	NORTE(m)	ESTADO	NOMBRE APELLIDO	FUENTE
13722-P	458800	217800	Otorgado	Meer Von Liebkosung S.A.	1-Acuifero Bc-585
13901-P	459886	218050	Otorgado	Adelina Brenes Blanco	1-Acuifero
15851-P	459809	218135	Solicitud Nueva	Gravin Mayorga Jimenez	1-Acuifero
13900-P	460070	218293	Otorgado	Browaey Y Asociados S.A	1-Acuifero
14757-P	460163	218398	En Tramite	Brodos S.A.	1-Acuifero
3468-P	457050	218450	Cancelado Por Vencimiento	Industrial De Oleaginosas Americanas S.A	1-Acuifero
14817-P	459756	218781	Solicitud Nueva	Pumanque S.A.	1-Acuifero
15127-P	458856	218811	Solicitud Nueva	Hacienda Pan De Azucar S.A.	1-Acuifero
11927-P	457500	218850	Otorgado	Aceites Y Derivados Centroamericanos S.A.	1-Acuifero
9291-P	458750	218850	Otorgado	Meer Von Liebkosung S.A.	2-Acuifero
16602-P	459700	218860	Solicitud Nueva	Inversiones Lago De Garda S.A.	1-Acuifero
11014-P	457375	218925	Otorgado	Industrial De Oleaginosas Americanas S.A.	1-Acuifero
9291-P	459800	218930	Otorgado	Meer Von Liebkosung S.A.	1-Acuifero
13146-P	460750	218950	Solicitud Nueva	Asociacion De Propietarios De Espamar	1-Acuifero
602-R	458650	219000	Otorgado	Aya	684-Acuifero
6050-P	457900	219150	Cancelado Por Vencimiento	Consejo Nacional De Produccion	1-Acuifero
602-R	458800	219150	Otorgado	Aya	685-Acuifero
13974-P	457116	219206	Denegado	Fabrica De Harinas De Centroamerica S.A	1-Acuifero
15140-P	460772	219257	Solicitud Nueva	Campos Espamar S.A	1-Acuifero
602-R	458900	219300	Otorgado	Aya	686-Acuifero
12238-A	459900	219650	Archivar Sin Mas Tramite	Extracciones Industriales Gui - Ena R Y V S.A.	1-Rio Barranca
13553-A	460540	219650	Otorgado	Los Cenizaros S.A.	1-Nacimiento Sin Nombre
13553-A	460434	219703	Otorgado	Los Cenizaros S.A.	2-Quebrada Tejar
7090-P	458000	219800	Cancelado	Subasta Gan. El Progreso S.A.	1-Acuifero
16063-P	460535	219869	Solicitud Nueva	Los Cenizaros S.A.	1-Acuifero
8545-P	457900	219900	Otorgado	Subasta Ganadera El Progreso S.A.	1-Acuifero
11773-P	459800	219900	Otorgado	Manufacturera Claymore S.A.	1-Acuifero

1834-P	459800	219900	Cancelado	Grupo Gan.Ind. De C.R. S.A.	1-Acuifero
5441-A	460500	220650	Cancelado	Diego Sandi Mora	1-Quebrada Sin Nombre
11847-P	459150	220700	Otorgado	Luwena Puntarenas S.A.	1-Acuifero
11914-A	459136	221033	Otorgado	Albertina ParajelesHernandes	1-Nacimiento Sin Nombre
15072-P	457167	221142	Otorgado	Graneles Y Concentrados Del Pacifico S.A	3-Acuifero
15072-P	457305	221148	Otorgado	Graneles Y Concentrados Del Pacifico S.A	2-Acuifero
6018-A	459100	221200	Cancelado Por Vencimiento	Francisco Cantillo Vargas	2-Nacimiento Sin Nombre
1684-A	459900	221200	Cancelado Por Morosidad	Eulalia S.A.	1-Nacimiento Sin Nombre
15072-P	457244	221227	Otorgado	Graneles Y Concentrados Del Pacifico S.A	1-Acuifero
6018-A	459050	221250	Cancelado Por Vencimiento	Francisco Cantillo Vargas	1-Nacimiento Sin Nombre

Del análisis realizado se identifica que los pozos captan un acuífero libre, aluvial cubierto, de poca extensión, espesor aproximado de 20 m y además se localizan a una corta distancia del cauce activo del río Barranca.

Por otro lado, es posible identificar otro acuífero albergado en las terrazas aluviales epiclásticas del Plistoceno Superior que sobreyacen a las rocas sedimentarias del Miembro Mata de Limón de la Formación Punta Carballo, que se localiza hacia el oeste del acuífero aluvial que captan los pozos analizados, entre estas dos unidades geológicas se considera que existe comunicación hidráulica, esto a partir de la revisión de los armados de los pozos en este sector, donde se han colocado rejillas tanto confrontadas a las terrazas aluviales epiclásticas como en las rocas sedimentarias que las subyacen.

En la Figura 8 se presenta el mapa hidrogeológico y en la Figura 9 se presenta la ubicación de los perfiles delimitados para el análisis que se observan en la Figura 10 y Figura 11.

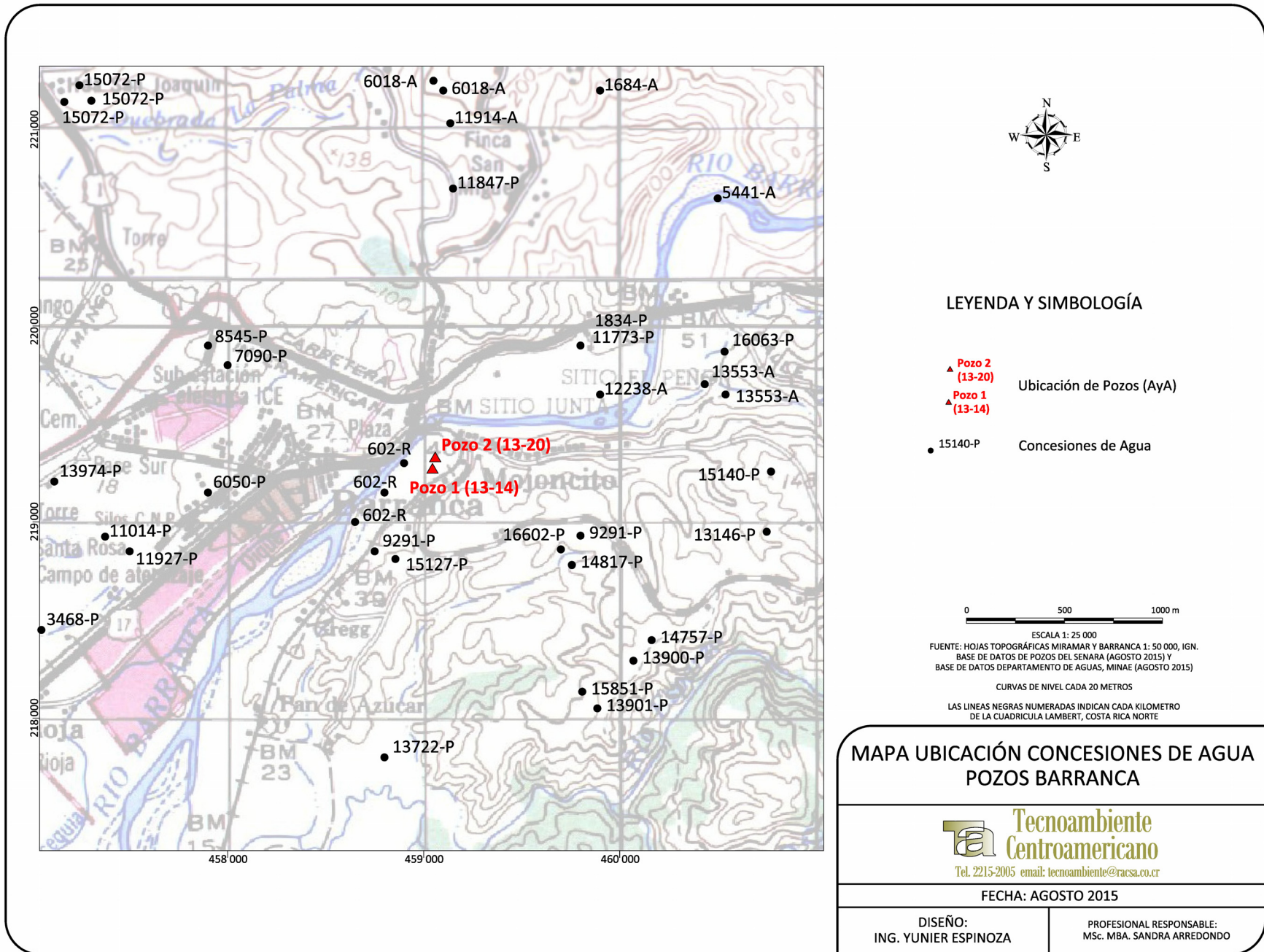


Figura 7. Mapa de Ubicación de concesiones de agua registrados en la Dirección de Aguas (Barranca).

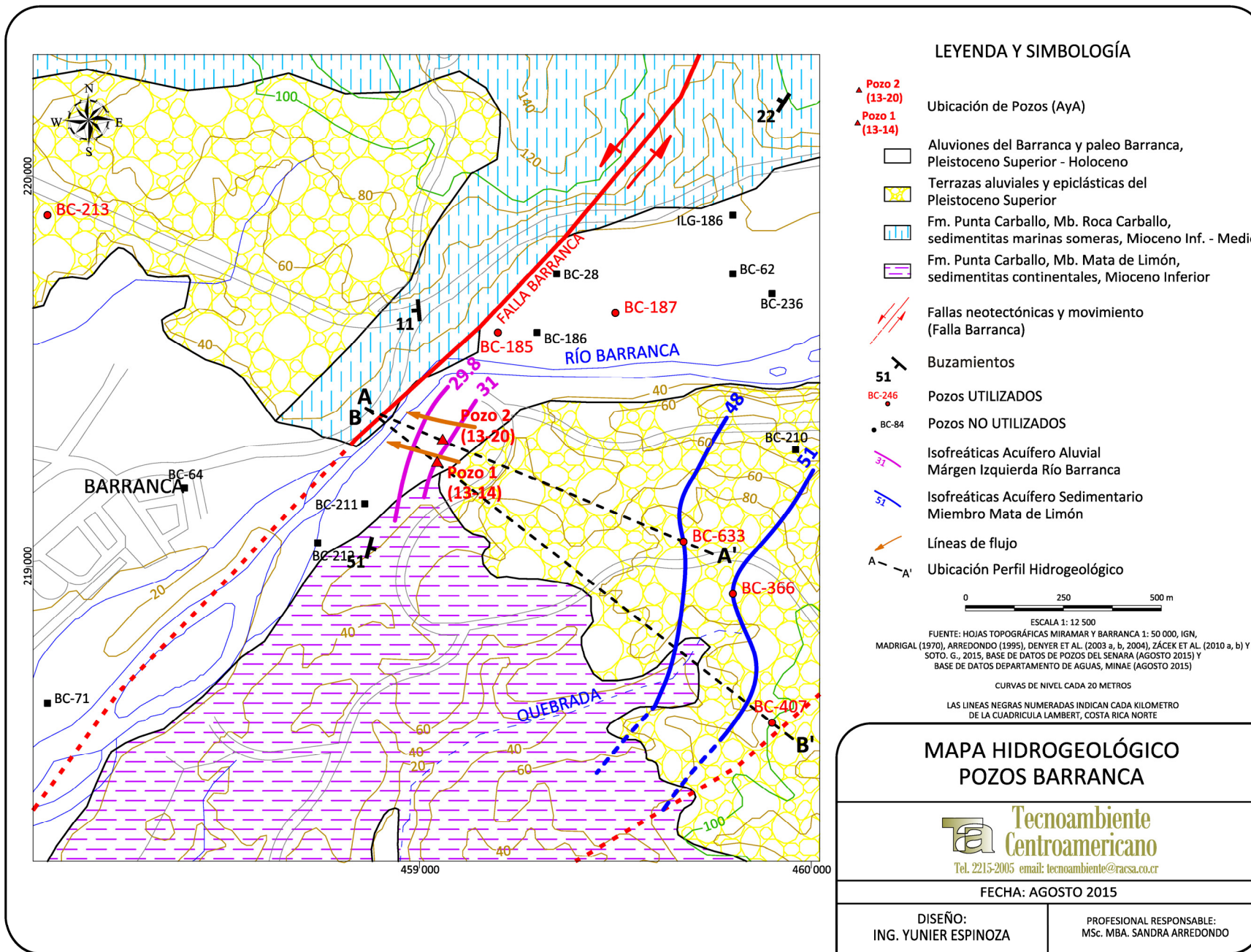


Figura 8. Mapa hidrogeológico y ubicación de los perfiles hidrogeológicos.

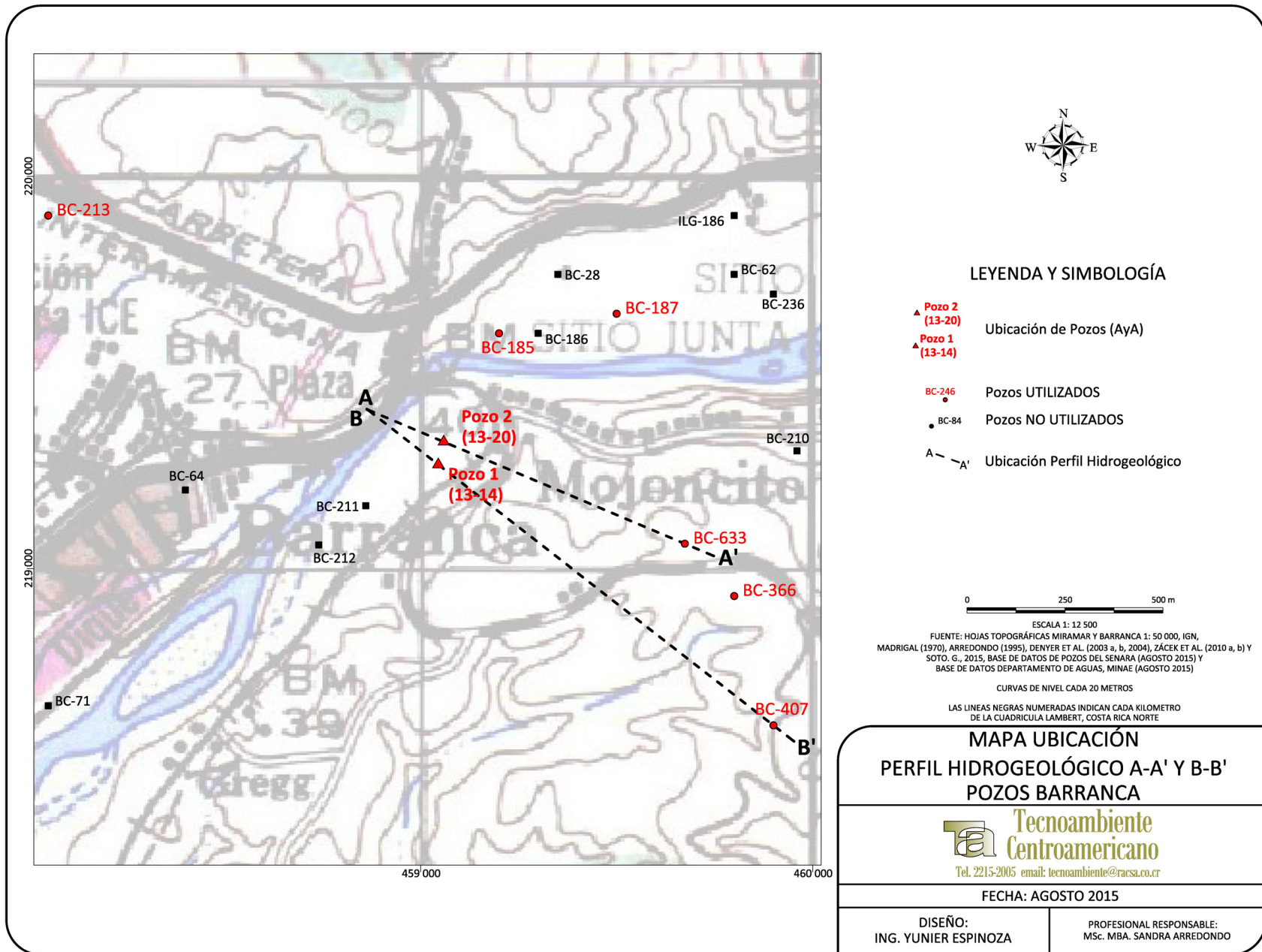


Figura 9. Mapa de Ubicación de Perfiles Hidrogeológicos (Barranca).

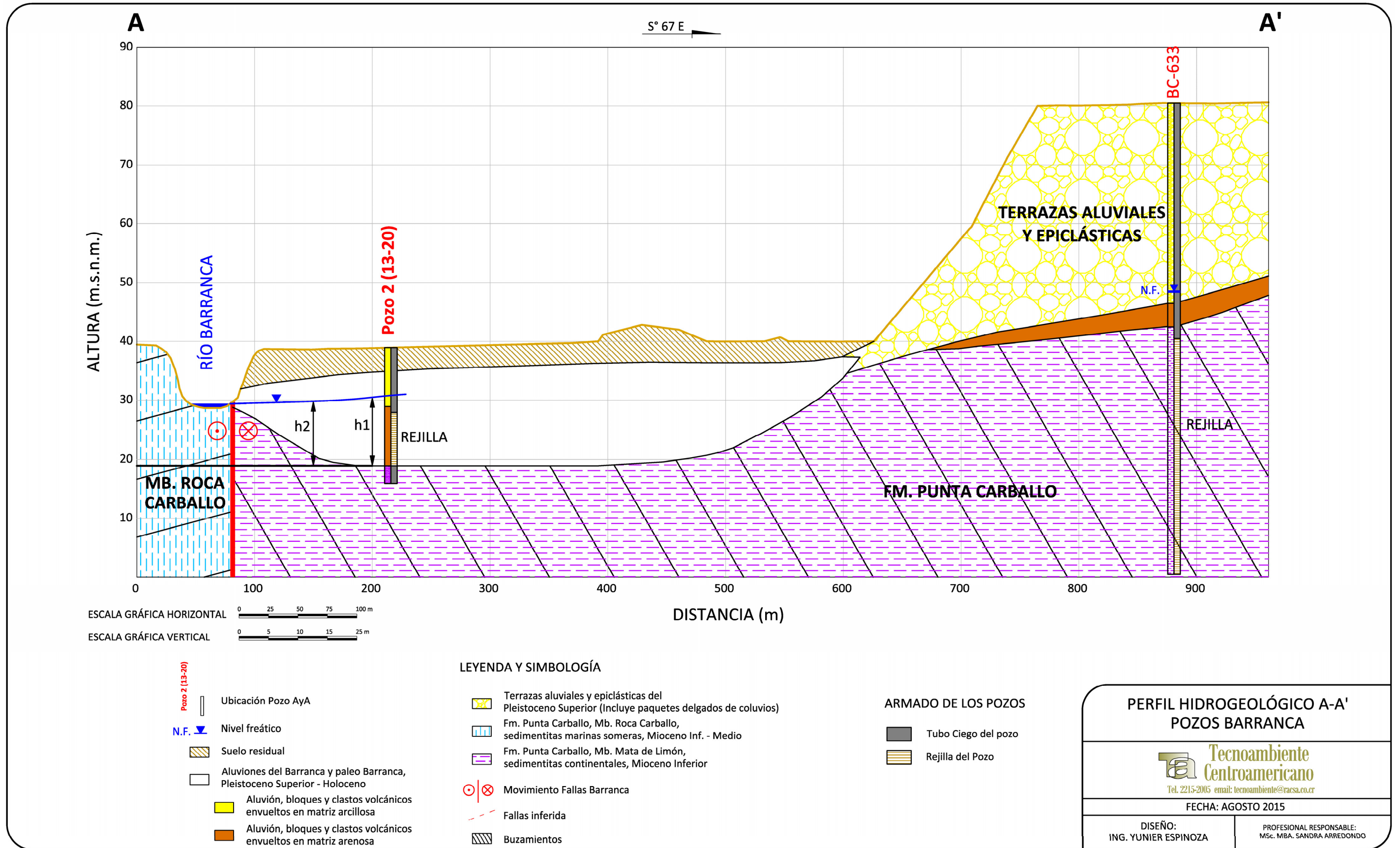


Figura 10. Perfil hidrogeológico A-A'.

