

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



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

**DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE LA NACIENTE UBICADA EN CANOAS,
SECTOR DE MILLA FRONTERIZA**



Elaboró: Geól. Christian Delgado Segura

Asistencia campo

Gestor Marvin Gómez Barquero – UEN Gestión Ambiental

Sr. Jeremy Salazar Gutiérrez – Oficina Cantonal de Corredores

Sr. Alexander Alvarado Valverde - Oficina Cantonal de Corredores

Supervisó, revisó y avaló: MSc. Viviana Ramos Sánchez

Dirección del Área Funcional de Hidrogeología

SETIEMBRE, 2016.





**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
-06'00'

Firma: _____

Índice de contenido

1INTRODUCCIÓN	5
1.1 Objetivo General	5
1.2 Objetivos Específicos.....	6
1.3 Ubicación Cartográfica y Contextual	6
2UBICACIÓN DE NACIENTES	6
3GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
3.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	9
3.1.1. Lutitas y areniscas, Formación Térraba.....	9
3.1.2. Debris Flow	11
3.2. Tectónica Regional.....	11
3.2.1. Falla Canoas (N/S).....	11
3.2.2. Estructuras locales	11
3.3. GEOLOGÍA LOCAL	12
3.2.1. Unidad de debris flows:	12
3.2.2. Unidad coluvios	14
4CONDICIONES HIDROGEOLOGÍCAS	15
4.1. Información de pozos.....	15
4.1 Definición de acuíferos	16
4.2. Parámetros hidráulicos del acuífero	16
4.3. Niveles de agua subterránea, direcciones de flujo y gradiente hidráulico.....	17
4.4. Características de la zona no saturada	20
5TIEMPOS DE TRÁNSITO EN LA ZONA NO SATURADA Y SATURADA.....	20
5.1. Distancia para un tiempo de tránsito de 100 días (zona de protección absoluta inmediata) 20	
5.1.1. Zona no saturada	20

5.1.2. Zona saturada Nacientes San Martín.	21
6 CÁLCULO DE LAS ZONAS DE CAPTURA.....	22
6.1. Zona de captura.....	23
Ancho de la zona de captura.....	23
Punto de no retorno.....	23
6.2. Radio fijo	24
6.4. Zona operacional	25
7 ZONA DE PROTECCIÓN ABSOLUTA y ZONA REGULADA	25
8 VULNERABILIDAD EN LA NACIENTE.....	27
9 CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	27
10 CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES	29
11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
12 Anexos	32
Anexo 1: Registro de perforaciones	32
Anexo 2: Pruebas de infiltración	33
Anexo 3: Plano catastro de la propiedad AyA	36
Índice de figuras	
Figura 1: Mapa de Ubicación de la naciente en el sector de Milla Fronteriza.....	8
Figura 2: Mapa geológico del sector de Milla Fronteriza.....	10
Figura 3: Ubicación de la naciente con respecto a Debris Avalanche descrito por Sherrod, D et al, 2007. Tomada de Sherrod et al, 2007.....	13
Figura 4: Mapa de elementos hidrogeológicos	18
Figura 5: Perfil hidrogeológico del área de estudio.....	19
Figura 6: Zona de protección definida para la naciente ubicada en el sector de Milla Fronteriza....	26
Figura 7: Diagrama GOD de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación.	28

Índice de cuadros

Cuadro 1: Nacientes levantadas en el sector de la naciente en Milla Fronteriza en Paso Canoas. ..6	6
Cuadro 2: Descripción de las perforaciones registradas en SENARA15	15
Cuadro 3: Pruebas de infiltración en la zona de la naciente.20	20
Cuadro 4: Cálculo del tiempo de transito en la zona no saturada21	21
Cuadro 5: Cálculo de la distancia horizontal en que se degradarían las bacterias.....22	22
Cuadro 6: Parámetros para el calculo del ancho de la zona de captura de las naciente.....23	23
Cuadro 7: Parametros para el calculo del radio de retorno de la naciente24	24
Cuadro 8: Parámetros para el radio fijo de las naciente.24	24

Índice de fotografías

Fotografía 1: Naciente, coordenadas 279334N /589977E.7	7
Fotografía 2: Conglomerados brechosos del debris flow basculados en la quebrada Abuelo, coordenadas 279698N y 588806E.12	12
Fotografía 3: Debris Flow meteorizados, coordenadas 279331 N y 589977E.14	14
Fotografía 4: Prueba de infiltración 1, coordenadas 279420 N y 590103 E.34	34
Fotografía 5: Prueba de infiltración 2, coordenadas 279350 N y 589983 E.35	35
Fotografía 6: Prueba de infiltración 3, coordenadas 279410 N y 590,049 E.35	35

Índice de gráficas

Gráfica 1: Prueba de infiltración No. 1.....33	33
Gráfica 2: Prueba de infiltración 2.33	33
Gráfica 3: Prueba de infiltración 334	34

DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE LA NACIENTE UBICADA EN CANOAS, SECTOR DE MILLA FRONTERIZA

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio fue realizado en respuesta a la solicitud efectuada mediante por parte de la Presidencia dirigida a la Dirección del Área Funcional de Hidrogeología de la UEN Gestión Ambiental, en donde se solicita el criterio técnico desde el punto de hidrogeológico para delimitar la zona de protección absoluta de una naciente ubicada en el sector de la Milla Fronteriza, en el sector de Paso Canoas. Ante esta solicitud se procedió a realizar una gira de campo para llevar a cabo el levantamiento de la naciente a estudiar, así como pruebas de infiltración y cartografiado geológico alrededor de la zona, para así llevar a cabo los cálculos de rigor necesarios para sustentar este tipo de investigaciones.

El presente informe consiste en: I) Introducción del informe, II) Geología del área de estudio, III) Hidrogeología del área de estudio, IV) Cálculo del tiempo de tránsito de los contaminantes, V) Delimitación de la zona de protección de la fuente en cuestión por medio del método de Grubb, Foster, radio fijo y la referencia de tránsito de contaminantes, VI) Conclusiones & Recomendaciones y VII) Referencias.

En total se levantaron 3 nacientes, de las cuales solamente la Naciente 1 es la fuente de interés en que la zona de protección sea delimitada. Las restantes se identifican para efectos del modelo hidrogeológico.

La gira al sitio fue realizada entre el 16 y el 18 de agosto de 2016 por el Geól. Christian Delgado Segura y el Gestor Marvin Gómez Barquero, ambos del Área Funcional de Hidrogeología. Además de la oficina cantonal de Corredores colaboró en el trabajo el Ing. Alvaro Barrantes y los asistentes Jeremy Salazar Gutiérrez y Alexander Alvarado Valverde.

1.1 Objetivo General

Delimitar la zona de protección para la naciente ubicada en el sector de la Milla Fronteriza de Paso Canoas.