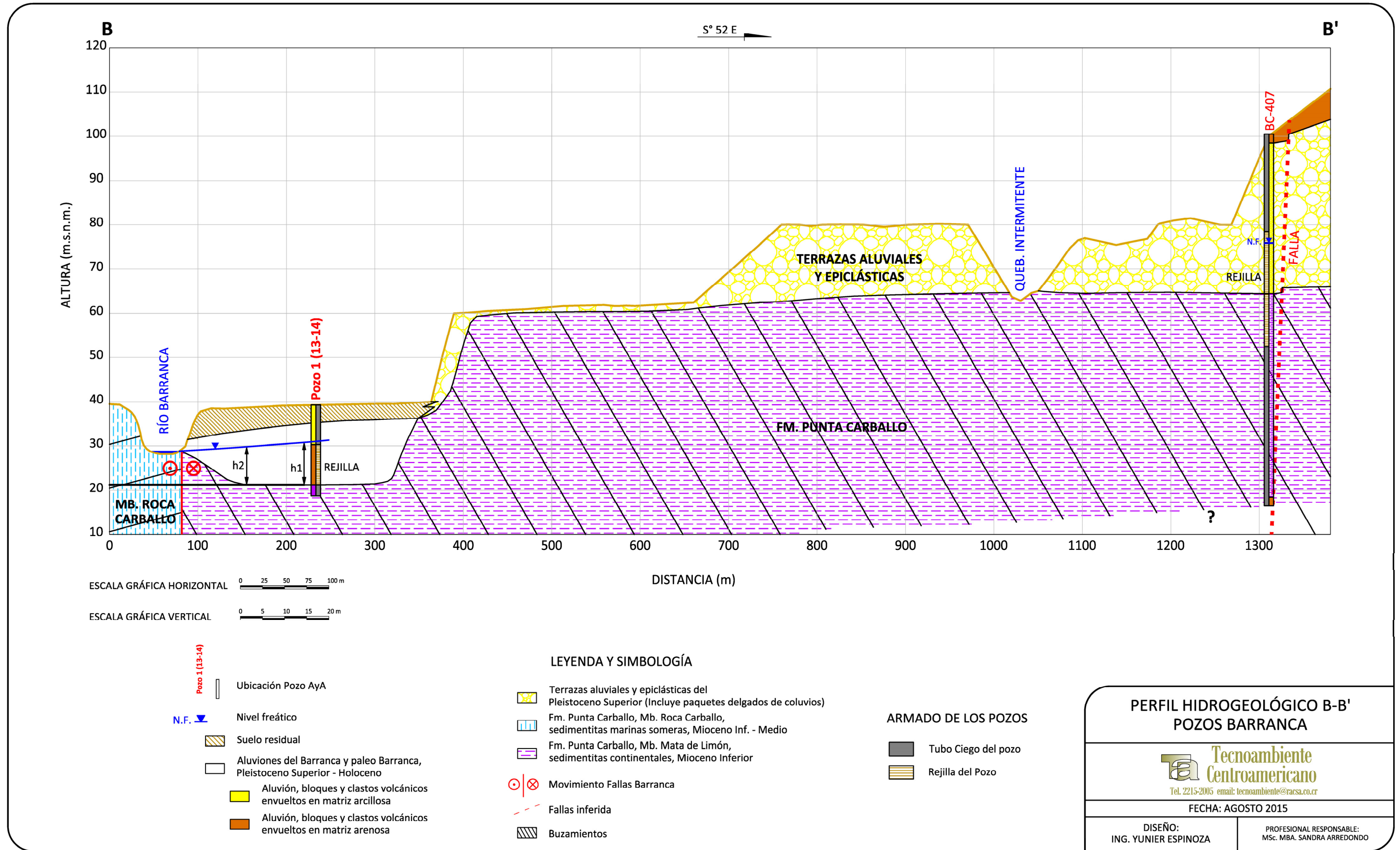


Figura 11. Perfil hidrogeológico B-B'.

4 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS


4.1 POZOS BARRANCA





Los resultados obtenidos de porosidad y permeabilidad en el campo para los pozos de la zona de Barranca, se presentan en el Cuadro N° 3, Cuadro N° 4 y Cuadro N° 5 (INTA - Anexo N° 2 y Permeabilidad - Anexo N° 3). Las ubicaciones de las pruebas de permeabilidad que coinciden con los puntos de muestreo se presentan la Figura 12.


Cuadro N° 3. Resultados de porosidad (Laboratorio INTA)

N° Muestra	Punto de muestreo para cada pozo	Porosidad (%)
Pozo 1 13-14	P1-P1	47.09
	P1-P2	47.96
	P1-P3	46.46
	Promedio	47.17
Pozo 2 13-20	P2-P1	47.96
	P2-P2	49.55
	P2-P3	47.03
	Promedio	48.18

Cuadro N° 4. Resumen Pruebas de Permeabilidad para el sector de Barranca

PUNTO	MUESTRA	POROSIDAD (%)	PERMEABILIDAD (m/d)	ESTE (m)	NORTE (m)	FOTO
Pozo 1 13-14	P1-P1	47.09	0.2757	459048	219268	

Pozo 1 13-14	P1-P2	47.96	0.5742	458879	219308	
Pozo 1 13-14	P1-P3	46.46	0.1065	459131	219288	
Pozo 2 13-20	P2-P1	47.96	0.4355	459055	219323	
Pozo 2 13-20	P2-P2	49.55	0.3751	459057	219377	

Pozo 2 13-20	P2-P3	47.03	1.5457	459017	219344	
-----------------	-------	-------	--------	--------	--------	--

Cuadro N° 5. Resultados de permeabilidad (método Porchet)

N° Muestra	Punto de prueba de permeabilidad para cada Pozo	Permeabilidad(m/d)
Pozo 1 13-14	P1-P1	0.2757
	P1-P2	0.5742
	P1-P3	0.1065
	Promedio	0.3188
Pozo 2 13-20	P2-P1	0.4355
	P2-P2	0.3751
	P2-P3	1.5457
	Promedio	0.7854

La ubicación en campo de las Pruebas de Infiltración se pueden observar en la Figura 12.

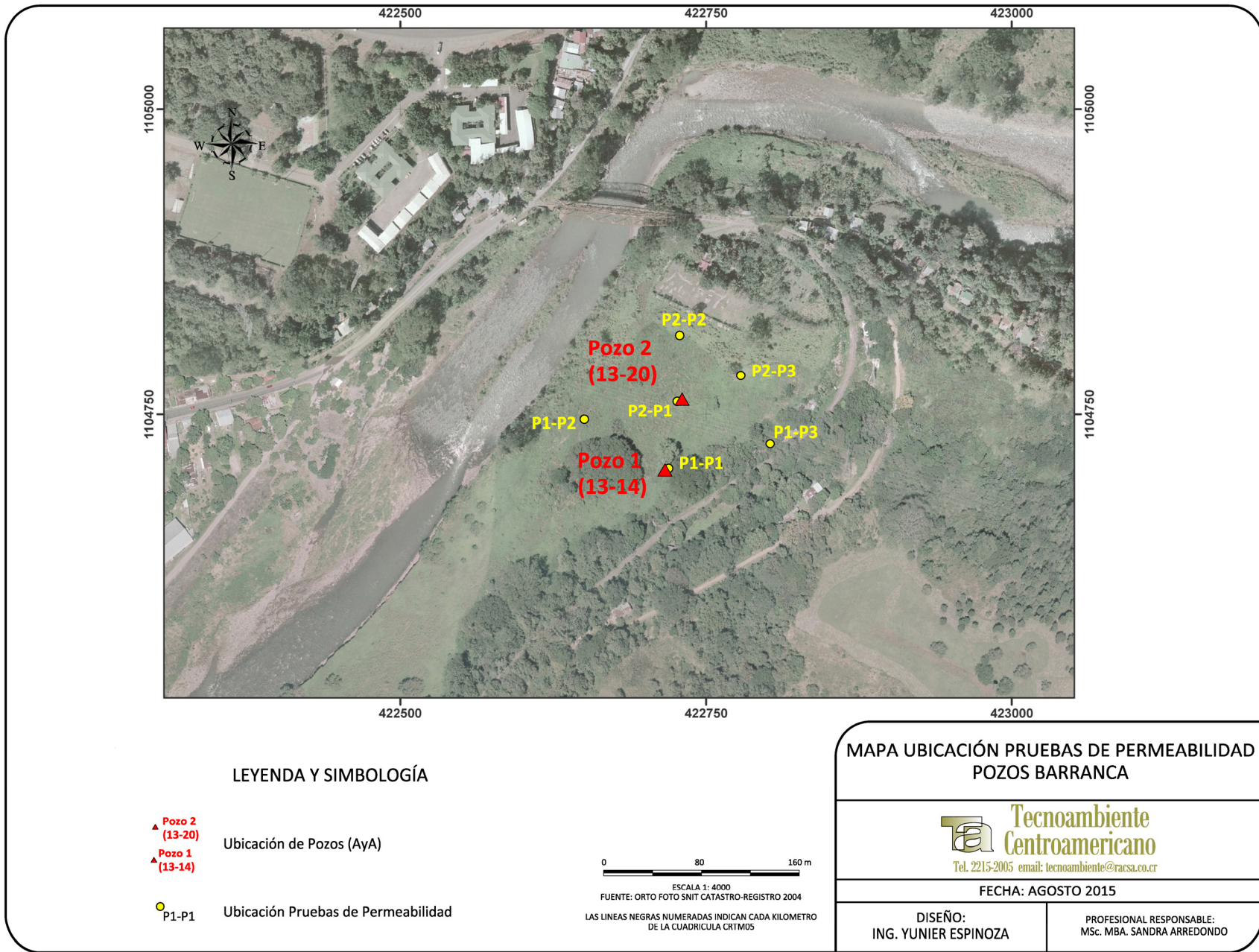


Figura 12. Ubicación Pruebas de Permeabilidad Barranca

5 MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL

5.1 BARRANCA

El acuífero que captan los pozos es un acuífero aluvial, con un espesor promedio de 10,79 m, de moderada a alta producción ya que en total el caudal que registran los dos pozos juntos es de 63,01 L/s, en el Cuadro N° 6, se presenta el detalle de los valores reportados para cada pozo. Se considera que el bombeo que ejecutarían los pozos involucra una inducción del agua del río Barranca, situación que se puede corroborar con las pruebas de bombeo que se adjuntan en el Anexo N° 4, donde se observa que en el período analizado se alcanza una barrera positiva para el caudal utilizado.

Otro aspecto que respalda la situación que existe inducción del río a partir del bombeo de los pozos es el estudio realizado por el SENARA para el acuífero Barranca y El Roble (Arredondo, 1995), demuestra a partir de aforos diferenciales y análisis isotópicos que esta situación ocurre en el acuífero de la margen derecha del río por bombeo de los campos de pozos que administra el AyA, condición que puede suceder de igual forma en el acuífero aluvial que se analiza para estos dos pozos en la margen izquierda.

El nivel freático promedio es del orden de los 8,20 m, con un espesor saturado promedio de 10,79 m, la gradiente calculada para el Pozo 1 (13-14) es de 0,017 (analizada entre las isofreáticas 29,8 y 31 para una distancia horizontal de 71.29 m) y para el Pozo 2 (13-20) es de 0,015 (analizada entre las isofreáticas 29,8 y la 31, con una distancia horizontal de 78.610 m).

Cuadro N° 6. Caudales registrados por AyA

Pozo N°	Caudal reportado (L/s)
Pozo 1 (13-14)	29,17
Pozo 2 (13-20)	33,84

Cuadro N° 7. Parámetros hidráulicos del acuífero aluvial, obtenidos a partir de literatura internacional y datos registrados en la zona de estudio.

Pozo N°	Porosidad (tomado de Custodio & Llamas, 1984) (%)	Permeabilidad (K) (m/día)	Espesor saturado (b) promedio (m)	Transmisividad (T) (m ² /d)
Pozo 1 (13-14)	30	317,667*	9,73**	3090,90***
Pozo 2 (13-20)	30	135,038*	11,86**	1601,55***

Nota:

*valor obtenido a partir de la fórmula de flujo $T=k*b$, el valor de T se obtuvo de las pruebas de bombeo de cada pozo que se adjuntan en el Anexo N° 4.

** Tomado del espesor saturado reportado para cada pozo.

*** Tomado de las pruebas de bombeo de cada pozo realizadas por el AyA.

6 ZONAS DE PROTECCIÓN DE LOS POZOS

6.1 POZOS EN BARRANCA

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° 8, se resumen los datos hidráulicos para el cálculo de L para cada uno de los pozos de Barranca analizados.

Cuadro N° 8. Resumen de los datos hidráulicos para el cálculo de L

Pozo N°	Transmisividad (m ² /d)	Gradiente (adimensional)	Caudal (L/s)	Caudal (m ³ /día)	L (ancho del tubo de flujo) (m)
Pozo 1 (13-14)	3090,90	0,017	29,17	2520,288	47,964
Pozo 2 (13-20)	1601,55	0,015	33,84	2923,776	121,706

Considerando que el tiempo de residencia máxima de bacterias patógenas para flujos porosos es de 70 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, en este caso es el espesor de suelo residual que se definió con base en el mapeo de campo.
- 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 pozo.

Entonces se tiene que:

Cuadro N° 9. Resultados Tiempos de Tránsito vertical zona no saturada en suelo residual.

Pozo N°.	Espesor ZNS suelo residual que cubre al aluvión (m)	Θ INTA para la ZNS (Fracción de %)	K Promedios de las pruebas de Porchet en suelo residual (m/d)	t (tiempo de tránsito vertical) días
Pozo 1 (13-14)	4,00	47,17	0,3188	5,918
Pozo 2 (13-20)	4,00	48,18	0,7854	2,454

Cuadro N° 10. Resultados Tiempos de Tránsito vertical zona no saturada en aluvión.

Pozo N°.	Espesor ZNS en el aluvión (m)	Θ Tomado de Custodio & Llamas, 1984. (Fracción de %)	K del aluvión Tomado del Cuadro N° 7 (m/d)	t (tiempo de tránsito vertical) días
Pozo 1 (13-14)	4,27	30	317,667	0,004
Pozo 2 (13-20)	4,14	30	135,038	0,009

Como el tiempo tránsito para medios porosos se estimado en 70 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 70 día para la degradación de las bacterias patógenas, entonces 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 pozo, tomando en cuenta la diferencia entre 70 menos los días obtenidos en la zona no saturada para cada una, situación que se presenta en el Cuadro N° 11.

Cuadro N° 11. Diferencia entre los 70 días menos los obtenidos del cálculo de la ZNS.

Pozo N°	Tiempo de transito obtenido de la ZNS (días)	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)
Pozo 1 (13-14)	5,922	64,078
Pozo 2 (13-20)	2,463	67,537

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" :

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

Donde:

Cuadro N° 12. Distancia Zona de Protección Inmediata.

Pozo N°	Tiempo faltante para calcular en la ZS (días)	Θ Acuífero (Custodio & Llamas, 1984) (Fracción de %)	K Permeabilidad del acuífero aluvial promedio (tomado a partir del Cuadro N° 7) (m/d)	Gradiente del acuífero para cada pozo (adimensional)	Distancia de la zona de protección inmediata (m)
Pozo 1 13-14	64,078	30	317,667	0,017	1153,481
Pozo 2 13-20	67,537	30	135,038	0,015	456,004

6.1.2 MÉTODO DEL RADIO FIJO

Para calcular el radio fijo de los pozos analizados, es importante primero que todo hacer una aclaración en relación con las metodologías hidrogeológicas para la evaluación del recurso hídrico que fueron publicadas en el diario oficial La Gaceta N° 147 del 31 de julio del 2012. En estas metodologías en el artículo 11, se define la fórmula para la zona de protección de pozos tomando en cuenta la zona de captura con base en la ecuación analítica de Darcy, con base en el siguiente planteamiento:

$$r = (Qt/\pi * n * b)^{0,5} \text{ (fórmula F-1)}$$

Se calcula con la fórmula dada considerando:

- Q= caudal de cada pozo en m³/d.
- t= días faltantes para degradar las bacterias a partir de los 70 días para medios porosos (Metodologías Hidrogeológicas).
- n= porosidad de las rocas que albergan al acuífero (con base en Custodio & Llamas, 1984.)
- b= espesor saturado promedio del acuífero para cada pozo, tomado a partir de los registros de perforación de cada pozo.

$$r = (Qt/\pi*n*b)^{0,5} \text{ (fórmula F-1)}$$

Cuadro N° 13. Resumen de datos y resultados Método Radio Fijo

Pozo N°	Caudal (m ³ /d)	Tiempo faltante para los 70 días (días)	Porosidad del acuífero (Custodio & Llamas, 1984) (%)	b Espesor saturado del acuífero para cada pozo (m)	Radio fijo (m)
Pozo 1 (13-14)	2520,288	64,078	30	9,73	132,705
Pozo 2 (13-20)	2923,776	67,537	30	11,86	132,912

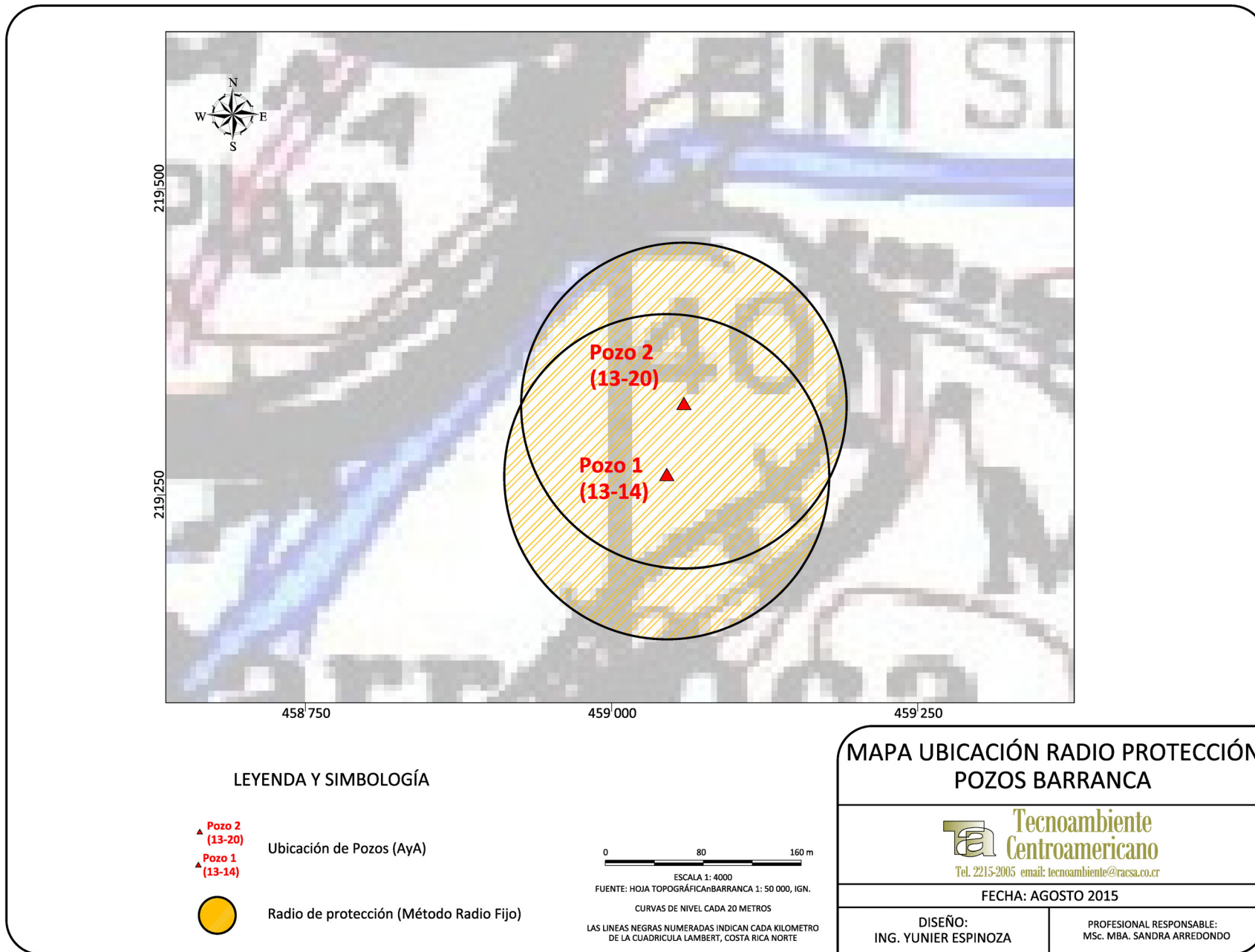


Figura 13. Zonas de Protección, Método Radio fijo, hoja topográfica.

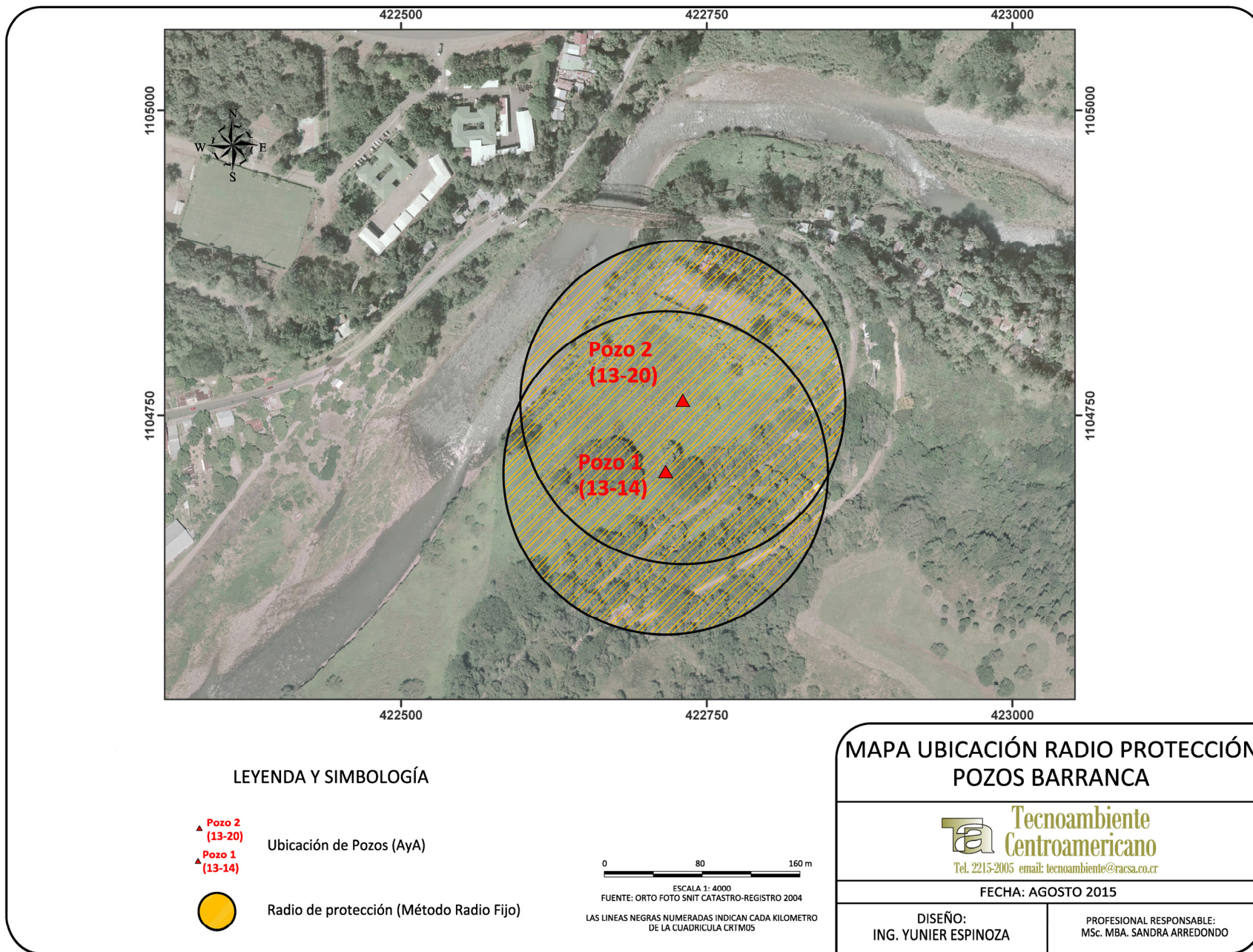


Figura 14. Zonas de Protección, Método Radio fijo, orto foto.

6.1.3 MÉTODO DE GRUBB

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

$$Y_{\max} = Q L / (k(h_1^2 - h_2^2))$$

Para cada pozo se presenta el resumen del valor obtenido:

Cuadro N° 14. Resultados por medio del Método Grubb.

Pozo N°	Caudal para cada pozo (m ³ /d)	L Longitud entre dos puntos de observación del NF (m)	K Conductividad hidráulica del acuífero (m/d)	h1	h2	h1 ² -h2 ²	Y (max) m
Pozo 1 (13-14)	2520,288	65,00	317,667	9,531	8,519	18,267	28,231
Pozo 2 (13-20)	2923,776	50,09	135,038	11,534	10,860	15,094	71,853

En el Cuadro N° 15 y Figura 15 se presenta el resumen de las zonas de protección obtenidos por diferentes métodos:

Cuadro N° 15. Zonas de protección absoluta por diferentes métodos para los pozos Barranca

MÉTODO	Pozo 1 (13-14)	Pozo 2 (13-20)
Tiempo de tránsito de degradación de bacterias	1153,481	456,004
Radio fijo con tiempos de tránsito	132,705	132,912

Valor obtenido con el método Grubb:

Pozo N°	L (ancho del tubo de flujo) (m)
Pozo 1 (13-14)	28,231
Pozo 2 (13-20)	71,853

El ancho de la zona de captura definido por el método de Darcy, para cada pozo es de:

Cuadro N° 16. Ancho de Captura Método de Darcy

Pozo N°	L (ancho del tubo de flujo) (m)
Pozo 1 (13-14)	47,964
Pozo 2 (13-20)	121,706

Con base en el análisis realizado a partir de los valores hidráulicos y trabajo de campo realizado, se considera que el método de radio fijo y con el método de Darcy, para el pozo 1 (13-14), se ha definido un ancho de la zona de captura o tubo de flujo es 47,964 m y la zona de protección inmediata de 132,705 m, obtenido por el método de radio fijo, se ha seleccionado este método a partir del mapeo de campo realizado y la condición de inducción del pozo.

Para el Pozo 2 (13-20) se ha definido un ancho de la zona de captura de 121,706 m, la zona de protección recomendada para el pozo 2 (13-20) es de 132,912 m, igualmente por el método de radio fijo y con el respaldo de los mismos criterios utilizados para su selección.

6.1.4 CÁLCULO DEL PUNTO DE NO RETORNO

Los puntos de no retorno para cada zona de protección se han calculado a partir de la fórmula indicada en las Metodologías Hidrogeológicas para la evaluación del recurso hídrico que fueron publicadas en el diario oficial La Gaceta No. 147 del 31 de julio del 2012, de la siguiente forma:

$$\text{Punto de no retorno} = Q / (2 * \pi * k * b * i)$$

Donde:

Pi (π) = 3,1415

k = permeabilidad

b = espesor del acuífero **(Se toma en cuenta que T=k*b)**

i=gradiente

Q=caudal

6.1.4.1 POZO 1 (13-14)

$$X_0 = 2520,288 / (2\pi * 3090,90 * 0,017)$$

(Punto de no retorno) = 7,634 m

6.1.4.2 POZO 2 (13-20)

$$X_0 = 2923,776 / (2\pi * 1601,55 * 0,015)$$

(Punto de no retorno) = 19,370 m

Con base en los resultados obtenidos para el cálculo del punto de no retorno, se observa que para el Pozo 1 (13-14), es de 7,634 m y para el Pozo 2 (13-20) es de 19,370 m, se recomienda además, mantener un área aguas arriba como área operacional, para ambos pozos de 15 m establecidos por Foster, 2003.

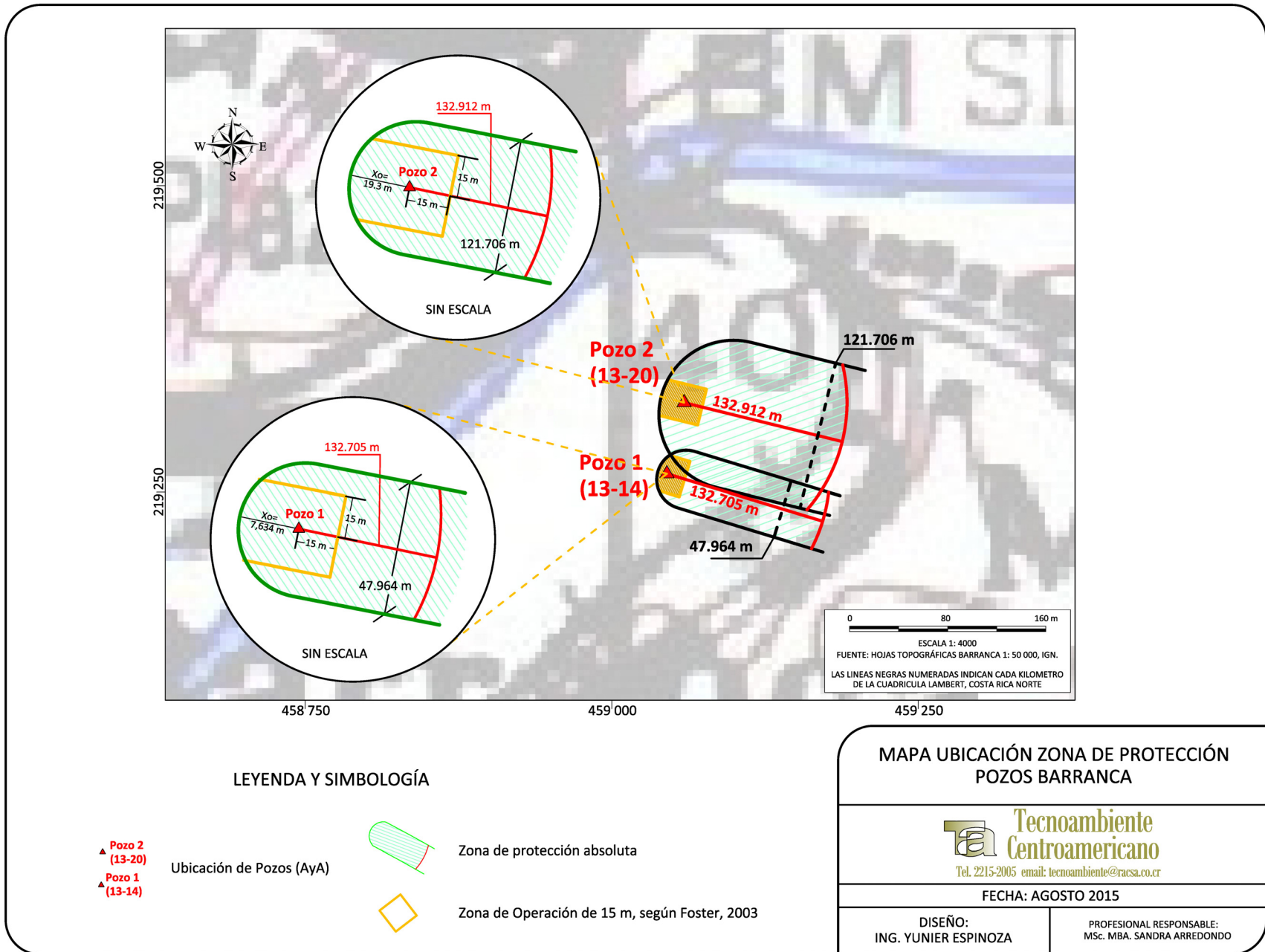


Figura 15. Zonas de Protección Hoja topográfica.