1.2 Objetivos Específicos

- Ubicar la naciente en cuestión y efectuar un diagnóstico hidrogeológico del entorno de la misma.
- Hacer una recopilación de información de pozos cercanos a los pozos de interés (por medio de los registros de pozos de las instituciones pertinentes-SENARA y Departamento de pozos de AyA).
- Determinar el tiempo de tránsito de contaminantes patógenos en el medio acuífero que capta la naciente en mención.
- Representar de forma gráfica, la delimitación de la zona de protección de las nacientes.

1.3 Ubicación Cartográfica y Contextual

La Naciente 1, se localiza en la comunidad de Darizara, distrito de Canoas, cantón Corredores, provincia Puntarenas; específicamente a 1,4 kilómetro al Este del centro comunal, las coordenadas aproximadas son 279334N y 589977E, Costa Rica Lambert Sur, hoja topográfica Canoas (IGN), escala 1:50 000 (Figura 1).

2 UBICACIÓN DE NACIENTES

En el Cuadro 1, se presentan las principales características de las nacientes cartografiadas en la zona de estudio (Fotografía 1).

Cuadro 1: Nacientes levantadas en el sector de la naciente en Milla Fronteriza en Paso Canoas.

Naciente	Coordenadas	Caudal (l/s)	Elevación (msnm)	Observaciones
1	279334 N 589977 E/	4*	156,2	En la naciente se ubica una tubería que capta el agua para riego.
2	589988E/ 279396 N	NM	169,4	Sin captar
3	589983E/ 279315 N	NM	155	Sin captar

* Fuente: datos obtenidos de aforos realizados durante la gira.

NM: Caudal no medido mediante aforos.



Fotografía 1: Naciente, coordenadas

279334N /589977E.

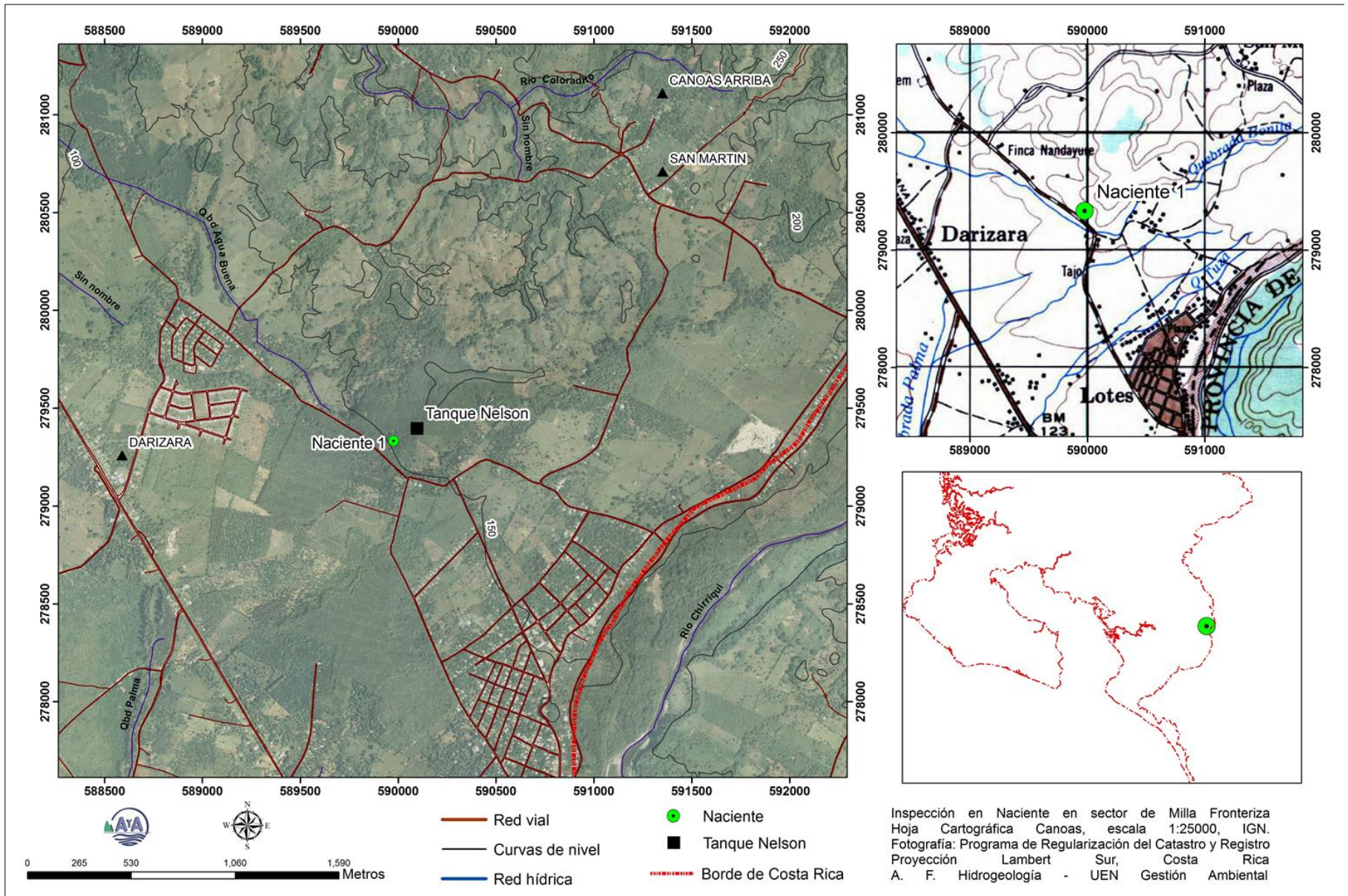


Figura 1: Mapa de Ubicación de la naciente en el sector de Milla Fronteriza

Dichas nacientes no son usadas para abastecimiento público. La Naciente 1 cuenta con una tubería que capta agua, la cual es usada para riego de la propiedad. Durante la inspección el Sr. Gregorio Carrillo, quien trabaja como cuidador en el inmueble se encontraba presente el día de la visita y facilitó información de la naciente.

3 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La geología del sitio donde se encuentran la naciente en estudio, está compuesta por depósitos de debris flow asociados avalanchas del Volcán Barú, los cuales sobreyacen la secuencia sedimentaria de la formación Térraba. Localmente se ubican coluvios de bajo espesor (2-5 m) en las faldas de las laderas. (Figura 2):

3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

En la Figura 2 se presenta una síntesis de la geología regional existente en la zona de estudio. Ésta se encuentra constituida por lutitas y areniscas asociadas a la formación Térraba, del Oligoceno; y depósitos de Debris Flow. A continuación se describen estas unidades de más antigua a la más reciente:

3.1.1. Lutitas y areniscas, Formación Térraba.

Consiste en una secuencia compuesta por lutitas, limolitas y areniscas calcáreas de color gris oscuro a negro, que se encuentra bien expuesta en el río Térraba. Su edad es del Oligoceno al Mioceno Inferior, determinada con base en su contenido faunístico. Dengo (1962), la subdividió originalmente en tres miembros: Curré, Lagarto y Cajón. Henningsen (1965), restringió la Formación Térraba al Miembro Lagarto. Mora (1979), subdividió a la Formación Térraba en dos unidades: Zapote y Lagarto.

Según Henningsen (1965), se caracteriza por la presencia de lutitas o “shales” grises oscuras hasta negras, en parte piríticas. Las lutitas son a veces calcáreas, ocasionalmente silíceas, intercaladas frecuentemente por delgados bancos de calizas impuras. De Valle de Térraba hacia el Noroeste aumenta evidentemente el tamaño del grano de los sedimentos. Predominan entonces limolitas, areniscas tufáceas y conglomerados en el tramo entre Dominical y La Palma, mientras las lutitas disminuyen.

La Fosa del Térraba (Dengo, 1962) en la parte sur-occidental de Costa Rica corresponde con una depresión estructural localizada entre la Cordillera de Talamanca y un segmento del arco magmático inactivo y la plataforma de la trinchera Centroamericana. El basamento de la región corresponde con el Complejo de Nicoya, el cual subyace por inconformidad o fallamiento, a una secuencia sedimentaria que inicia con turbiditas carbonatadas y volcanoclásticas de la Formación Descartes y calizas de la Formación Brito, seguida por intercalaciones de areniscas, conglomerados y lutitas de la Formación Térraba, la cual se encuentra cortada por intrusivos correspondientes a la Formación Puerto Nuevo.

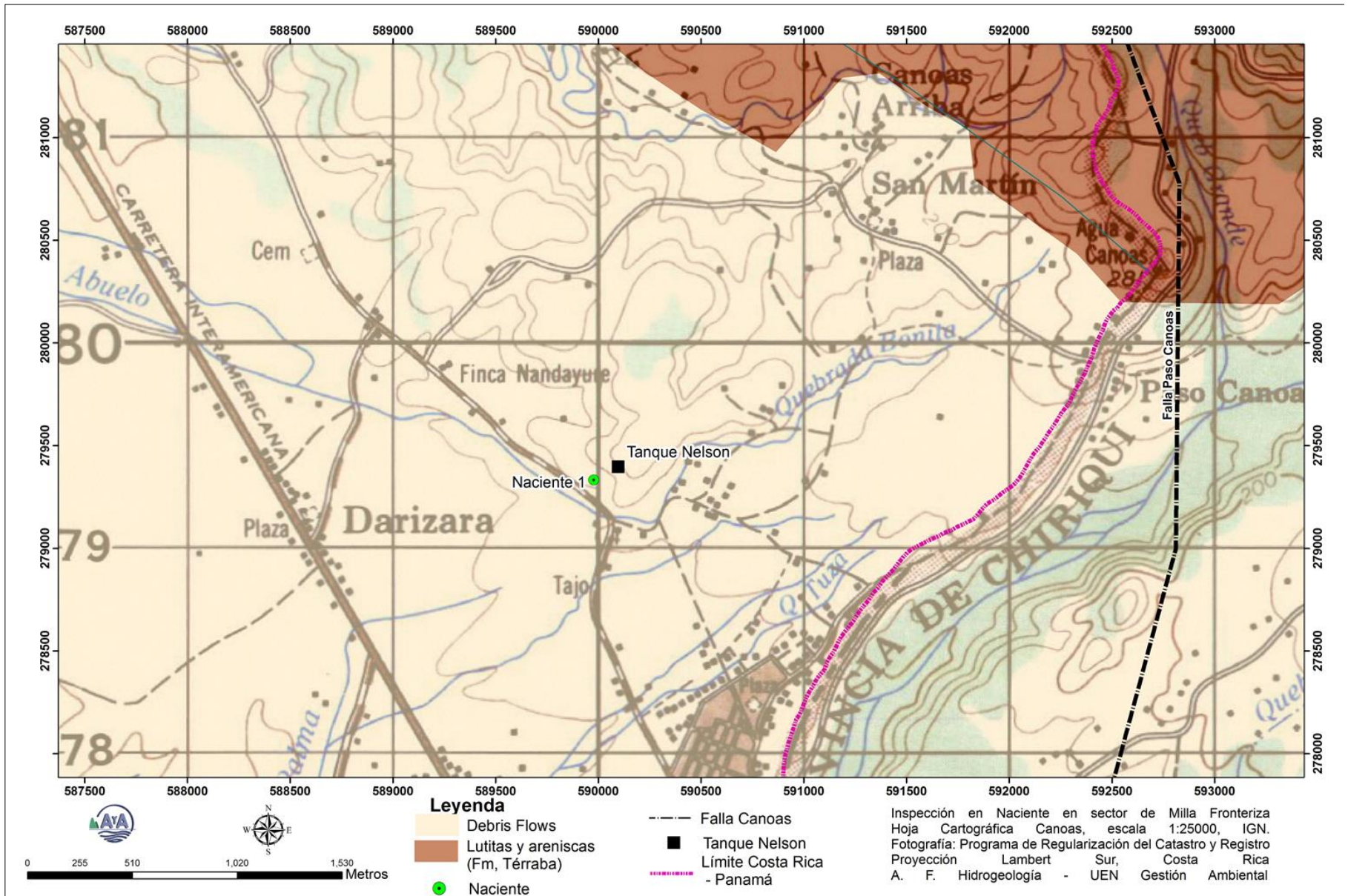


Figura 2: Mapa geológico del sector de Milla Fronteriza

3.1.2. Debris Flow

Esta unidad está compuesta por Debris flows y Debris avalanche de andesitas – dacitas adakíticas del Neógeno, concretamente, del Plioceno Superior al Pleistoceno.

Estos materiales se extienden en los alrededores de San Vito y La Unión; y además se encuentra en el sector de Canoas, Darizara y Coloradito, limitado en el Sur de Abrojo.

La procedencia del material volcánico del debris flow se considera que es del Volcán Barú, ubicado en Panamá. Los debris flows se componen de suelos, fragmentos de roca, mezclados con agua y retrabajados por la gravedad.

3.2. Tectónica Regional

3.2.1. Falla Canoas (N/S)

Se localiza en el cantón de Corredores, provincia de Puntarenas (Figura 2). Se extiende de norte a sur, desde el poblado fronterizo de Río Sereno (al este de Sabalito de Coto Brus) teniendo un cambio de rumbo al atravesar la falla Longitudinal, cerca del poblado de San Isidro de Corredores y luego continúa hacia el sur, pasando por Laurel, hasta el poblado de Los Potreros, del lado Panameño (Cowan et al, 1998). El trazo de la falla se encuentra a 2,8 km al Este de la Naciente 1.