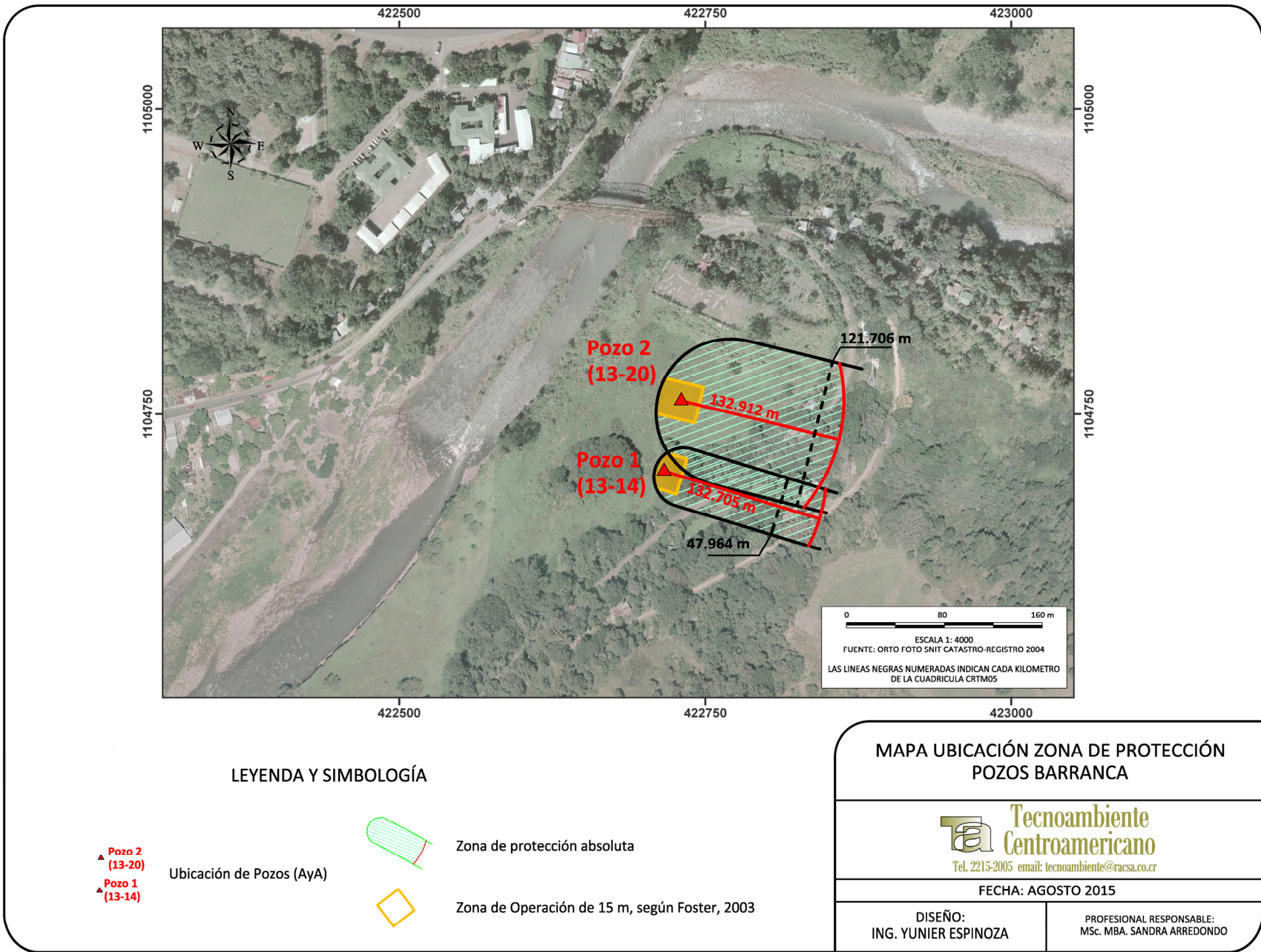


Figura 16. Zonas de Protección Orto Foto

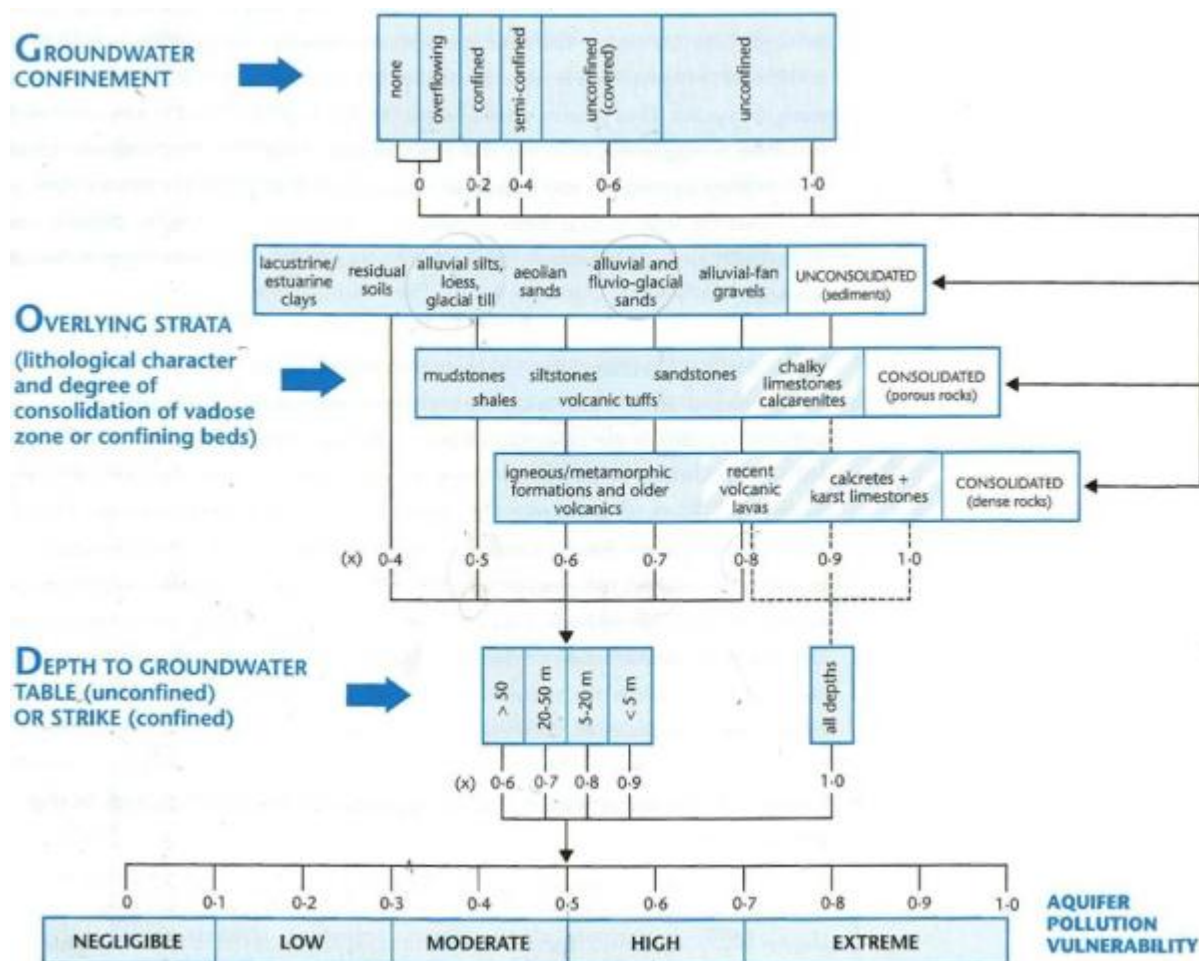
7 CALIDAD FÍSICO QUÍMICA DE LOS POZOS

En el Anexo N° 5 se adjuntan los resultados de análisis de calidad de agua de los pozos analizados.

Como resultado de los datos obtenidos, se observa que no hay valores sobre la norma por lo que el agua se considera potable desde el punto de vista químico, con los análisis realizados a la fecha. Por otro lado, los resultados bacteriológicos muestran que el Pozo 1 (13-14), presenta un valor de 3,6 coliformes fecales por cada 100 ml, situación que se recomienda verificar con otros muestreos periódicos y en el caso de que permanezca la presencia de coliformes fecales se realice un tratamiento con cloro antes de la red de distribución.

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 17).



Fuente: Foster, et al, 2002.

Figura 17. Diagrama determinación de vulnerabilidad acuifera

8.1 ACUÍFERO ALUVIAL BARRANCA MARGEN IZQUIERDA

Se realiza el análisis de la vulnerabilidad que se aplica para ambos pozos debido a su cercanía.

Clasificación GOD	Descripción del factor	Valor asignado	Tipo de vulnerabilidad
Grado de confinamiento	No confinado cubierto, por cuanto presenta una cobertura de suelo residual con una permeabilidad mucho menor que la del acuífero que cubre.	0.75	Moderada
Tipo de característica litológica de la zona no saturada	Suelo residual, sin embargo se le asigna un valor más conservador por los resultados de permeabilidad obtenidos por el método Porchet.	0.55	
Profundidad del nivel freático (promedio de los dos pozos)	8 m	0.80	
Evaluación de vulnerabilidad	0,33		

En la Figura 18, se presenta el mapa de vulnerabilidad acuífera para la zona de estudio.

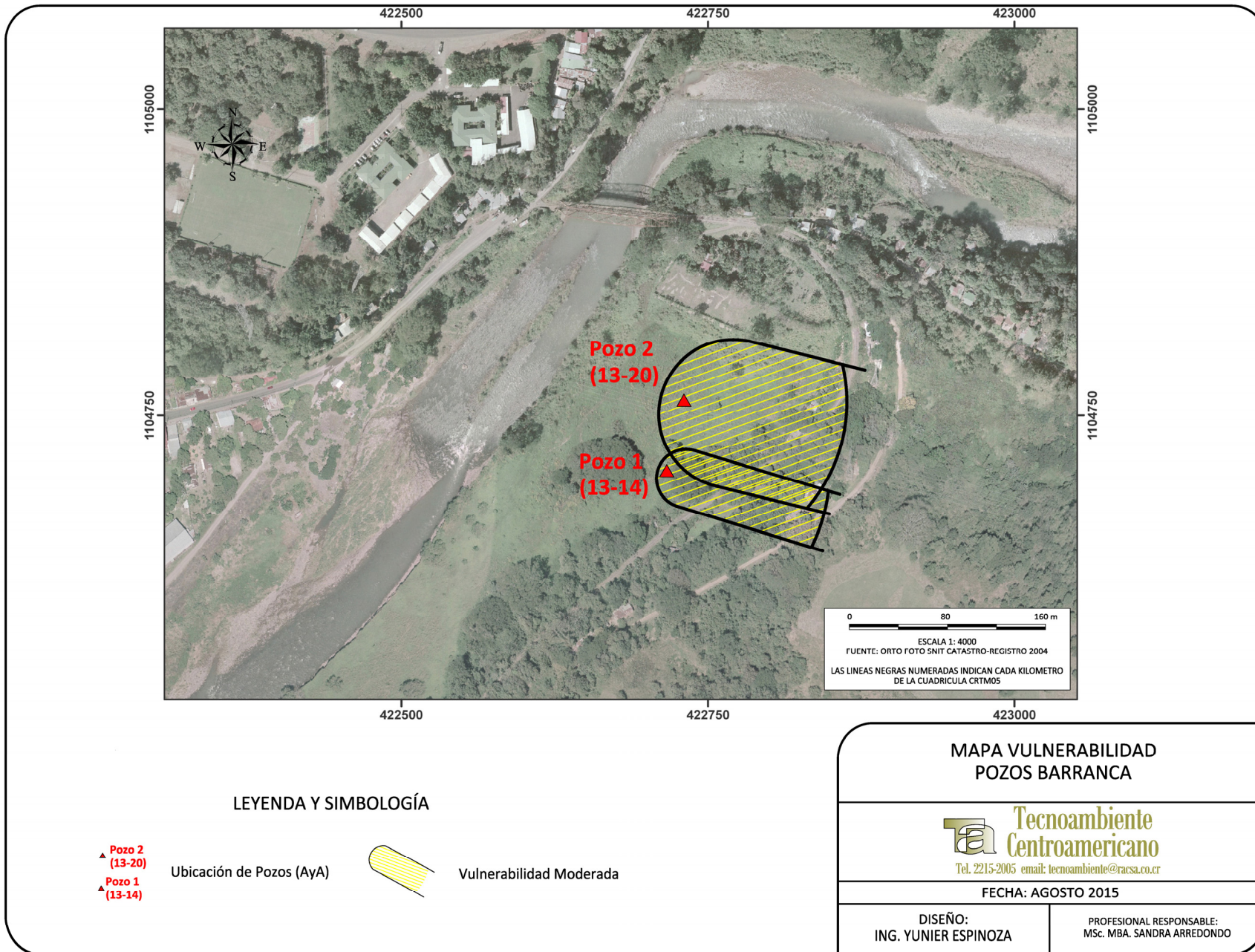


Figura 18. Mapa de Vulnerabilidad Acuífera

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la zona donde se ubican los pozos evaluados, se ha identificado un acuífero aluvial de limitada extensión en la margen izquierda del río Barranca. El acuífero se alberga en la terraza aluvial que comprende gravas, arenas y arcillas que han sido depositadas a partir de la acción fluvial del río, sin embargo su extensión no ha sido ampliada por la acción fluvial debido a que en la actualidad el basamento de la zona que consiste en la Formación Punta Carballo se localiza muy cercano a la margen izquierda por lo que no hay área hidráulica para depositación de sedimentos en esta zona.

Estos pozos presentan un caudal de bombeo clasificado de moderado a alto que es generado por recarga inducida del río ya que las características de extensión del acuífero que captan superan las expectativas de producción que pueden genera ambos pozos en conjunto, que alcanza los 63,01 L/s, esta situación de recarga inducida es una condición hidráulica ya demostrada en estudios anteriores y observada en las pruebas de bombeo ejecutadas para cada pozo analizado. Los valores registrados de transmisividad obtenidos a partir de las pruebas de bombeo ejecutadas ratifican esta situación ya que son valores que superan los 1000 m²/día.

El acuífero que captan los pozos presenta un espesor saturado promedio de 10,79 m, con niveles freáticos del orden de los 8,20 m, y en condiciones estáticas la gradiente hidráulica del acuífero tiene una dirección sureste-noroeste con descarga al río Barranca, condición que puede variar en caso de que se produzca bombeo ya que se puede generar recarga inducida del agua del río provocando un radio dinámico que alcance el cauce como una barrera positiva, el valor promedio de la gradiente hidráulica para la zona donde se ubican los pozos es de 0,016.

Con base en el cálculo de la zona de protección de los pozos obtenida a partir de la metodología del radio fijo, se define que el radio de protección abarca parte del sector este del cauce del río Barranca, situación que aunada a la condición hidráulica de inducción del agua del río por bombeo de los pozos, se deberá proteger el cauce en la zona definida por los radios de protección.

La zona de protección establecida por medio de la combinación del método de Darcy para el ancho de la zona de influencia como el método de radio fijo para el límite de la zona de protección inmediata, establecieron los valores para el Pozo 1 (13-14), el ancho de la zona de influencia o de captura se determinó en 47,964 m y el límite de la zona de protección inmediata en 132,705 m y para el Pozo 2 (13-20) en 121,706 m, con un límite de la zona de protección inmediata de 132,912 m.

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 los pozos por rápida infiltración y por escorrentía superficial.

Aunado a ello y como medida de prevención, se establece un sector definido por el punto de no retorno de 7,634 m aguas abajo para el Pozo 1 (13-14) y de 19,370 m agua abajo del Pozo 2 (13-20) y un área operacional de 15 m aguas arriba de cada pozo.

La vulnerabilidad analizada a partir del método GOD, demuestra que los pozos y su entorno inmediato se clasifican como vulnerabilidad moderada.

Al momento de realizado el estudio, la calidad del agua desde el punto de vista químico de los pozos cumple con el reglamento de agua potable vigente, bacteriológicamente solo el Pozo 1 (13-14) presenta coliformes fecales en poca cantidad, por ello se recomienda realizar más análisis para verificar la presencia de éstos y en su defecto realizar cloración antes de la red de distribución domiciliaria. Se recomienda realizar análisis de calidad de aguas por lo menos semestrales para monitorear el comportamiento a lo largo del año hidrológico y verificar si se mantiene su calidad en el tiempo.

10 REFERENCIAS

- Arredondo, S.G., 1995: Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos costeros Barranca y El Roble, Puntarenas, Costa Rica. – 76 págs. + 13 apéndices, Tesis de Licenciatura, Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica.
- Departamento de Aguas del MINAE, Junio 2015, Base de datos de Concesiones y Pozos Registrados.
- Denyer, P. & Alvarado, G.E., 2007: Mapa geológico de Costa Rica. – Escala 1:400 000. Librería Francesa S.A., San José.
- Denyer, P., Cárdenes, G. & Kruse, S., 2004: Registro histórico y evolución de la barra arenosa de Puntarenas, Golfo de Nicoya, Costa Rica. – Revista Geológica de América Central, 31: 45-59.
- 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., Aguilar, T. & Alvarado, G.E., 2003b: Geología y estratigrafía de La Hoja Barranca, Costa Rica. – Revista Geológica de América Central, 29: 105-125 (más mapa geológico).
- Denyer, P., Montero, W. & Alvarado, G.E., 2009: Atlas Tectónico de Costa Rica. – 55 págs. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José.
- Leandro, G., 1975: Informe del estudio geofísico con fines hidrogeológicos efectuado en la zona de Barranca – El Roble, mediante los métodos de resistividad eléctrica y refracción sísmica. – Informe interno Servicio Nacional de Aguas Subterráneas (SENARA), 15 págs + 29 figs.
- MONTERO, W. & DENYER, P., 2011: Fallamiento neotectónico de la Península de Nicoya y su relación con el escape tectónico del antearco centroamericano. - Revista Geológica de América Central, 45: 9-52.
- Rojas, J.F., 1979: Hidrogeoquímica del Acuífero de Barranca, Provincia de Puntarenas, Costa Rica. – 74 págs. + figuras y apéndices, Tesis de Licenciatura, Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica.
- Záček, V., Vorel, T., Kycl, P. & Huapaya, S., 2010a: Mapa geológico 1:50 000, hoja 3246-II Miramar, República de Costa Rica. – Servicio Geológico Checo, Praga, 1 hoja.
- Záček, V., Vorel, T., Kycl, P. & Huapaya, S., Mixa, P., Grygar, R., Havlicek, P., Cech, S., Hrazdira, P., Metelka, V. Sevcik, J. & Pecskey, Z., 2012: Geología y estratigrafía de la hoja 3246-II Miramar, Costa Rica. – Revista Geológica de América Central, 47: 7-54.
- SENARA, Junio 2015, Base de datos de pozo.

ANEXO N° 1 INFORMACIÓN DE LOS POZOS

- **Pozo 1 (13-14)**
- **Pozo 2 (13-20)**
- **BC-633**
- **BC-185**
- **Lista de pozos registrados con información.**



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

POZO : BC-633 **FECHA REG** : 24-05-2005

GEOLOGO : **CONCESION** :

PROVINCIA : Puntarenas **CANTON** : Esparza

DISTRITO : Espritu Santo

LUGAR : MOJON **HOJ TOP** : BARRANCA

LAMBERT N : 219063 **LAMBERT E** : 459674

PROPIETAR : AGENCIA DE VIAJES FAYTUR S,A,
PERFORADOR: ZARAGOZA S.A.

PROFUNDIDAD: 80 mbns

BROCA: 6
DIAMETRO DE PERFO: 0.25 mm
NIVEL ESTATICO: 32 mbns

METODO PERF: PERCUSION

CAUDAL PRUEBA: 1.5 l/s

NIVEL DINAMICO: 42 m

PROFUNDIDAD BOMBA: 75 mts

TIPO DE BOMBA: sumergible
POT. BOMBA: 1.5

T BOMBEO: 720 min

Q. REC: 1.50 l/s
ACUIFERO: PUNTA CARBALLO
INFORME PERFORAC.: SI

USO: DOMEST-RIEGO

NOTA :

NOTA SENARA: AP-0336-05

CALIDAD DE AGUAS : NO

PRUEBA DE BOMBEO

FECHA : 2005-09-09
COEF. ALMACENAMIENTO : 0
RECUPERACION % : 100
CAUDAL EXPLOTACION : 1.5
TIPO BOMBA : tipobomba
TIEMPO DE BOMBA : 720
DIAM. PERFORAC. : 0.25

PROFUNDIDAD BOMBA : 75
TRANSMISIVIDAD : 0
RECUPERACION HORAS : 1
RADIO DE INFLUENCIA : 0
POTENCIA DE BOMBA : 1.5
BROCA : 6
FUNCION :

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.

Detalle Pozo BC-633

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 34.00 COLUVIO CONSTITUIDO POR CANTOS HETEROGENEOS DENTRO DE UNA MATRIZ
ARCILLOSA DE COLOR CAFE ROJIZO.CON BAJA P.A.
34.00 38.00ARCILLA DE COLOR GRIS VERDOSO, PLASTICA, MALEABLE Y CON BAJA
PERMEABILIDAD APARENTE.
38.00 80.00 ARENISCAS DE GRANO FINO Y COLOR GRIS CELESTE, RELATIVAMENTE SANAS, DURAS
Y CON MODERADA P.A. A LOS 75.0 MTS DE PROFUNDIDAD HAY UNA ZONA FRACTURADA
LA CUALTIENE MUCHA IMPORTANCIA EN EL APORTE DE AGUA

Fecha de impresión 28/07/2015

Esta información es copia de la Base de Datos del SENARA

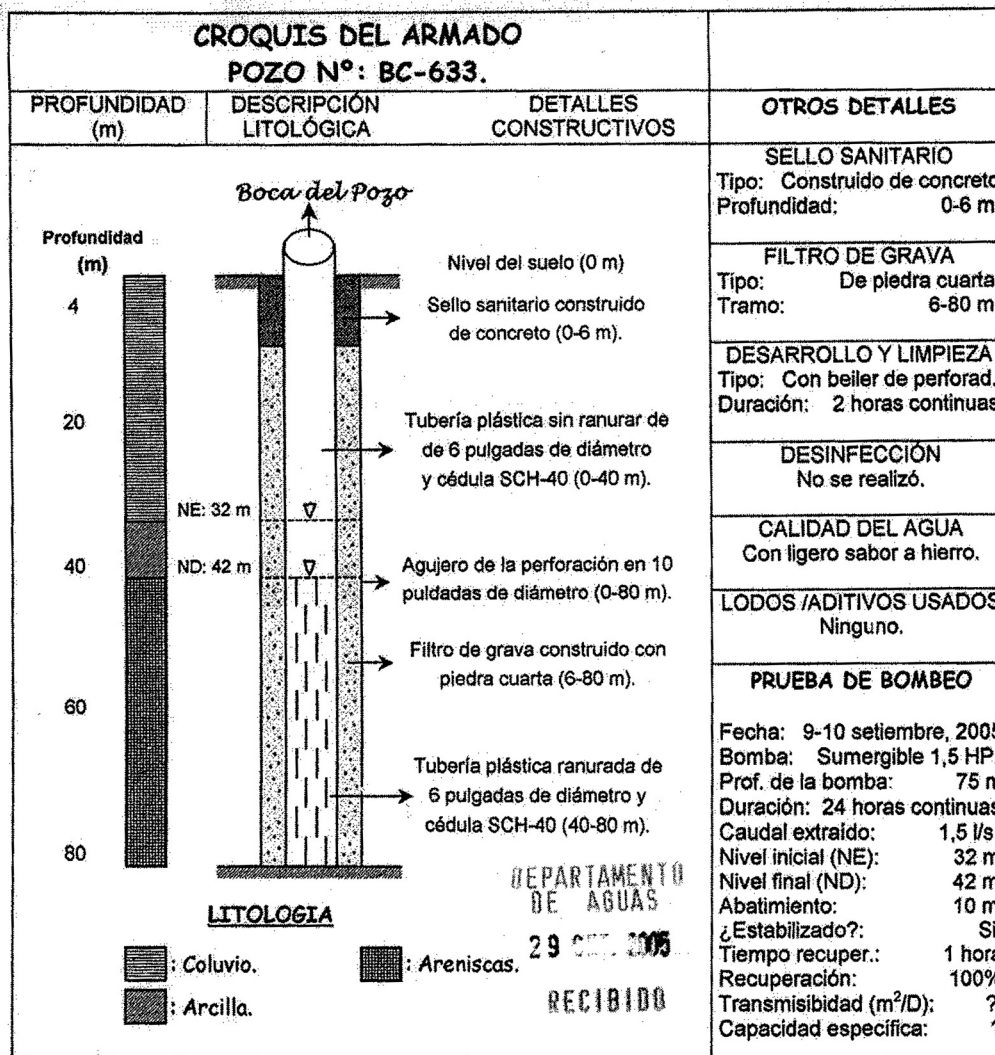


La información consignada en la base de datos es para consulta de los usuarios y se basa en información reportada por los perforadores, pero la misma no ha sido validada por el SENARA.

Detalle Pozo BC-633

<p align="center">REPORTE FINAL DE PERFORACIÓN POZO N°: BC-633.</p>		<p align="center">Empresa perforadora: PERFORACIONES ZARAGOZA, S. A. Cédula jurídica: 3-101-161355. Telefax: 452-0964, 453-0473. Cel.: 376-2774, 368-2222.</p>													
<p>Permiso de perforación IMN-DA-1725-2005.</p>	<p>BITACORA N°: 2945-05 Colegio de Geólogos</p>	<p align="center">UBICACIÓN CARTOGRÁFICA</p>													
<p>Ubicado en: Mojón de Esparza, Puntarenas.</p>															
<p>Croquis del pozo con relación al terreno:</p>		<p>Latitud: 219.063 Norte. Longitud: 459.674 Este Hoja: Barranca (3245-I), Escala 1: 50.000 del IGN.</p>													
		<p>Propietario: AGENCIA DE VIAGES FAYTUR, S.A. Cédula jurídica: 3-101-178004. Teléfonos: 443-4171, 385-4994. Fax: 440-2330. Apdo. Postal: 2187-4050, Alajuela. Correo electrónico: www.faytur.com</p>													
<p>Usos que se dará al agua: Doméstico y riego zonas verdes.</p>	<p>Método de perforación: Percusión a cable.</p>	<p>Equipo de perforación: Bucyrus-Erie. Serie 20 W.</p>													
<p>Inicio de la perforación: 02 de agosto del 2005.</p>	<p>Final de la perforación: 10 de setiembre del 2005.</p>	<p>Profundidad total: 80 metros.</p>													
<p>VARIACIÓN DEL NIVEL DEL AGUA Y AVANCE DE LA PERFORACIÓN.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Profundidad (m)</th> <th>Nivel del agua (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Durante la perforación no se observó variaciones significativas en el nivel del agua subterránea, ésta apareció a 32 metros de profundidad y ahí se mantuvo hasta el final.</td> </tr> </tbody> </table>	Profundidad (m)	Nivel del agua (m)	Durante la perforación no se observó variaciones significativas en el nivel del agua subterránea, ésta apareció a 32 metros de profundidad y ahí se mantuvo hasta el final.		<p align="center">DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DETALLADA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tramo</th> <th>Litológica cortada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• Coluvio (0-34 m):</td> <td>Constituido por cantos heterogéneos dentro de una matriz arcillosa de color café rojizo. Con baja permeabilidad aparente.</td> </tr> <tr> <td>• Arcilla (34-38 m):</td> <td>De color gris verdoso, plástica, maleable y con baja permeabilidad aparente.</td> </tr> <tr> <td>• Areniscas (38-80 m):</td> <td>De grano fino y color gris celeste, relativamente sanas, duras y con moderada permeabilidad aparente. A los 75 m de profundidad hay una zona fracturada, la cual tiene mucha importancia en el aporte de agua.</td> </tr> </tbody> </table>			Tramo	Litológica cortada	• Coluvio (0-34 m):	Constituido por cantos heterogéneos dentro de una matriz arcillosa de color café rojizo. Con baja permeabilidad aparente.	• Arcilla (34-38 m):	De color gris verdoso, plástica, maleable y con baja permeabilidad aparente.	• Areniscas (38-80 m):	De grano fino y color gris celeste, relativamente sanas, duras y con moderada permeabilidad aparente. A los 75 m de profundidad hay una zona fracturada, la cual tiene mucha importancia en el aporte de agua.
Profundidad (m)	Nivel del agua (m)														
Durante la perforación no se observó variaciones significativas en el nivel del agua subterránea, ésta apareció a 32 metros de profundidad y ahí se mantuvo hasta el final.															
Tramo	Litológica cortada														
• Coluvio (0-34 m):	Constituido por cantos heterogéneos dentro de una matriz arcillosa de color café rojizo. Con baja permeabilidad aparente.														
• Arcilla (34-38 m):	De color gris verdoso, plástica, maleable y con baja permeabilidad aparente.														
• Areniscas (38-80 m):	De grano fino y color gris celeste, relativamente sanas, duras y con moderada permeabilidad aparente. A los 75 m de profundidad hay una zona fracturada, la cual tiene mucha importancia en el aporte de agua.														
<p align="center">CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS ENCONTRADAS</p> <p>La perforación cortó materiales de la Formación Punta Carballo, de ellos, la unidad de areniscas presenta las mejores condiciones hidrogeológicas y se constituye en la principal zona productora de agua del pozo, especialmente a los 75 m de profundidad en donde se encuentra muy fracturada.</p>															

Detalle Pozo BC-633



RECOMENDACIONES SOBRE LA EXPLOTACION

EQUIPO DE BOMBEO A INSTALAR

Bomba: Sumergible. Capacidad: ≤ 1,5 HP. Profundidad: 77 metros. Motor: Eléctrico ≤ 1,5 HP. Cable: N° 12. Tubería de descarga: 1 1/4 pulg. Electrodo (encendido/apagado): Según requer. de agua.

RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN

Caudal a extraer (l/s): ≤ 1,5. Horas diarias: ≤ 12. Nivel de máximo bombeo: Controlado con electrodos.

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. Teléfonos: 281-2020. Fax: 283-7140.

Geólogo supervisor: José Daniel Quesada Brenes Carné: 132 del C.G.C.R. Firma: Fecha: 20/09/05.		Representante empresa perforadora: Carlos Eduardo Vásquez Pacheco Cédula: 2-358-602. Firma: Fecha: 20/09/05.
--	--	--

Detalle Pozo BC-633



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

POZO : BC-185 **FECHA REG** : 24-03-1988
GEOLOGO : **CONCESION** :
PROVINCIA : Puntarenas **CANTON** : Puntarenas
DISTRITO : Barranca
LUGAR : **HOJ TOP** : BARRANCA
LAMBERT N : 219600 **LAMBERT E** : 459200
PROPIETAR : AyA
PERFORADOR: AyA
PROFUNDIDAD: 23 mbns
METODO PERF: ROTACION **BROCA**: 0
CAUDAL PRUEBA: 14.49 l/s **DIAMETRO DE PERFO**: 0.2 mm
PROFUNDIDAD BOMBA: 0 mts **NIVEL ESTATICO**: 4.8 mbns
T BOMBEO: 0 min **NIVEL DINAMICO**: 7.4 m
USO: ABAST. PUBLICO **TIPO DE BOMBA**: no indica
Q. REC: 12.47 l/s **POT. BOMBA**: 0
ACUIFERO: G Bar Mira Chap
INFORME PERFORAC.: SI

NOTA :

NOTA SENARA:

CALIDAD DE AGUAS : NO

PRUEBA DE BOMBEO

FECHA : 2005-01-01 **PROFUNDIDAD BOMBA** : 0
COEF. ALMACENAMIENTO : 0 **TRANSMISIVIDAD** : 1970
RECUPERACION % : 100 **RECUPERACION HORAS** : 0.02
CAUDAL EXPLOTACION : 12 **RADIO DE INFLUENCIA** : 0
TIPO BOMBA : tipobomba **POTENCIA DE BOMBA** : 0
TIEMPO DE BOMBA : 0 **BROCA** : 0
DIAM. PERFORAC. : 0.2 **FUNCION** :

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.

Detalle Pozo BC-185

SERVICIO NACIONAL DE AGUAS SUBTERRANEAS RIEGO Y AVENAMIENTO

Huerf. H. L.

BC-185

ANALISIS PRUEBA DE BOMBEO POZO POCA MAR

El pozo Poca Mar N° 1 ubicado en Esparza en las coordenadas 460.1-219.9 de la hoja topográfica Barranca editada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala. El agujero fue perforado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (AyA), y alcanzó una profundidad de 23.0 metros, encontrándose el nivel freático a una profundidad de 4.80 metros.

No se analizaron los recortes de perforación, pero por comunicación con el señor Brenes del AyA, al parecer todo el material atravesado era aluvial.

El pozo fue armado con rejilla Johnson slot 40-60 y un diámetro de 8 pulgadas. El 24 de marzo de 1988 se realizaron pruebas de bombeo preliminares, a caudales variables y una prueba de bombeo de larga duración.

Las pruebas por etapas fueron graficadas para observar el comportamiento del acuífero a diferentes extracciones a un mismo tiempo de bombeo, en este caso fue de 30 minutos; como se puede observar la relación entre la extracción y el abatimiento es lineal, permitiendo una predicción del comportamiento del acuífero en términos de abatimiento, ante una extracción mayor a la probada y a un tiempo similar al probado (30 minutos).

Del análisis de bombeo largo se puede determinar la transmisividad del acuífero siendo esta de 1970 m²/d y de 4582 m²/día para caudales de extracción de 12.4 y 14.5 l/s respectivamente. El aumento en el valor de la transmisividad probablemente se debe a un desarrollo en el acuífero, el cual incidió en un aumento en el mencionado parámetro.

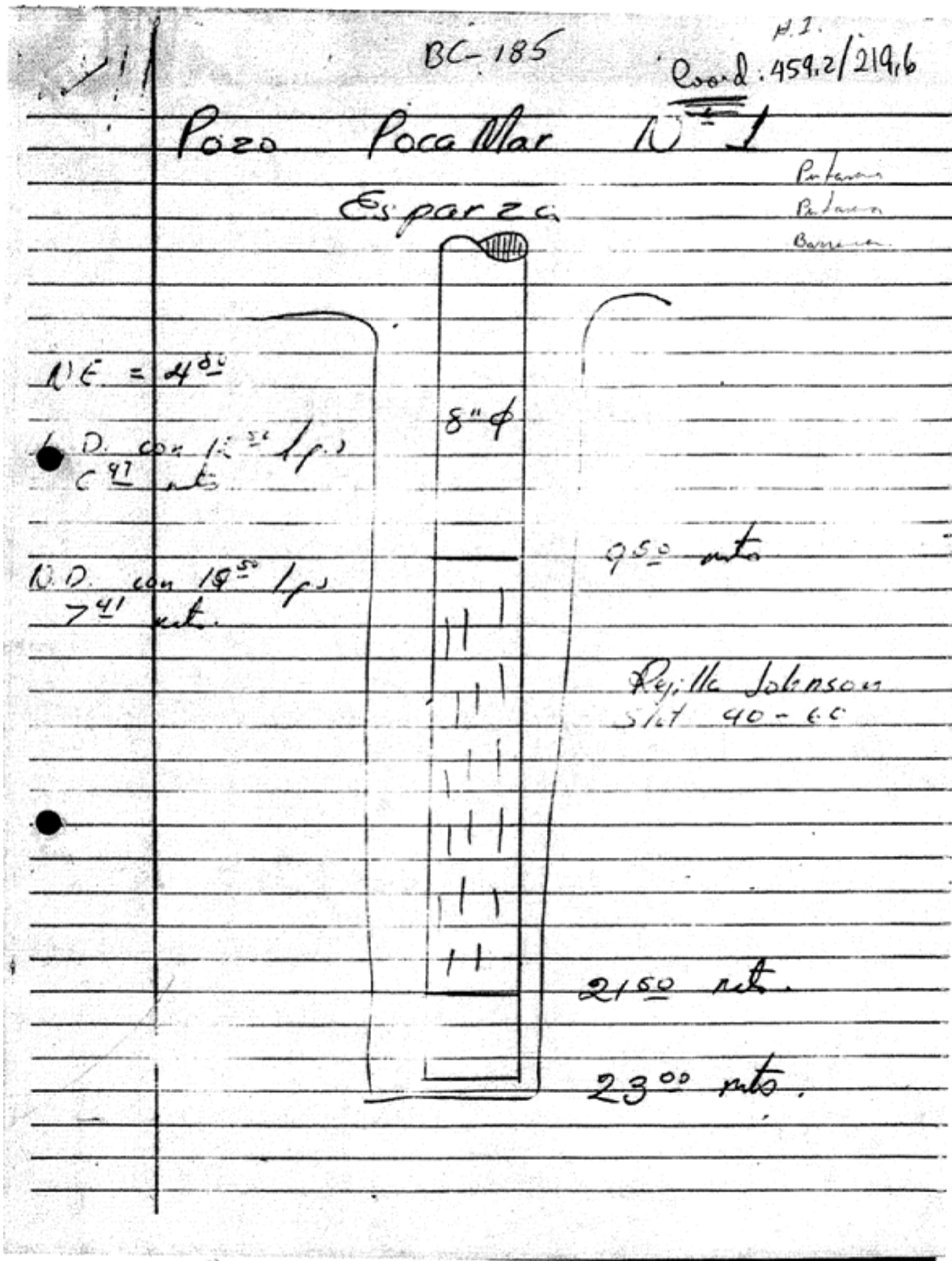
Una extracción mayor a las probadas (20-25 l/s) es probable de obtener con abatimientos en el orden de 3-5 metros, pero lo recomendable es probar estos caudales por un período largo para poder definir el régimen de bombeo definitivo.

Hidrogeól. Alicia Gómez C.

AGC/kz

5-4-88

Detalle Pozo BC-185



Detalle Pozo BC-185

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Pruebas preliminares

PROGRAMA DE PERFORACION DE POZOS

REPORTE DE PRUEBA DE BOMBEO

PROYECTO Pozo Pacanar Barranca LUGAR: Barranca Pacanar
 POZO No: 1 FECHA: 27-3-EE
 PROFUNDIDAD de 10 a 30 mts DIAMETRO TUBO DESCARGA: 4"
 TIPO Y DIAMETRO DE BOMBA: TURBINA COLEK 15" DIAMETRO VERTEDERO: 3"
 PROFUNDIDAD CAMARA DE BOMBEO: _____ PROFUNDIDAD DEL POZO: 23 m/s

HORA		TIEMPO DESDE EL INICIO	ALTURA DE BUREQUA	PROFUNDIDAD AL AGUA	ABAYIMIENTO O RECUPERACION	CAUDAL	OBSERVACIONES
h.m.	p.m.	min	orig.	m.	m.	L / seg.	
		0	16	480		10.587	
		10		620	1.4		
		20		6.45	1.65		
		30		6.63	1.83		
		40		6.50	1.7		
		50		6.48	1.68		
		60	22	6.50	1.7	12.474	
		70		6.62	2.02		
		80		6.63	2.03		
		90	30	6.81	2.04	14.480	
		100		7.30	2.5		
		110		7.37	2.55		
		120	32.45	7.40	2.6	17.640	
		130		7.60	2.8		
		140		7.40	3.1		
		150		7.91	3.11		

MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 SUPERVISION REALIZADA POR _____

1/6

Detalle Pozo BC-185

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

PROGRAMA DE PERFORACION DE POZOS

REPORTE DE PRUEBA DE BOMBEO

PROYECTO Pozo Pocaumar Barroca LUGAR: Barroca Pentaracas
 POZO No 3 FECHA: 21-3-EE
 PROFUNDIDAD 22 metros DIAMETRO TUBO DESCARGA: 4"
 TIPO Y DIAMETRO DE BOMBA LEMINO COLLEJES 2" DIAMETRO VERTEDERO: 4"
 PROFUNDIDAD CAMARA DE BOMBEO: _____ PROFUNDIDAD DEL POZO: 23.075

HORA	TIEMPO DESDE EL INICIO	ALTURA DE BURBUJA	PROFUNDIDAD AL AGUA	ABATIMIENTO O RECUPERACION	CAUDAL	OBSERVACIONES
	0	22	H.E.O		12.474	
	1/2		G.76	1.97		
	1		G.77	1.97		
	1 1/2		G.78	1.98		
	2		G.79	1.99		
	2 1/2		G.80	2.0		
	3		G.81	2.01		
	3 1/2		G.82	2.02		
	4		G.83	2.03		
	4 1/2		G.84	2.03		
	5		G.84	2.04		
	7		G.85	2.06		
	9		G.86	2.06		
	11		G.87	2.07		
	13		G.88	2.08		
	15		G.88	2.08		
	20		G.88	2.06		
	25		G.84	2.04		
	30		G.86	2.08		
	40		G.91	2.11		
	50		G.92	2.13		
	60		G.92	2.12		
	75		G.91	2.11		
	90		G.91	2.11		

MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 SUPERVISION REALIZADA POR _____

2/6

Detalle Pozo BC-185

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

PROGRAMA DE PERFORACION DE POZOS

REPORTE DE PRUEBA DE BOMBEO

PROYECTO _____ LUGAR: _____
 POZO No _____ FECHA: _____
 PROFUNDIDAD _____ DIAMETRO TUBO DESCARGA: _____
 TIPO Y DIAMETRO DE BOMBA: _____ DIAMETRO VERTEDERO: _____
 PROFUNDIDAD CAMARA DE BOMBEO: _____ PROFUNDIDAD DEL POZO: _____

HORA	TIEMPO DESDE EL INICIO	ALTURA DE BURBUJA	PROFUNDIDAD AL AGUA	ABATIMIENTO O RECUPERACION	CAUDAL	OBSERVACIONES
h.m.	min	sig.	m.	m.	L / seg.	
	105	22	6.91	2.11	12.474	
12 ³⁰	120		6.93	2.13		
1 ⁰⁰	150		6.94	2.14		
1 ³⁰	180		6.95	2.15		
2 ⁰⁰	210		6.93	2.13		
2 ³⁰	240		6.93	2.13		
3 ⁰⁰	300		6.93	2.13		
4 ³⁰	360		6.93	2.13		
5 ³⁰	420		6.93	2.13		
6 ³⁰	480		6.93	2.13		
7 ³⁰	540		6.90	2.1		
8 ³⁰	600		6.90	2.1		
9 ³⁰	660		6.92	2.12		
10 ³⁰	720		6.91	2.11		
11 ³⁰	780		6.90	2.1		
12 ⁰⁰	840		6.90	2.1		
1 ³⁰	900		6.91	2.11		
2 ³⁰	960		6.92	2.12		
3 ³⁰	1020		6.91	2.11		
4 ³⁰	1080		6.90	2.1		
5 ³⁰	1140		6.90	2.1		
6 ³⁰	1200		6.87	2.07		
7 ³⁰	1260		6.86	2.06		
8 ³⁰	1320		6.92	2.12		

MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 SUPERVISION REALIZADA POR _____

3/6

Detalle Pozo BC-185

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

PROGRAMA DE PERFORACION DE POZOS

REPORTE DE PRUEBA DE BOMBEO

PROYECTO _____ LUGAR: _____
 POZO No _____ FECHA: _____
 PROFUNDIDAD _____ DIAMETRO TUBO DESCARGA: _____
 TIPO Y DIAMETRO DE BOMBA _____ DIAMETRO VERTEDERO: _____
 PROFUNDIDAD CAMARA DE BOMBEO: _____ PROFUNDIDAD DEL POZO: _____

HORA		TIEMPO DESDE EL INICIO	ALTURA DE BIRBUJA	PROFUNDIDAD AL AGUA	ABATIMIENTO O RECUPERACION	CAUDAL	OBSERVACIONES
h.m.	p.m.	min	pulg.	m.	m	L / seg.	
9	30	13:30	22	6.90	2.1	12.174	
10	30	14:40		6.90	2.1		
11	30	15:00		6.93	2.13		
	230	15:00		6.97	2.17		
	130	16:20		6.99	2.19		
	230	16:30		6.99	2.19		
	330	17:40		6.96	2.18		
	430	0 18:00	30	6.97	2.17	14.490	Cambio caudal
	5:30	1/2		7.29	2.49		
	6:30	1 18:01		7.41	2.61		
	7:30	1 1/2		7.35	2.65		
	8:30	2 18:02		7.29	2.49		
	9:30	2 1/2		7.30	2.5		
	10:30	3 18:03		7.31	2.51		
	11:30	3 1/2		7.31	2.51		
	12:30	4 18:04		7.31	2.51		
	1:30	4 1/2		7.31	2.51		
	2:30	5 18:05		7.31	2.51		
	3:30	7 18:07		7.31	2.51		
	4:30	9 18:09		7.31	2.51		
	5:30	11 18:11		7.31	2.51		
	6:30	13 18:13		7.32	2.52		
	7:30	15 18:15		7.35	2.55		
	8:30	21 18:20		7.31	2.54		

MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 SUPERVISION REALIZADA POR _____

4/6

Detalle Pozo BC-185

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

PROGRAMA DE PERFORACION DE POZOS

REPORTE DE PRUEBA DE BOMBEO

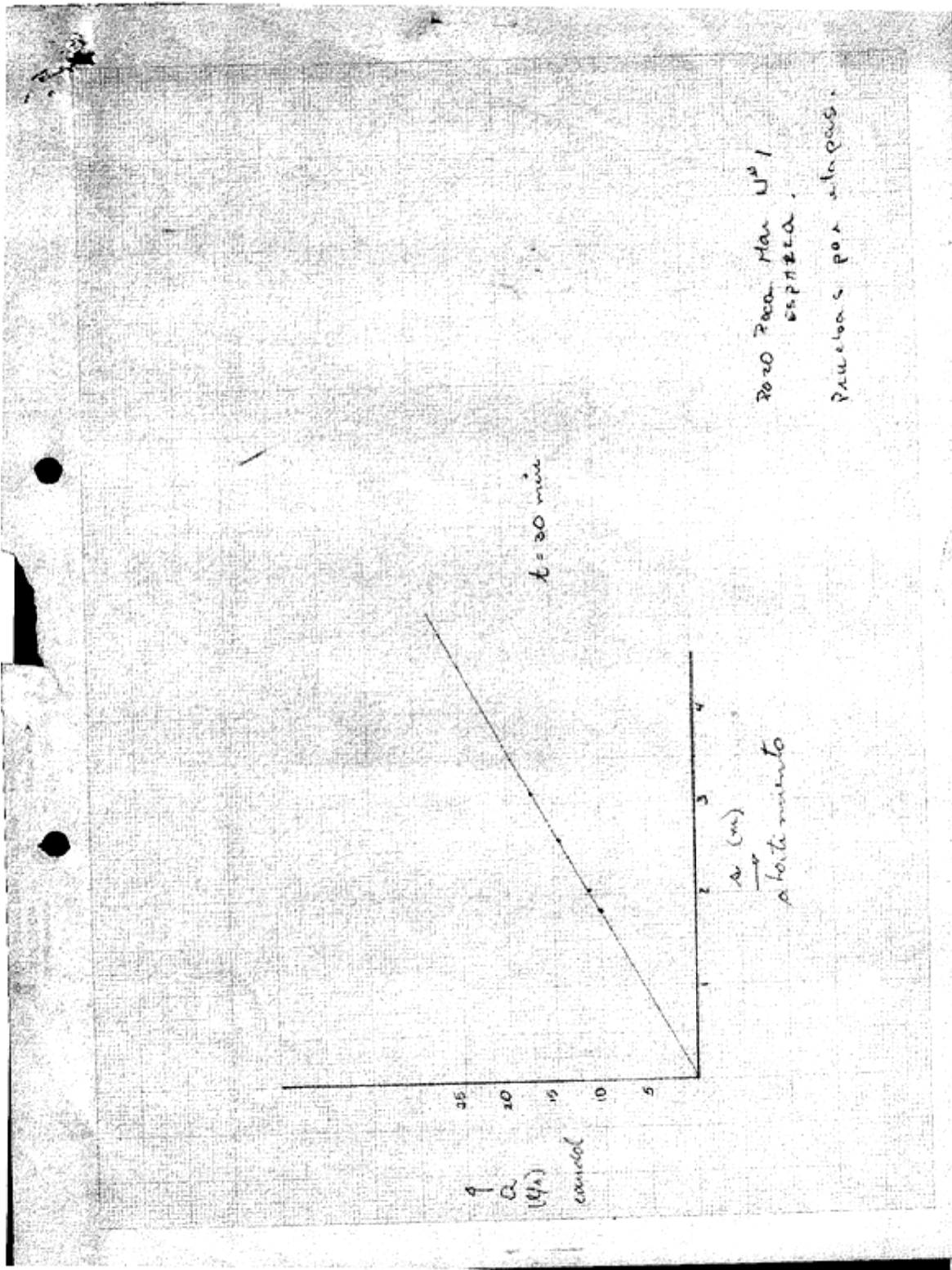
PROYECTO _____ LUGAR: _____
 POZO N° _____ FECHA: _____
 PROFUNDIDAD _____ DIAMETRO TUDO DESCARGA: _____
 TIPO Y DIAMETRO DE BOMBA: _____ DIAMETRO VERTEDERO: _____
 PROFUNDIDAD CAMARA DE SOMBEO: _____ PROFUNDIDAD DEL POZO: _____

HORA	TIEMPO DEBIDO EL INICIO		ALTURA DE BURBUJA	PROFUNDIDAD AL AGUA	ABATIMIENTO O RECUPERACION	CAUDAL	OBSERVACIONES
	m.	p.m.					
	25	1825	30	7.33	2.53	11.480	
	30	1830		7.34	2.54		
	40	1840		7.34	2.54		
	50	1850		7.32	2.52		
	60	1860		7.36	2.56		
	75	1875		7.36	2.56		
	90	1890		7.40	2.6		
	105	1905		7.40	2.6		
	120	1920		7.40	2.6		
	150	1950		7.40	2.6		
	160	1940		7.40	2.6		
	210	2010		7.40	2.6		
	240	2040		7.40	2.6		
	300	2100		7.40	2.6		
	360	2160		7.40	2.6		
	420	2220		7.40	2.6		
	460	2240		7.40	2.6		
	540	2340		7.40	2.6		
	600	2400		7.40	2.6		
	660	2460		7.40	2.6		
	720	2520		7.40	2.6		
	780	2580		7.40	2.6		
	840	2640		7.40	2.6		
	900	2700		7.40	2.6		

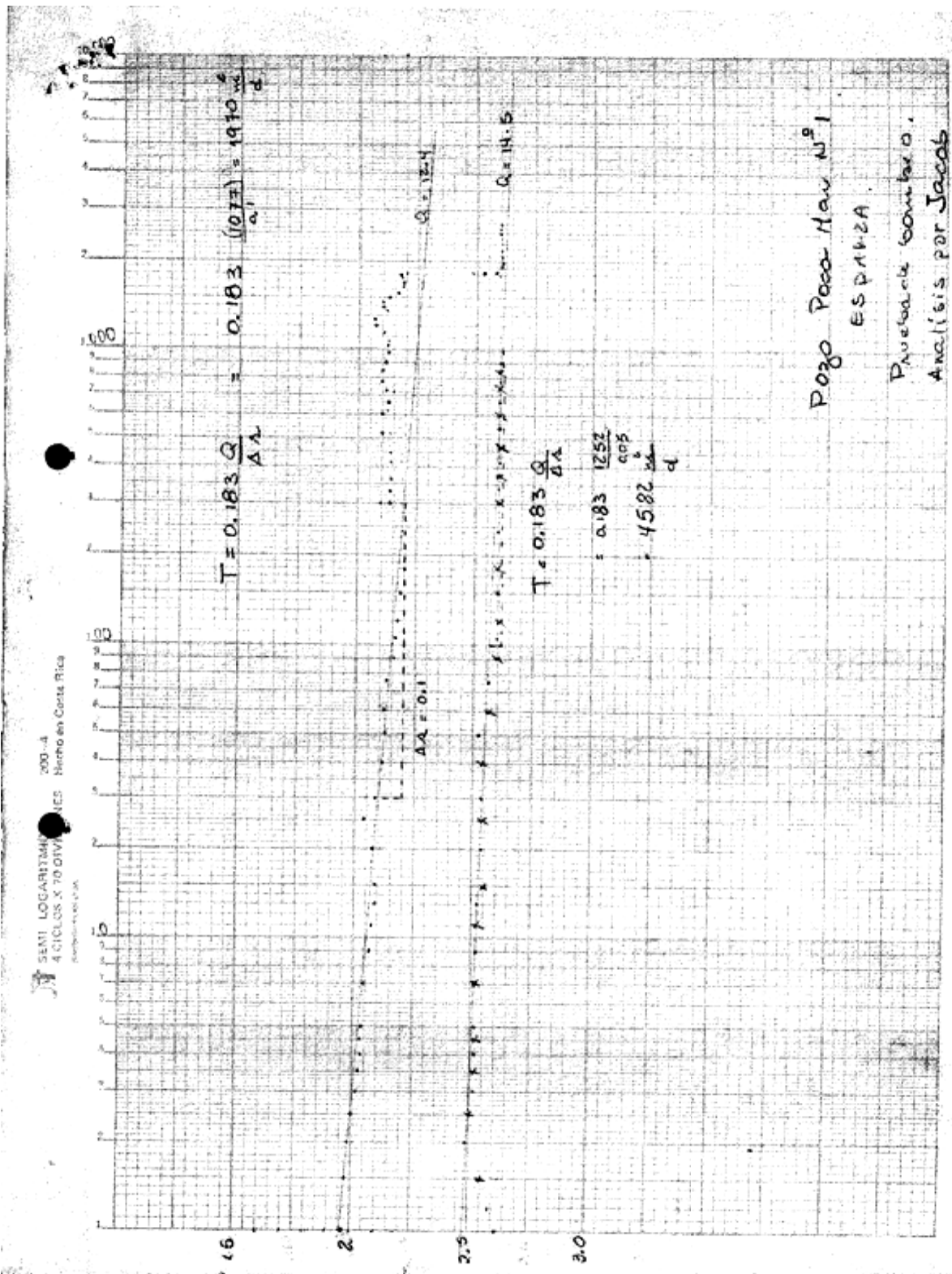
MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 MEDIDAS HECHAS POR _____ DE LAS _____ A LAS _____ HRS
 SUPERVISION REALIZADA POR _____

5/6

Detalle Pozo BC-185



Detalle Pozo BC-185



Detalle Pozo BC-185

Lista de Pozos registrados en la Dirección de Aguas del MINAE y SENARA, sector de Barranca.

POZO	ESTE (m)	NORTE (m)	PROP	PROF (m)	NF (m)	Q.P (l/s)	Q. REC (l/s)	TRANS (m ² /día)	USO	LITOLOGÍA	REJILLA
BC-185	459200	219600	AYA	23	4.8	12.47	ND	1970	Abast. Publico	No tiene	0-9.5 m tubo ciego / 9.5-21.5 rejilla Johnson / 21.5-23 tubo ciego
BC-407	459900	218600	EURO INVERSIONES INMOBILIARIA	83	19.54	1.5	ND	30	Urbanistico	0,00-2,00 arcilla color café p.a. baja / 2,00-36,00 lahar bloques muy grandes de lava guijarros y gravas con poca arena, en matriz de arcilla p.a. baja / 36,00-82,00 se alternan areniscas y lutitas de la formación punta carballo baja a media per.de tipo secundario / 82,00-83,00 arcilla rojiza p.a. muy baja	1 - Tubería de acero de 203 mm de diámetro interior (8") y de 6.3 mm de espesor de pared (3/4") con ranuras de los 22 a los 31 metros de profundidad. 2 - Tubería de acero de 152 mm de diámetro interior (6") y de 4.7 mm de espesor de pared (3/16") con ranuras entre los 31 y 48 metros de profundidad.
BC-585	458800	217800	EURO INV.INMOBILIARIAS S.A.	90	34.64	2.2	ND	78	Turístico	0,00-28,00 formación esparza compuesta por una matriz arcillosa que engloba numerosos cantos redondeados perm. Baja / 28,00-88,00 ignimbritas con abundantes fiamesperm.ap.mediafmorotina / 88,00-90,00 roca sedimentaria posiblemente corresponde a la fm punta carballo alta dureza	0-50 Tubo Ciego / 50-90 tubería PVC Ranurada SCN-40, 150 mm
BC-654	460400	219300	ADOLFO CAMPOS SUAREZ	80	20	3	ND	ND	Domest-riego	0,00-12,00 aluvion grueso / 12,00-80,00 lavas grises muy duras de perforar fracturadas al fondo	0-50 tubo ciego (52 mm) / 50-80 Tubo PVC 152 mm SDR26 Ranurado

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

BC-700	459000	219300	AYA	27	12	0	ND	ND	Abast. Publico	0,00-12,00 arenas y gravas gruesas aluvion grueso en terraza aluvial del rio / 12,00-16,00 aluvion grueso con matriz arenosa, muy buena permeabilidad / 16,00-17,00 arenas con arcilla / 17,00-22,00 aluvion grueso con arena, clastos con patinas de oxido, buena permeabilidad / 22,00-23,00 arena arcillosa color verde baja permeabilidad / 23,00-27,00 arenisca-lutitas masivas muy duras, color verde oscuro, basamento fm esparza	0-12 Tubo SDR26 / 12-21 rejilla slot 40 / 21-25 tubo SDR 26.
BC-928	459886	218050	ADELIN A BRENES BLANCO	60	28	0.15	ND	ND	Doméstico	0,00-8,00 suelo con cantos heterogeneos baja permeabilidad aparente / 8,00-32,00 material muy heterogeneo p.a. Baja hay lentes con aporte de agua / 32,00-74,00 paquetes metricos de arniscas consolidadas esta secuencia presenta fracturamientos por tetonismo es mejor estrato productor de agua con nivel principal a los 28 mts	0-32 sello sanitario en concreto de 2.5 m con tuberia ciega de 6" PVC SRD26 en su interior hasta los 32. / 32-74 Tubería ranurada de 6" en PVC SRD26

BC-983	460535	219869	LOS CENIZAS, S.A.	70	2.39	1.03	ND	29	Varios	0,00-11,00 arenisca sana, grano fino a grueso, gris oscuro a marron oscuro / 11,00-18,00 lutita, sana, partes marron y partes gris plomo, bien sementada / 18,00-25,00 similar a 0,00-11,00 / 25,00-47,00 arenisca sana, color gris grano medio a grueso / 47,00-54,00 arenisca sana, grano grueso, bien sementada / 54,00-65,00 arenisca sana gris, grano medio a grueso	0-33 Tuberiacieda PVC 152 mm diámetro (6") SDR 26 / 33-54 Tuberiaranurada PVC 152 mm diámetro (6") SDR 26. Abertura de ranura 1 a 1.5 m Se instalaron 60 m de tubería PVC de 19 mm de diámetro para la medición de los niveles de agua. Tubería de encamisado con unión de campana sin pintura protectora. Empaque de grava con tamaños de 9 a 12.7 mm principalmente lávicos, densidad 2.8 g/cm ³
BC-122	460250	220100	AYA	31	4.25	ND	6.5	ND	Abast.pUBLICO	0,00-26,00 aluvion grueso / 26,00-28,00 arcilla aluvion / 28,00-30,00 basamento	NO DATO
BC-187	459500	219650	AYA	31	ND			ND	Abast.pUBLICO	0,00-5,00 aluvion con arcillas pocamar 1 / 5,00-19,00 aluvion con arenas medias / 19,00-23,00 grava con arena pocamar 2 / 0,00-7,00 aluvion grande con arcilla / 7,00-27,00 aluvion con arenas medias / 27,00-31,70 grava con arenas pocamar 3 / 0,00-6,50 aluvion grande con arcilla / 6,50 28,00 aluvion grande con arcillas / 28,00-31,00 gravas arenas finas	NO DATO
BC-196	457400	218800	EMPACADO CARNE	32.03	5.77	27.13	25	ND	Industrial	Nd	NO DATO