Tiene una longitud de 50 Km aproximadamente. El tipo es de movimiento lateral derecho (Cowan et al., 1997).

No se conocen con exactitud, sismos históricos, que se relacionen directamente con esta falla, Según Climent et al (2008), el evento del 21 de julio de 1934 de 6,8 Ms, puede estar asociado a la falla Canoas.

A partir, su extensión y geometría, ésta puede generar sismos de hasta $M_w = 7,2$ y se estima que tiene un deslizamiento entre 5 y 8 cm/año, siendo el más alto hasta ahora medido dentro del territorio costarricense (Cowan et al, 1997). Esta es una de las fallas, importantes de considerar en su contribución a la amenaza en el sector sureste del país (Rojas et al., 2004).

3.2.2. Estructuras locales

En el trabajo de campo se identificó estratos del debris flows fracturados y alineados con buzamiento $105^\circ/85^\circ$, asociados a fallas geológicas del tipo rumbo (indiferenciado) que han basculado el depósito en su posición natural. Se pueden observar aguas abajo del puente de quebrada Abuelo (Fotografía 2).

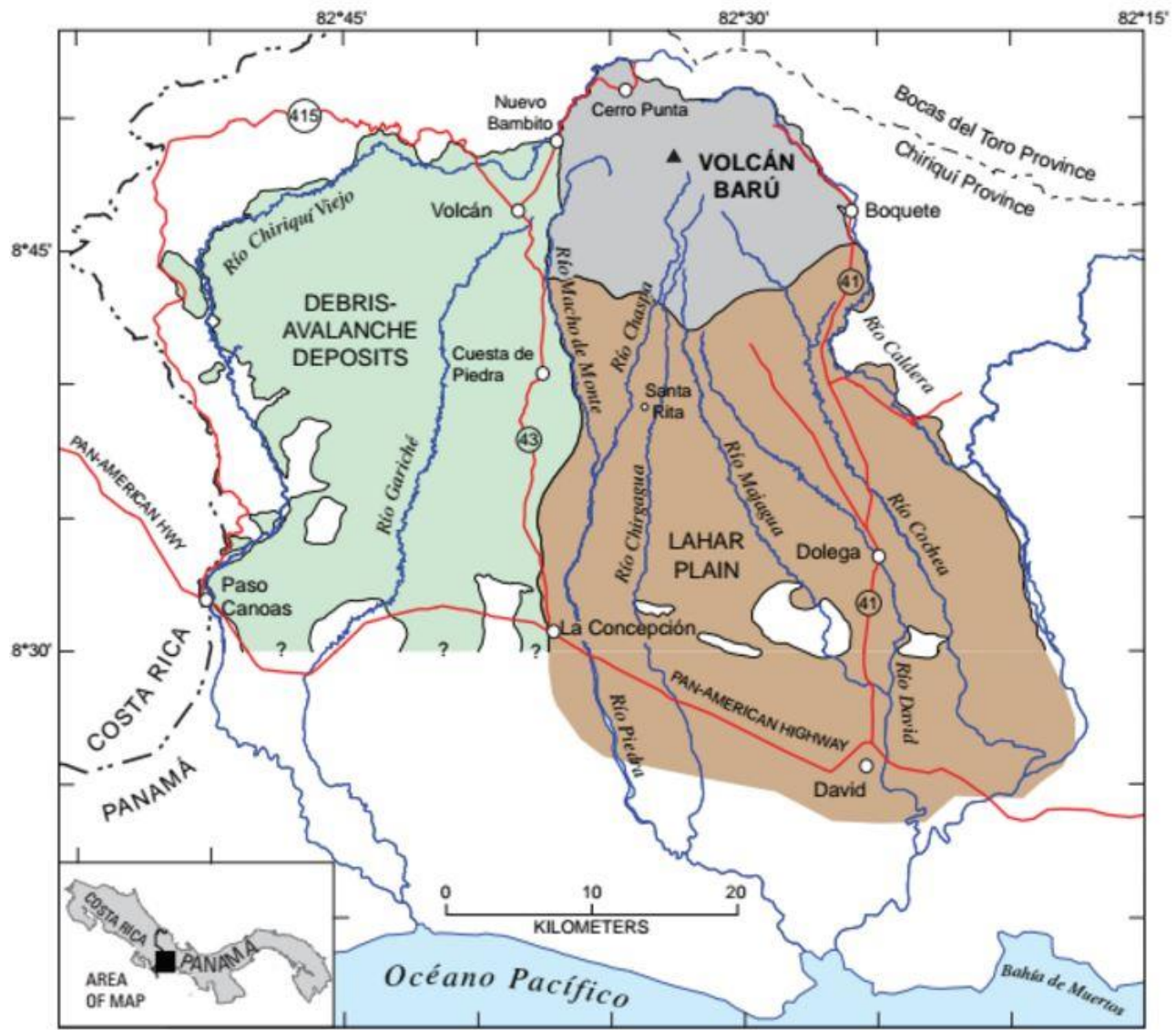


Fotografía 2: Conglomerados brechosos del debris flow basculados en la quebrada Abuelo, coordenadas 279698N y 588806E.

3.3. GEOLOGÍA LOCAL

3.2.1. Unidad de debris flows:

Se encuentran aflorando en la base de las quebradas y algunos cortes de los caminos en el sector de Paso Canoas. Específicamente en el sector de la Naciente 1 (589977E y 279331 N), se presenta como bloques con tamaños que varían entre 2 cm y 30 cm de diámetro dispuestos de manera caótica inmersos en una matriz de textura limosa (Fotografía 3). El color varía entre café a tonos más claros como *beige* con una mayor plasticidad. Los clastos son de composición andesítica en su mayoría, con algunos clastos sedimentarios como areniscas medias las cuales fueron incorporadas en un evento volcánico proveniente de Volcán Barú (Sherrod, D et al, 2007) (Figura 4).





Fotografía 3: Debris Flow

meteorizados, coordenadas 279331 N y 589977E.

La consistencia es de una brecha – conglomerádica consolidada con un espesor meteorizado que varía de 30 cm hasta 9 metros en algunos casos. Para el área comprendida entre la Naciente 1 y el tanque Nelson, el espesor máximo de no saturado es de 8,3 m según registro de perforaciones SPT realizados por Castro & De La Torre en 2013.

3.2.2. Unidad coluvios

Se encuentran aflorando en la base de las laderas ubicadas al norte del poblado de Darizara. El espesor observado es métrico hasta submétrico. La extensión lateral es muy localizada. En el sitio de la naciente, se observan como taludes colapsados en las margenes de la quebrada que drena la naciente.

4 CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

4.1. Información de pozos

En la base de datos de SENARA, se encuentran tres pozos en un radio de 2 km a partir de las coordenadas 279334N / 589977E , los pozos más cercanos se encuentran en un radio de 5700 metros, cuya información se encuentra en el Cuadro 2, Figura 4 y el Anexo 1.