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

BC-202	457300	218600	INOLAS A	30	3	ND	ND	ND	Industrial	0,00-30,00 aluviones gruesos, bloques y grava en matriz de arena de alta permeabilidad aparente. No se localizaron horizontes arcillosos	NO DATO
BC-213	458050	219900	ASOC.HI JOS DE NUESTRA SEÑORA	60	ND	0.50	0.5	ND	Domestico	0,00-31,00 material heterogeneo / 31,00-60,00 arenisca	NO DATO
BC-22	457900	219150	C.N.P.	24.3	9.14	ND	3.66	ND	Domestico	0,00-8,00 grava y arena gruesa / 8,00-12,00 bloques de andesita / 12,00-18,00 grava / 18,00-22,00 arena gruesa / 22,00-25,00 bloques de lava andesitica	NO DATO
BC-246	460650	219800	TECNOL OGIA DE TIBURO N	30	3	1.00	1.3	ND	Industrial	0,00-27,00 aluvion p.a. media / 27,00-30,00 lutita p.a. media a baja	NO DATO
BC-366	459800	218930	EURO INV.IN MOBILI ARIAS, S.A.	45	29.5	ND	ND	ND	Domestico	0,00-3,00 arcillas p.a muy baja / 3,00-14,00 bloques de varios tamaños p.a baja / 14,00-45,00 materiales lutiticos y arenosos p.a. media	NO DATO

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



BC-86	457400	218700	C.N.P.	25	7.05	ND	ND	ND	Industrial	0,00-16,00 grava gruesa / 16,00-25,00 grava arenosa	NO DATO
BC-89	460300	219800	AYA	25	3.7	5.70	5	ND	Abast.pUBLICO	0,00-1,00 suelo arenoso arcilloso/ 1,00-3,00 grava arcillosa/ 3,00-14,00 grava gruesa/14,00-19,00 grava/ 19,00-20,00 zona de contacto entre aluvion y el basamento/20,00-25,00 calcarenita de grano grueso	NO DATO
BC-90	458000	217350	RODRIG O TREJOS	29	2.35	ND	ND	ND	Sin dato	1,00-3,00 suelo vegetal / 3,00-17,00 arcilla color café / 17,00-23,00 aluvion material heterogeneo / 23,00-28,00 arcilla color gris	NO DATO
BC-92	457300	218650	ZONA FRANCA	25	9	ND	ND	ND	Industrial	0,00-9,00 grava con arena y arcilla / 9,00-18,00 grava gruesa gris / 18,00-20,00 arena con grava / 20,00-25,00 grava arenosa	NO DATO
BC-948	460772	219257	CAMPO S ESPAMAR, S.A.	80	27.7	2	0	2.53	Domestico	0,00-37,00 lahar conformado por cantos heterogeneos, sano y algo silificados , dentro de una matriz arcillosa color café claro a rojizo. Con baja p.a. / 37,00-80,00 areniscas de grano fino y color café claro en muestras alteradas y gris celeste en superficies sanas. Relativamente sana, algo dura a la perforación, ligeramente calcareas, con vetillas de calcita, baja p.a.y leve porosidad secundaria	0-30 tubería plástica sin ranurar de 6" de diametro y cédula SDR-26 / 30-80 Tubería plástica ranurada de 6" de diametro y cédula SDR-26
BC-633	459674	219063	AGENCI AS DE VIAJES FAYTUR, S.A.	80	32	1.50	1.5	0	Domest-riego	0,00-34,00 coluvio constituido por cantos heterogeneos dentro de una matriz arcillosa de color café rojizo con baja p.a. / 34,00-38,00 arcilla de color gris verdoso, plastica, maleable y con baja permeabilidad aparente / 38,00-80,00 areniscas de grano fino y color gris celeste, relativamente sanas, duras y con moderada p.a. a los 75,0 mts de profundidad hay una zona fracturada la cual tiene mucha importancia en el aporte de agua	0-40 tubería plástica sin ranurar de 6" de diametro y cédula SCH-40 / 40-80 tubería plástica ranurada de 6" de diámetro y cédula SCH-40

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

BC-647	458900	219200	AYA	27	6.8	14.00	10.0 1	ND	Abast.publico	0-12 arenas y gravas gruesas, aluvion grueso depositado en terraza aluvial del río barranca / 12-16 aluvion grueso con matriz arenosa muy buena permeabilidad / 16-17 arenas con arcilla / 17-22 aluvion grueso con arena, clastos cm con patinas de oxido, buena permeabilidad / 22-23 arena arcillosa color verde oscura baja permeabilidad / 23-27 areniscas-lutita masiva, muy dura color verdoso oscuro, basamento formación esparza	0-12 Tubo PVC SDR26 ciego / 12-21 Rejilla Slot 40 / 21-24 tubo PVC SDR 26 ciego
BC-700	458970	219280	AYA	24	6.53	24.00	55.1	ND	Abast.publico	0-9- aluvion sucio / 9-23 aluviones gruesos con matriz arenosa, limpia / 23-24 arcilla plastica	0-12 Tubo SDR26 / 12-21 rejilla slot 40 / 21-25 tubo SDR 26.

ANEXO N° 2
RESULTADOS LABORATORIO DEL INTA, MAG.
LOS RESULTADOS DE POROSIDAD DE LOS POZOS
SE REGISTRAN COMO

- **P1, POZO 1 (13-14)**
- **P2, POZO 2 (13-20)**

 <small>Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria</small>	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS Laboratorio de Suelos Tel-Fax: 2278-0514; e-mail: labsuelos@inta.go.cr	LDS F 17 
---	--	--

NOMBRE: **TECNOAMBIENTE CENTROAMERICANO S.A.**
 LUGAR: **BARRANCA, PUNTARENAS**

FECHA: 29/07/2015

FAX: **2215-2003**

INFORME #:

IDENT.		D.aparente	D.Real	Porosidad	
# LAB.	#CAMPO	(gr/cc)	(gr/cc)	(%)	
3450	Puntarenas	1,18	2,23	47,09	P1-P1 (POZO 1)
3451	Puntarenas	1,15	2,21	47,96	P1-P2 (POZO 1)
3452	Puntarenas	1,21	2,26	46,46	P1-P3 (POZO 1)
3447	Puntarenas	1,150	2,210	47,960	P2-P1 (POZO 2)
3448	Puntarenas	1,120	2,220	49,550	P2-P2 (POZO 2)
3449	Puntarenas	1,160	2,190	47,030	P2-P3 (POZO 2)


 Ing. Alexis Vargas Villagra

INTA-BARRANCA

ANEXO N° 3

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD

PROYECTO: AyA BARRANCA POZO 1 (P1 - P1)

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 4
BARRANCA POZO 1 - P1**

Este (m)	459048.0
Fecha:	08/07/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	115.0
H1 (cm)	11.0
H2 (cm)	4.8
r (cm)	8.6
k (cm/min)	0.0194705

Norte (m)	219268.0
Hora:	
t1 (s)	0.0
t2 (s)	6900.0
H1 (mm)	110.0
H2 (mm)	48.0
r (mm)	86.3
k (mm/s)	0.0032451

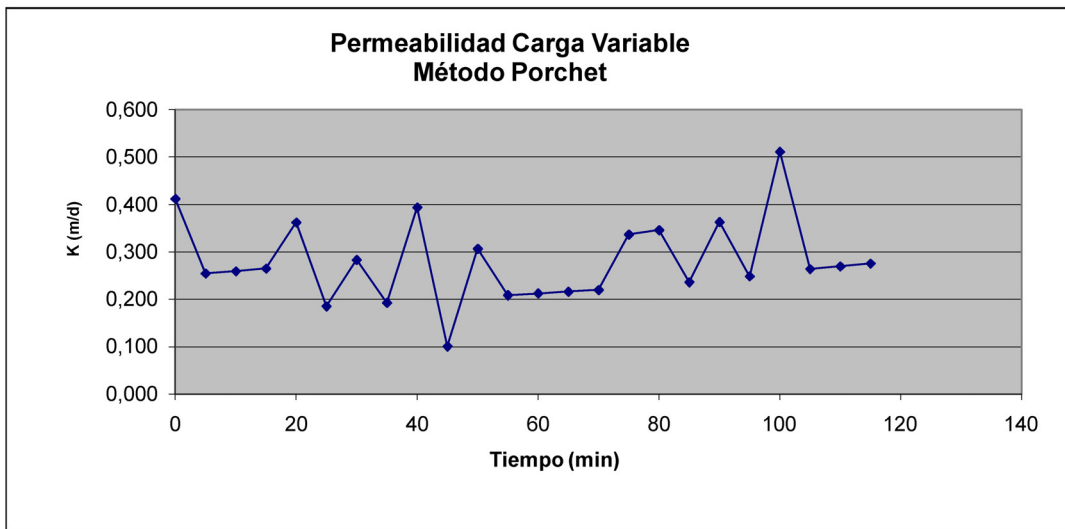
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0799	t2 (seg)	6900.00
H1 (m)	0.1100	H1 (cm)	11.00
H2 (m)	0.0480	H2 (cm)	4.80
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	0.2803746	k (cm/seg)	0.0003245
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	11.0	10.50	8.63	0.0286452	0.0047742	0.4124906	0.0004774
5	10	10.5	10.20	8.63	0.0176549	0.0029425	0.2542305	0.0002942
10	15	10.2	9.90	8.63	0.0180236	0.0030039	0.2595402	0.0003004
15	20	9.9	9.60	8.63	0.0184081	0.0030680	0.2650765	0.0003068
20	25	9.6	9.20	8.63	0.0251713	0.0041952	0.3624668	0.0004195
25	30	9.2	9.00	8.63	0.0128664	0.0021444	0.1852766	0.0002144
30	35	9.0	8.70	8.63	0.0196666	0.0032778	0.2831995	0.0003278
35	40	8.7	8.50	8.63	0.0133646	0.0022274	0.1924498	0.0002227
40	45	8.5	8.10	8.63	0.0273665	0.0045611	0.3940782	0.0004561
45	50	8.1	8.00	8.63	0.0069794	0.0011632	0.1005036	0.0001163
50	55	8.0	7.70	8.63	0.0212834	0.0035472	0.3064816	0.0003547
55	60	7.7	7.50	8.63	0.0144863	0.0024144	0.2086025	0.0002414
60	65	7.5	7.30	8.63	0.0147336	0.0024556	0.2121639	0.0002456
65	70	7.3	7.10	8.63	0.0149895	0.0024983	0.2158491	0.0002498
70	75	7.1	6.90	8.63	0.0152545	0.0025424	0.2196646	0.0002542
75	80	6.9	6.60	8.63	0.0233995	0.0038999	0.3369533	0.0003900
80	85	6.6	6.30	8.63	0.0240517	0.0040086	0.3463448	0.0004009
85	90	6.3	6.10	8.63	0.0164151	0.0027359	0.2363780	0.0002736
90	95	6.1	5.80	8.63	0.0252234	0.0042039	0.3632173	0.0004204
95	100	5.8	5.60	8.63	0.0172347	0.0028725	0.2481800	0.0002872
100	105	5.6	5.20	8.63	0.0355377	0.0059230	0.5117429	0.0005923
105	110	5.2	5.00	8.63	0.0183331	0.0030555	0.2639972	0.0003056
110	115	5.0	4.80	8.63	0.0187311	0.0031218	0.2697274	0.0003122
115	120	4.8	4.60	8.63	0.0191467	0.0031911	0.2757118	0.0003191
					0.0183577	0.0030596	0.2801803	0.0003060



PROYECTO: AyA BARRANCA POZO 1 (P1 - P2)

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 5
BARRANCA POZO 1 - P2**

Este (m)	458879.0
Fecha:	08/07/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	15.0
H1 (cm)	15.0
H2 (cm)	11.4
r (cm)	8.6
k (cm/min)	0.0593359

Norte (m)	219308.0
Hora:	
t1 (s)	0.0
t2 (s)	900.0
H1 (mm)	150.0
H2 (mm)	114.0
r (mm)	86.3
k (mm/s)	0.0098893

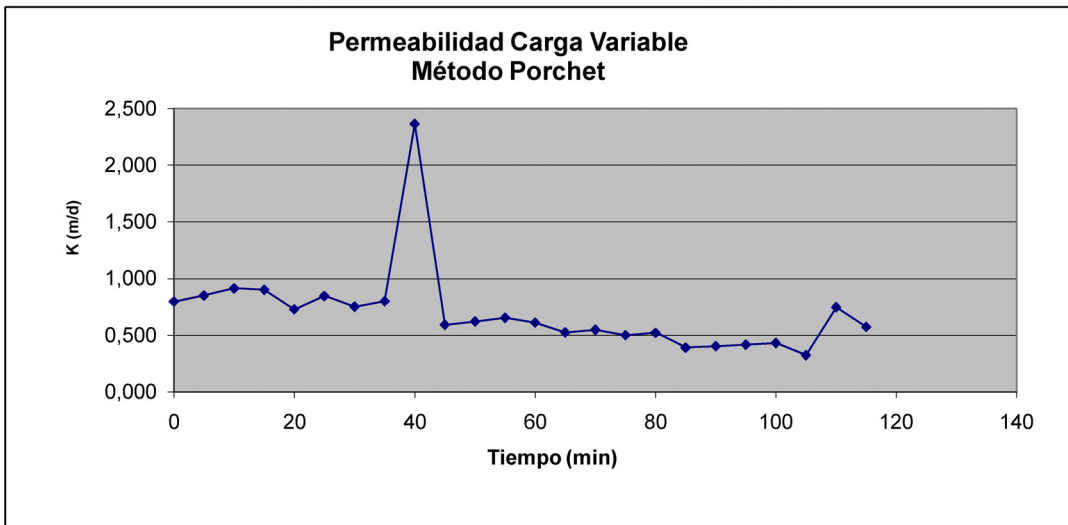
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0104	t2 (seg)	900.00
H1 (m)	0.1500	H1 (cm)	15.00
H2 (m)	0.1140	H2 (cm)	11.40
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	0.8544376	k (cm/seg)	0.0009889
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	15.0	13.80	8.63	0.0553543	0.0092257	0.7971014	0.0009226
5	10	13.8	12.60	8.63	0.0591496	0.0098583	0.8517543	0.0009858
10	15	12.6	11.40	8.63	0.0635040	0.0105840	0.9144572	0.0010584
15	20	11.4	10.30	8.63	0.0626256	0.0104376	0.9018080	0.0010438
20	25	15.0	13.90	8.63	0.0506034	0.0084339	0.7286883	0.0008434
25	30	13.9	12.70	8.63	0.0588136	0.0098023	0.8469152	0.0009802
30	35	12.7	11.70	8.63	0.0522715	0.0087119	0.7527096	0.0008712
35	40	11.7	10.70	8.63	0.0556429	0.0092738	0.8012572	0.0009274
40	45	10.7	8.10	8.63	0.1640945	0.0273491	2.3629610	0.0027349
45	50	15.0	14.10	8.63	0.0411793	0.0068632	0.5929818	0.0006863
50	55	14.1	13.20	8.63	0.0432431	0.0072072	0.6227008	0.0007207
55	60	13.2	12.30	8.63	0.0455248	0.0075875	0.6555566	0.0007587
60	65	12.3	11.50	8.63	0.0425865	0.0070977	0.6132456	0.0007098
65	70	15.0	14.20	8.63	0.0365056	0.0060843	0.5256803	0.0006084
70	75	14.2	13.40	8.63	0.0381183	0.0063530	0.5489029	0.0006353
75	80	13.4	12.70	8.63	0.0347931	0.0057988	0.5010203	0.0005799
80	85	12.7	12.00	8.63	0.0362550	0.0060425	0.5220714	0.0006042
85	90	15.0	14.40	8.63	0.0272334	0.0045389	0.3921609	0.0004539
90	95	14.4	13.80	8.63	0.0281209	0.0046868	0.4049405	0.0004687
95	100	13.8	13.20	8.63	0.0290681	0.0048447	0.4185812	0.0004845
100	105	13.2	12.60	8.63	0.0300815	0.0050136	0.4331731	0.0005014
105	110	15.0	14.50	8.63	0.0226344	0.0037724	0.3259353	0.0003772
110	115	14.5	13.40	8.63	0.0519894	0.0086649	0.7486479	0.0008665
115	120	13.4	12.60	8.63	0.0398800	0.0066467	0.5742725	0.0006647
					0.0611225	0.0101871	0.7015635	0.0010187



PROYECTO: AyA BARRANCA POZO 1 (P1 - P3)

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 6
BARRANCA POZO 1 - P3**

Este (m)	459131.0
Fecha:	08/07/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	115.0
H1 (cm)	13.0
H2 (cm)	7.4
r (cm)	8.6
k (cm/min)	0.0146599

Norte (m)	219288.0
Hora:	
t1 (s)	0.0
t2 (s)	6900.0
H1 (mm)	130.0
H2 (mm)	74.0
r (mm)	86.3
k (mm/s)	0.0024433