Cuadro 2: Descripción de las perforaciones registradas en SENARA

Pozo	Coord. (L. N)	NE (m)	ND (m)	Prof (m)	Q (l/s)	T (m ² /d)	Litología	Prop.
CAN-32	590003E/ 277999N	5	-	20	0,5	-	Sin Información	-
CAN-34	590125E/ 278117N	7,9	23,5	40	1,04	4,2	0-1m: Aluvión compuesto por fragmentos lávicos, sedimentarios, heterogeneos. 1-2m: material con bloques de mayor tamaño de composición lavica. 2-7m: fragmentos lávicos heterogeos, con matriz arenosa (coluvio). 7-10m: fragmentos de lavas con arcillas. 10-11m: similar a la anterior, con menos arcilla. 11-15m: fragmentos coluviales con fragmentos de lavas, de permeabilidad aparente media a baja. 15-40m: Material coluvial de compuesta por bloques lavicos, tobaceos con bandamientos oxidados. Permeabilidad aparente media a alta.	AyA

4.1 Definición de acuíferos

Según se puede observar directamente en el sitio, el agua de las nacientes brota de la unidad de Debris Flows en los conglomerados - brechosos, cuyo flujo esta condicionado a la permeabilidad

dada por las fracturas del macizo (Figura 4). Corresponde con un acuífero libre cubierto por un suelo de textura limosa de espesor máximo de 8,3 m en el Tanque Nelson (Figura 5). En el estudio de suelos realizado por Castro & De La Torre (2013), denominado “*ACUEDUCTO INTEGRADO DE CORREDORES*”, *UBICADO EN CANOAS, CORREDORES, PUNTARENAS*”, mediante contratación directa N° 2012FTS – 00259 – PRI, se indica que en las 3 perforaciones SPT hechas en el sector del Tanque Nelson no se encuentra el nivel freático hasta la profundidad explorada de 8,3 m (Figura 4 y Figura 5).

Los afloramientos de agua se deben a cambios topográficos donde la roca queda expuesta y la cobertura de suelo se ha removido por erosión o cortes en los márgenes de las quebradas. Para el sitio específico de las nacientes, el agua aflora en el contacto superior entre el depósito de Debris Flow y el suelo.

A partir de las características de los afloramientos de roca en el campo y en las descripciones litológicas del pozo CAN – 34, se observa que el Debris Flow es una unidad heterogénea y de gran extensión.

A partir de las observaciones y el modelo hidrogeológico que se plantea, el nivel es libre cubierto y el gradiente hidráulico de 0,31 (Figura 4 y Figura 5).

4.2. Parámetros hidráulicos del acuífero

El pozo CAN – 34 se encuentra perforado en debris flow, unidad en la que aflora el agua subterránea de la Naciente 1. Se usa la descripción y características del mismo para asignarle los parámetros al acuífero fracturado de la misma formación geológica en la cuál se encuentran las nacientes

- Pozo CAN – 34.

El nivel estático reportado es de 7,97 m, el nivel dinámico es de 23,56 y el caudal de 1,04 L/s. La transmisividad que se reporta es de 4,2 m²/d y con un espesor de 29 m (tramos de permeabilidad media). La permeabilidad se obtiene de la relación entre el espesor del acuífero y la transmisividad:

$$T(m^2/d) = k(m/d) * b(m)$$

Donde

T: Transmisividad (m²/d), 4,2 m²/d, tomado del reporte de perforación del pozo CAN – 34.

k: permeabilidad (m/d),

b: espesor del acuífero (m), 29 m basado en la descripción del pozo CAN – 34, en los pozos con permeabilidades aparentes medias.

Por tanto, la permeabilidad para el acuífero desarrollado en los depósitos del debris flows es:

$$k \text{ (m/d)} = T \text{ (m}^2\text{/d)} / b \text{ (m)}$$

$$k \text{ (m/d)} = 4,2 \text{ m}^2\text{/d} / 29 \text{ m.}$$

$$k \text{ (m/d)} = 0,15 \text{ m/d.}$$

En relación con la porosidad, al acuífero se le asigna una porosidad de 0,15 por tratarse de un medio fracturado en un medio con finos en la matriz (AyA, 1994).

4.3. Niveles de agua subterránea, direcciones de flujo y gradiente hidráulico.

Conociendo la elevación de los manantiales en la zona de estudio, y considerando que la elevación del nivel del agua subterránea es igual a la elevación del manantial, se procedió a dibujar las líneas isofreáticas del acuífero. Los manantiales se encuentran en los depósitos de debris flows y afloran debido a que por procesos erosivos la cobertura de suelo se ha removido y ha dejado expuesto el techo del acuífero (Figura 5).

La dirección de flujo del agua subterránea es hacia el Suroeste y la gradiente hidráulica es de 0,31, tomado a partir de las líneas isofreáticas 156 y 168 msnm. La profundidad del techo del acuífero en la cercanía de la naciente es de 2,5 m y en el tanque Nelson alcanza una profundidad de 8,3 m sin registro de nivel freático según las perforaciones realizadas por Castro & De La Torre, 2013.

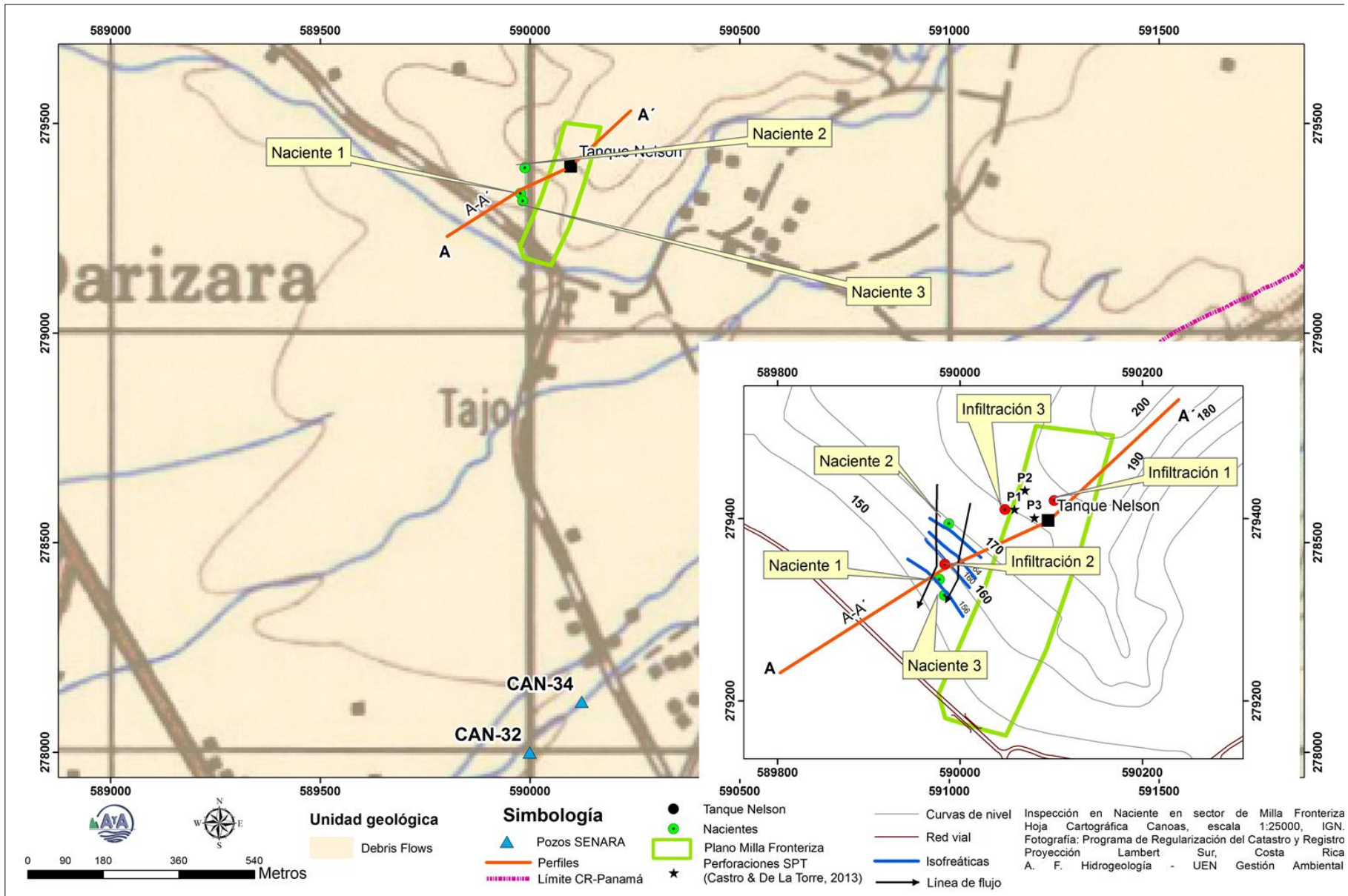


Figura 4: Mapa de elementos hidrogeológicos

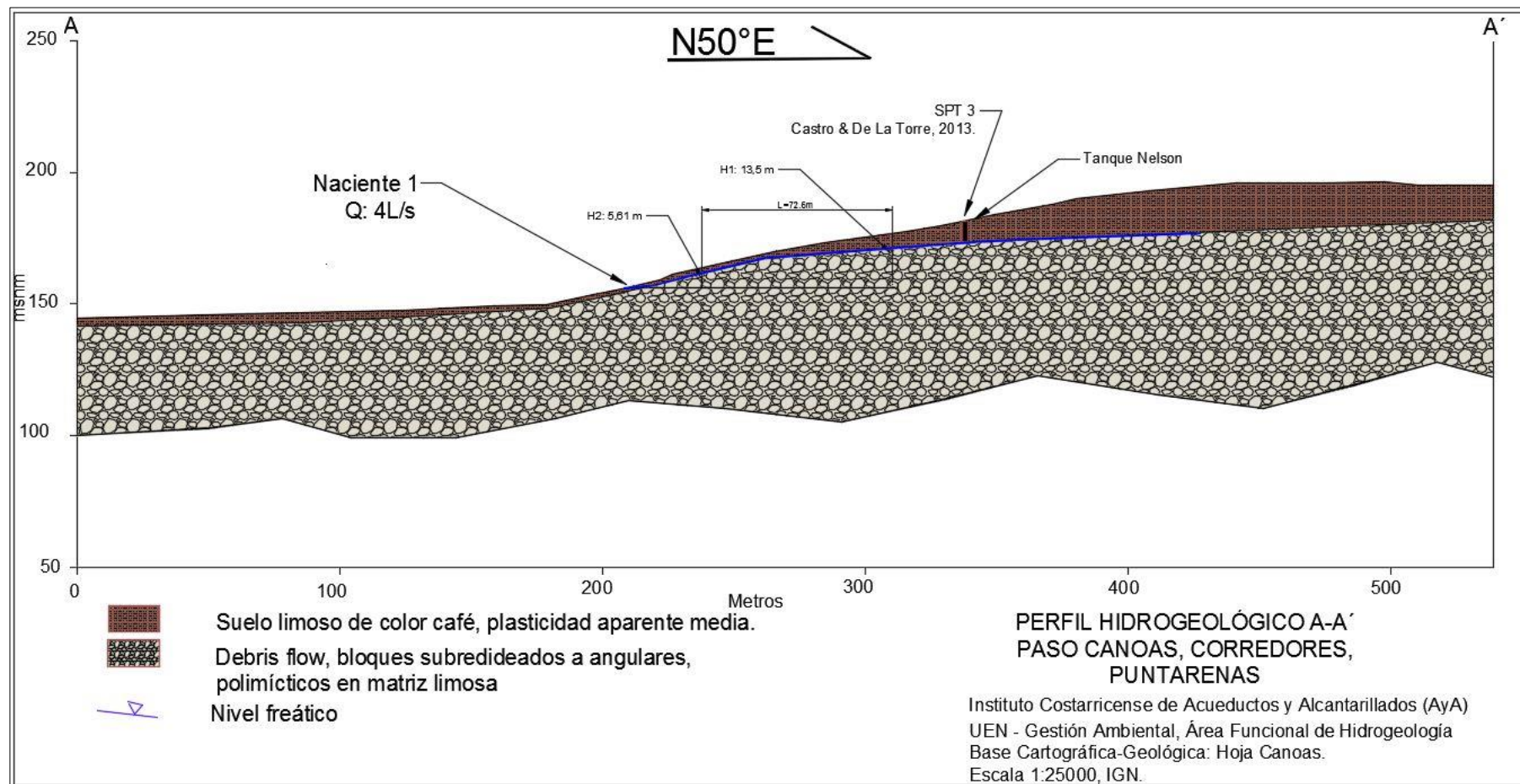


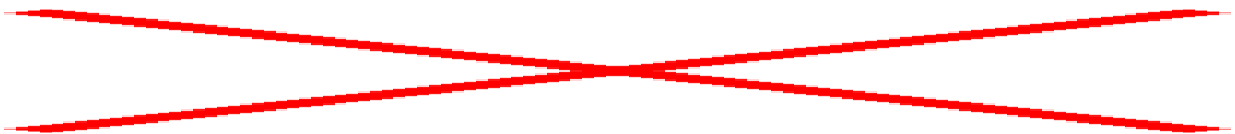
Figura 5: Perfil hidrogeológico del área de estudio.