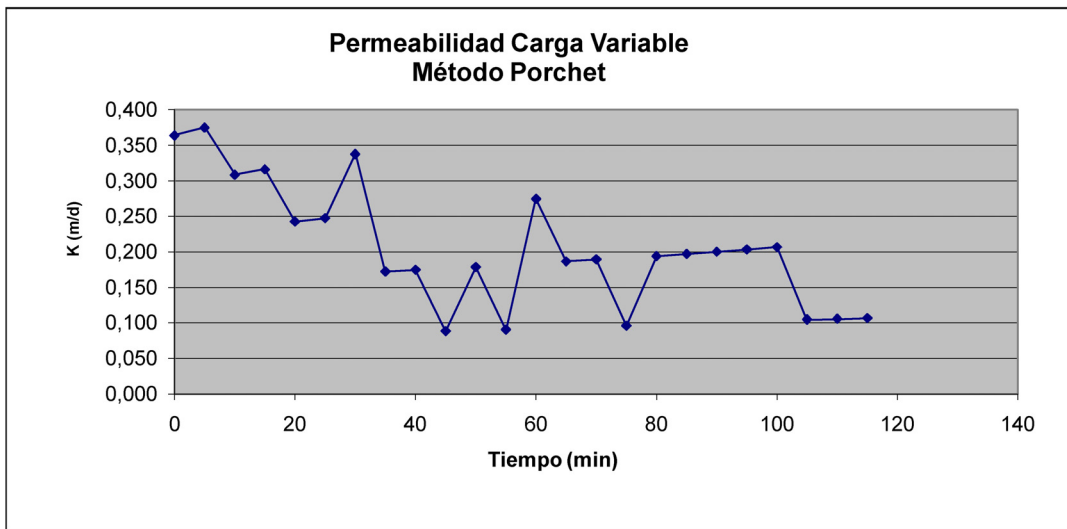
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0799	t2 (seg)	6900.00
H1 (m)	0.1300	H1 (cm)	13.00
H2 (m)	0.0740	H2 (cm)	7.40
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	0.2111020	k (cm/seg)	0.0002443
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	13.0	12.50	8.63	0.0252875	0.0042146	0.3641397	0.0004215
5	10	12.5	12.00	8.63	0.0260509	0.0043418	0.3751326	0.0004342
10	15	12.0	11.60	8.63	0.0214221	0.0035704	0.3084788	0.0003570
15	20	11.6	11.20	8.63	0.0219675	0.0036612	0.3163314	0.0003661
20	25	11.2	10.90	8.63	0.0168505	0.0028084	0.2426475	0.0002808
25	30	10.9	10.60	8.63	0.0171861	0.0028643	0.2474798	0.0002864
30	35	10.6	10.20	8.63	0.0234605	0.0039101	0.3378312	0.0003910
35	40	10.2	10.00	8.63	0.0119738	0.0019956	0.1724232	0.0001996
40	45	10.0	9.80	8.63	0.0121423	0.0020237	0.1748492	0.0002024
45	50	9.8	9.70	8.63	0.0061358	0.0010226	0.0883559	0.0001023
50	55	9.7	9.50	8.63	0.0124041	0.0020673	0.1786190	0.0002067
55	60	9.5	9.40	8.63	0.0062696	0.0010449	0.0902815	0.0001045
60	65	9.4	9.10	8.63	0.0190867	0.0031811	0.2748479	0.0003181
65	70	9.1	8.90	8.63	0.0129631	0.0021605	0.1866682	0.0002161
70	75	8.9	8.70	8.63	0.0131608	0.0021935	0.1895149	0.0002193
75	80	8.7	8.60	8.63	0.0066564	0.0011094	0.0958524	0.0001109
80	85	8.6	8.40	8.63	0.0134689	0.0022448	0.1939517	0.0002245
85	90	8.4	8.20	8.63	0.0136824	0.0022804	0.1970267	0.0002280
90	95	8.2	8.00	8.63	0.0139028	0.0023171	0.2002009	0.0002317
95	100	8.0	7.80	8.63	0.0141305	0.0023551	0.2034790	0.0002355
100	105	7.8	7.60	8.63	0.0143657	0.0023943	0.2068662	0.0002394
105	110	7.6	7.50	8.63	0.0072735	0.0012123	0.1047389	0.0001212
110	115	7.5	7.40	8.63	0.0073354	0.0012226	0.1056292	0.0001223
115	120	7.4	7.30	8.63	0.0073982	0.0012330	0.1065347	0.0001233
					0.0169413	0.0028236	0.2067450	0.0002824



PROYECTO: AyA BARRANCA POZO 2 (P2 - P1)

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 1
BARRANCA POZO 2- P1**

Este (m)	459055.0
Fecha:	08/07/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	25.0
H1 (cm)	120.0
H2 (cm)	6.9
r (cm)	8.6
k (cm/min)	0.4152008

Norte (m)	219323.0
Hora:	10:00 a.m.
t1 (s)	0.0
t2 (s)	1500.0
H1 (mm)	1200.0
H2 (mm)	69.0
r (mm)	86.3
k (mm/s)	0.0692001

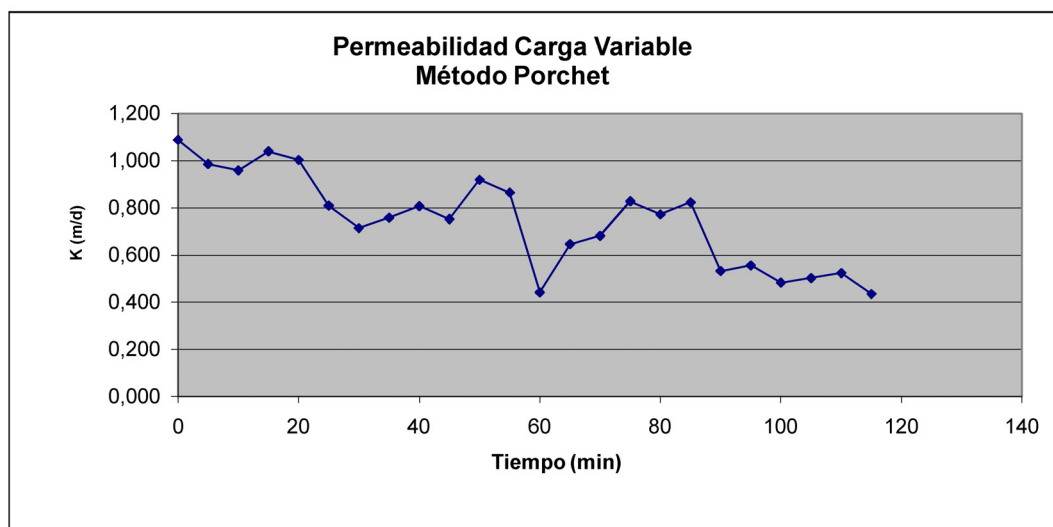
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0174	t2 (seg)	1500.00
H1 (m)	1.2000	H1 (cm)	120.00
H2 (m)	0.0690	H2 (cm)	6.90
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	5.9788912	k (cm/seg)	0.0069200
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	10.0	8.80	8.63	0.0755568	0.0125928	1.0880178	0.0012593
5	10	8.8	7.80	8.63	0.0684465	0.0114077	0.9856293	0.0011408
10	15	7.8	6.90	8.63	0.0666169	0.0111028	0.9592827	0.0011103
15	20	6.9	6.00	8.63	0.0721926	0.0120321	1.0395728	0.0012032
20	25	6.0	5.20	8.63	0.0696697	0.0116116	1.0032435	0.0011612
25	30	5.2	4.60	8.63	0.0562109	0.0093685	0.8094363	0.0009368
30	35	10.0	9.20	8.63	0.0496292	0.0082715	0.7146604	0.0008272
35	40	9.2	8.40	8.63	0.0526583	0.0087764	0.7582802	0.0008776
40	45	8.4	7.60	8.63	0.0560814	0.0093469	0.8075727	0.0009347
45	50	7.6	6.90	8.63	0.0522511	0.0087085	0.7524165	0.0008709
50	55	6.9	6.10	8.63	0.0638664	0.0106444	0.9196761	0.0010644
55	60	6.1	5.40	8.63	0.0600441	0.0100073	0.8646348	0.0010007
60	65	10.0	9.50	8.63	0.0306822	0.0051137	0.4418240	0.0005114
65	70	9.5	8.80	8.63	0.0448746	0.0074791	0.6461938	0.0007479
70	75	8.8	8.10	8.63	0.0473366	0.0078894	0.6816468	0.0007889
75	80	8.1	7.30	8.63	0.0574827	0.0095805	0.8277516	0.0009580
80	85	7.3	6.60	8.63	0.0536435	0.0089406	0.7724670	0.0008941
85	90	6.6	5.90	8.63	0.0572003	0.0095334	0.8236843	0.0009533
90	95	10.0	9.40	8.63	0.0369518	0.0061586	0.5321055	0.0006159
95	100	9.4	8.80	8.63	0.0386050	0.0064342	0.5559123	0.0006434
100	105	8.8	8.30	8.63	0.0335448	0.0055908	0.4830457	0.0005591
105	110	8.3	7.80	8.63	0.0349016	0.0058169	0.5025837	0.0005817
110	115	7.8	7.30	8.63	0.0363729	0.0060621	0.5237690	0.0006062
115	120	7.3	6.90	8.63	0.0302440	0.0050407	0.4355137	0.0005041
					0.0595312	0.0099219	0.7470384	0.0009922



PROYECTO: AyA BARRANCA POZO 2 (P2 - P2)

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 2
BARRANCA POZO 2 - P2**

Este (m)	459057.0
Fecha:	08/07/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	40.0
H1 (cm)	13.0
H2 (cm)	5.2
r (cm)	8.6
<hr/>	
k (cm/min)	0.0645852

Norte (m)	219377.0
Hora:	
t1 (s)	0.0
t2 (s)	2400.0
H1 (mm)	130.0
H2 (mm)	52.0
r (mm)	86.3
<hr/>	
k (mm/s)	0.0107642

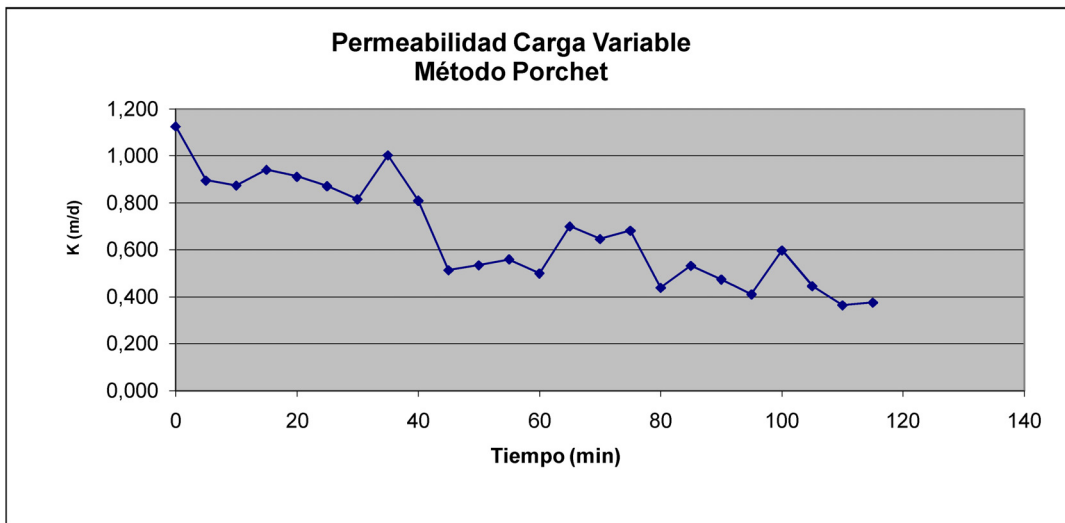
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0278	t2 (seg)	2400.00
H1 (m)	0.1300	H1 (cm)	13.00
H2 (m)	0.0520	H2 (cm)	5.20
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	0.9300263	k (cm/seg)	0.0010764
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	13.0	11.50	8.63	0.0782002	0.0130334	1.1260823	0.0013033
5	10	11.5	10.40	8.63	0.0622149	0.0103692	0.8958952	0.0010369
10	15	10.4	9.40	8.63	0.0607356	0.0101226	0.8745923	0.0010123
15	20	9.4	8.40	8.63	0.0653358	0.0108893	0.9408350	0.0010889
20	25	8.4	7.50	8.63	0.0633550	0.0105592	0.9123117	0.0010559
25	30	7.5	6.70	8.63	0.0605066	0.0100844	0.8712950	0.0010084
30	35	6.7	6.00	8.63	0.0566636	0.0094439	0.8159555	0.0009444
35	40	6.0	5.20	8.63	0.0696697	0.0116116	1.0032435	0.0011612
40	45	5.2	4.60	8.63	0.0562109	0.0093685	0.8094363	0.0009368
45	50	13.0	12.30	8.63	0.0356137	0.0059356	0.5128367	0.0005936
50	55	12.3	11.60	8.63	0.0371468	0.0061911	0.5349144	0.0006191
55	60	11.6	10.90	8.63	0.0388180	0.0064697	0.5589789	0.0006470
60	65	10.9	10.30	8.63	0.0347214	0.0057869	0.4999883	0.0005787
65	70	10.3	9.50	8.63	0.0485812	0.0080969	0.6995698	0.0008097
70	75	9.5	8.80	8.63	0.0448746	0.0074791	0.6461938	0.0007479
75	80	8.8	8.10	8.63	0.0473366	0.0078894	0.6816468	0.0007889
80	85	13.0	12.40	8.63	0.0304351	0.0050725	0.4382658	0.0005073
85	90	12.4	11.70	8.63	0.0369198	0.0061533	0.5316448	0.0006153
90	95	11.7	11.10	8.63	0.0329534	0.0054922	0.4745292	0.0005492
95	100	11.1	10.60	8.63	0.0284563	0.0047427	0.4097701	0.0004743
100	105	10.6	9.90	8.63	0.0414841	0.0069140	0.5973714	0.0006914
105	110	9.9	9.40	8.63	0.0309020	0.0051503	0.4449885	0.0005150
110	115	13.0	12.50	8.63	0.0252875	0.0042146	0.3641397	0.0004215
115	120	12.5	12.00	8.63	0.0260509	0.0043418	0.3751326	0.0004342
					0.0553225	0.0092204	0.6674841	0.0009220



PROYECTO: AyA BARRANCA POZO 2 (P2 - P3)

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD # 3
BARRANCA POZO 2 - P3**

Este (m)	459017.0
Fecha:	08/07/2015
t1 (min)	0.0
t2 (min)	5.0
H1 (cm)	12.0
H2 (cm)	8.2
r (cm)	8.6
k (cm/min)	0.2288305

Norte (m)	219344.0
Hora:	
t1 (s)	0.0
t2 (s)	300.0
H1 (mm)	120.0
H2 (mm)	82.0
r (mm)	86.3
k (mm/s)	0.0381384

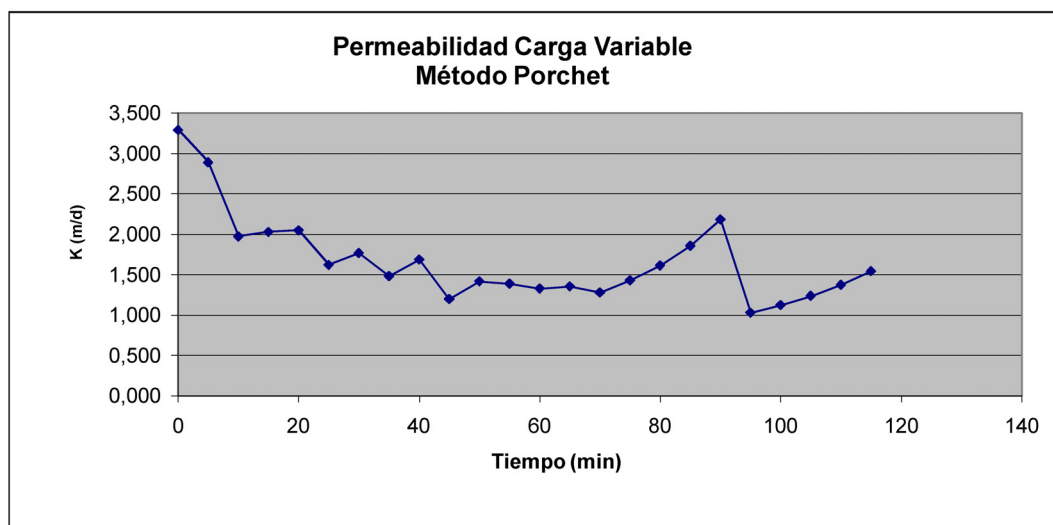
t1 (d)	0.0000	t1 (seg)	0.00
t2 (d)	0.0035	t2 (seg)	300.00
H1 (m)	0.1200	H1 (cm)	12.00
H2 (m)	0.0820	H2 (cm)	8.20
r (m)	0.0863	r (cm)	8.63

FORMULA APLICADA

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

k (m/d)	3.2951591	k (cm/seg)	0.0038138
---------	-----------	------------	-----------

T1 (min)	T2 (min)	H1 (cm)	H2 (cm)	Radio (cm)	k (cm/min)	k (mm/s)	k (m/d)	k (cm/seg)
0	5	12.0	8.20	8.63	0.2288305	0.0381384	3.2951591	0.0038138
5	10	8.2	5.60	8.63	0.2009747	0.0334958	2.8940359	0.0033496
10	15	12.0	9.60	8.63	0.1373184	0.0228864	1.9773854	0.0022886
15	20	9.6	7.50	8.63	0.1411846	0.0235308	2.0330587	0.0023531
20	25	7.5	5.70	8.63	0.1426418	0.0237736	2.0540415	0.0023774
25	30	12.0	10.00	8.63	0.1128605	0.0188101	1.6251918	0.0018810
30	35	10.0	8.10	8.63	0.1228934	0.0204822	1.7696646	0.0020482
35	40	8.1	6.70	8.63	0.1032557	0.0172093	1.4868827	0.0017209
40	45	6.7	5.30	8.63	0.1173107	0.0195518	1.6892740	0.0019552
45	50	12.0	10.50	8.63	0.0832318	0.0138720	1.1985382	0.0013872
50	55	10.5	8.90	8.63	0.0986302	0.0164384	1.4202753	0.0016438
55	60	8.9	7.50	8.63	0.0966410	0.0161068	1.3916306	0.0016107
60	65	7.5	6.30	8.63	0.0924289	0.0154048	1.3309757	0.0015405
65	70	6.3	5.20	8.63	0.0944110	0.0157352	1.3595182	0.0015735
70	75	12.0	10.40	8.63	0.0890767	0.0148461	1.2827051	0.0014846
75	80	10.4	8.80	8.63	0.0993406	0.0165568	1.4305045	0.0016557
80	85	8.8	7.20	8.63	0.1122815	0.0187136	1.6168543	0.0018714
85	90	7.2	5.60	8.63	0.1291063	0.0215177	1.8591311	0.0021518
90	95	5.6	4.00	8.63	0.1518773	0.0253129	2.1870337	0.0025313
95	100	12.0	10.70	8.63	0.0716594	0.0119432	1.0318954	0.0011943
100	105	10.7	9.40	8.63	0.0781529	0.0130255	1.1254020	0.0013025
105	110	9.4	8.10	8.63	0.0859416	0.0143236	1.2375591	0.0014324
110	115	8.1	6.80	8.63	0.0954563	0.0159094	1.3745710	0.0015909
115	120	6.8	5.50	8.63	0.1073432	0.0178905	1.5457414	0.0017891
					0.1290925	0.0215154	1.6757096	0.0021515



ANEXO N° 4
PRUEBAS DE BOMBEO
POZO 1 (13-14)
POZO 2 (13-20)

ANEXO N° 5
RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS Y
BACTERIOLÓGICOS DISPONIBLES EN EL
LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS DEL AYA