4.4. Características de la zona no saturada

Para conocer las características de los materiales que cubren al acuífero se hicieron 3 pruebas de infiltración directamente sobre el terreno. La textura del suelo es limosa, con variaciones en los tonos de café a beige. Las pruebas de infiltración se ubican en la Figura 4.

En el Cuadro 3, se da un resumen de las características de cada de las pruebas de infiltración realizadas. .

Cuadro 3: Pruebas de infiltración en la zona de la naciente.



Para asignar un valor de permeabilidad representativo de la zona no saturada se tomó el valor promedio de las pruebas de infiltración, siendo de 0,612 m/d.

La porosidad para la zona no saturada se ha considerado en 0,45 debido a la textura aparente del suelo y basado en Sanders (1998)

El Anexo 2 contiene los datos de campo y los gráficos de análisis de cada una de las pruebas de infiltración llevadas a cabo.

5 TIEMPOS DE TRÁNSITO EN LA ZONA NO SATURADA Y SATURADA

5.1. Distancia para un tiempo de tránsito de 100 días (zona de protección absoluta inmediata)

5.1.1. Zona no saturada

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

$$t_1 = \left(\frac{b * \theta}{k * l} \right)$$

En el Cuadro 4 se muestran las variables y cálculos respectivos para cada naciente en estudio.

Cuadro 4: Cálculo del tiempo de transito en la zona no saturada

Parámetros	Naciente 1
<i>b</i> : espesor de la zona no saturada	2,5m
\square : porosidad efectiva de los materiales de la zona no saturada	0,45
<i>k</i> : permeabilidad vertical de la zona no saturada	0,6120
<i>t</i>₁: tiempo de tránsito del flujo vertical en la zona no saturada $t_1 = (b * \square) / (k * i)$	1,83 días

Se determina un tiempo de 1,83 días para la naciente 1.

5.1.2. Zona saturada.

El tiempo de tránsito para un flujo de contaminantes patógenos que se mueve en la tabla de agua subterránea (*t*₂), se determina con la fórmula:

$$t_2 = \left(\frac{d * \theta}{k * i} \right)$$

Donde:

d: corresponde a la distancia horizontal entre el punto analizado y un foco de contaminación (teórico)

\square : porosidad del medio en la zona saturada = 15% (AyA, 1994)

k: permeabilidad del acuífero = 0,15 m/d determinada del pozo CAN – 34.

i: gradiente hidráulico = 0,31 m/m, tomado de las isofreáticas 156 msnm a 168 msnm de la Figura 4.

La norma dada por el Departamento de Recursos Hídricos del AyA, para la eliminación de bacterias en la zona saturada establece y acepta la fórmula descrita anteriormente. Además, considérese que la componente horizontal del movimiento del flujo en la zona saturada (*t*₂), puede determinarse restando el tiempo total de vida de las bacterias según el medio menos el tiempo en el transito vertical (según Rodríguez, 1994). Se determina un tiempo (*t*₂) de 68,17 días.

Cuadro 5: Cálculo de la distancia horizontal en que se degradarían las bacterias.

Parámetros	Naciente 1
t_1 : tiempo en la zona no saturada	1,83 días
α : porosidad efectiva de los materiales de la zona saturada	0,15
k : permeabilidad del acuífero	0,15 m/d*
i : gradiente hidráulico	0,31**
t_2 : tiempo de tránsito horizontal restante (hasta completar los 100 días (t)) para la degradación de las bacterias	68,17 días
d: distancia horizontal en que se degradarían las bacterias	20 m

*permeabilidad del acuífero tomado de la relación Galofré para el pozo CAN - 34.

**gradiente hidráulico tomado de las isofreáticas 156 msnm y 168 msnm..

Considerando que las bacterias no estarían degradadas cuando llegan a la tabla de agua, una vez que empiezan a desplazarse (componente horizontal), siguiendo la dirección de flujo preferencial bajo el gradiente hidráulico indicado, necesitarían recorrer 20 m para que se degraden en su totalidad. Por lo que cabe mencionar, que no debería darse ninguna fuente de contaminación a menos de 20 m para las aguas arriba de la naciente y así evitar la posibilidad de contaminación de la fuente, constituyendo así un área de *protección microbiológica para la naciente*.

6 CÁLCULO DE LAS ZONAS DE CAPTURA.

El cálculo de las zonas de protección involucra dos etapas, primero la definición de la zona de captura de la fuente y segundo, la delimitación del sector de esa zona de captura dentro de la cual el tiempo de tránsito entre la superficie y la fuente es menor a 70 días para medios porosos y menor a 100 días para medios fracturados, el cual es el presente caso (Figura 3).

6.1. Zona de captura

- Ancho de la zona de captura

El ancho de la zona de captura se define con la relación (Grubb, 1993) (Cuadro 6)

$$a = \frac{2*Q*L}{k(h_1^2 - h_2^2)}$$

Para acuíferos libres, en donde

a = ancho de la zona de captura

Q= caudal de la fuente, la naciente 1 tiene un caudal de 4L/s o su equivalente de 345,6 m³/d, en aforo realizado el 17 de agosto de 2016.

k = permeabilidad del acuífero, 0,15 m/d.

H₁ = 13,5 m.

H₂ = 5,61 m.

L = 72,6 m, distancia entre los dos puntos de observación del espesor acuífero (h₁ y h₂)

Cuadro 6: Parámetros para el calculo del ancho de la zona de captura de las naciente

Parámetros	Naciente 1
Caudal m ³ /d	345,6
L (m)	72,6
K (m/d)	0,1500
h ₁ (m)	13,5000
h ₂ (m)	5,61
a (m)	2295

El ancho teórico resultante para la naciente 1 es de 2295 m.

▪ **Punto de no retorno**

El calculo del periodo de retorno, es una metodología definida para pozos, sin embargo se estima para las nacientes como referencia para la protección de la zona captada (Grubb, 1993) (Cuadro 7):

$$X_0 = \frac{\pm Q * L}{\pi * k * (h_1^2 - h_2^2)}$$

Cuadro 7: Parametros para el calculo del radio de retorno de la naciente

Parámetros	Naciente 1
Caudal m ³ /d	345,6
L (m)	72,6
K (m/d)	0,1500

$h_1 (m)$	13,5000
$h_2 (m)$	5,6100
$X_o(m) : \text{radio de retorno}$	365

El punto de retorno para la naciente es de 365 m.

6.2. Radio fijo

Para realizar el cálculo de la zona de protección se emplea la ecuación del radio fijo:

$$R = \sqrt{\left(\frac{Q * T_{sat}}{\pi * \theta * b}\right)}$$

Donde,

Q: caudal de la fuente, la naciente 1 tiene un caudal de 4L/s o su equivalente de 345,6 m³/d, en aforo realizado el 17 de agosto de 2016.

T_{sat}: tiempo de tránsito del flujo horizontal en el acuífero de 68,13 m.

θ porosidad del acuífero de 15%.

π: Pi 3,14

b: espesor del acuífero

r: es el radio fijo en metros

En el Cuadro 8 se muestran los resultados obtenidos mediante el método de radio fijo para la nacientes, el cual establece que es de 41,5 m como zona de protección

Cuadro 8: Parámetros para el radio fijo de las naciente.

Parámetros	Naciente 1
Caudal (m ³ /d)	345,6
Porosidad	0,15
Espesor del acuífero (m)	29
Tiempo en la zona saturada (días)	68,16
Radio (m)	41,5

Desde el punto de vista geomorfológico, la naciente se ubica en una depresión que define una microcuenca con rumbo NE a SW, la cuál condiciona el flujo superficial y subterráneo en la zona de estudio.

6.4. Zona operacional

Según Foster et al (2002), la zona operacional de un pozo se define como el perímetro de protección más interior dentro de una zona de resguardo o protección de un pozo, la cual comprende una pequeña área de terreno alrededor de la propia fuente de abastecimiento. *Análogamente, se puede*

utilizar ésta misma morfología para efectos de protección de nacientes. Es deseable que esta área sea propiedad y esté bajo el control del ente administrador que realizará la explotación.

Es un área de reserva absoluta. En ella *no se deberán permitir actividades que no estén relacionadas con la extracción misma del agua y aún así estas actividades necesitan ser evaluadas y controladas cuidadosamente* para evitar la posibilidad de que los contaminantes alcancen la fuente ya sea de forma directa o a través de alteraciones del terreno en las adyacencias (Foster et al, 2002) (Figura 6).

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

La especificación de la dimensión de esta área es siempre algo arbitraria y depende en cierto modo de la naturaleza de las formaciones geológicas locales, aunque es altamente recomendable que posea un radio de por lo menos 15 metros aguas arriba y a ambos lados y con criterio experto 5 metros aguas abajo de la misma (Foster et al, 2002).

7 ZONA DE PROTECCIÓN ABSOLUTA y ZONA REGULADA

Se define como zona protección absoluta la distancia de 41,5 metros definida mediante el método de radio fijo. La zona de protección absoluta es un área de reserva absoluta dentro de la cual no se debe permitir ninguna actividad generadora de fluidos potencialmente contaminantes tales como tanques sépticos, bodegas de productos químicos, ni la aplicación de plaguicidas (Figura 6). De igual manera, no deben permitirse alteraciones del terreno que vayan a disminuir el espesor de la zona no saturada. Esta área de protección debería estar cercada, o al menos demarcada de una manera fácilmente identificable. En la actualidad este terreno está ocupado por arboles.

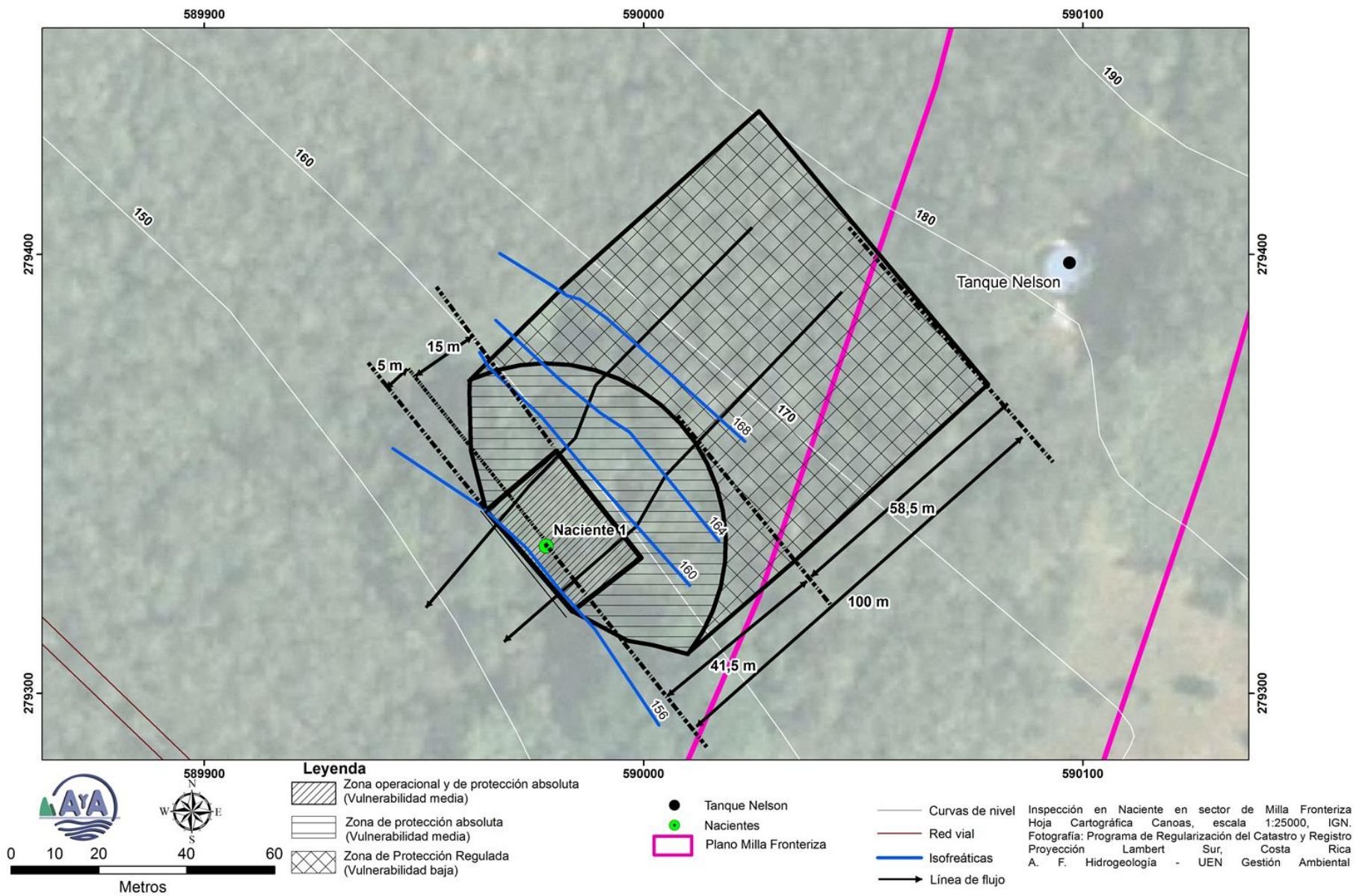


Figura 6: Zona de protección definida para la naciente ubicada en el sector de Milla Fronteriza.

La zona de protección regulada, es trazada basada en criterio geomorfológico, de líneas de flujo y completando la distancia de 100 metros.

8 VULNERABILIDAD EN LA NACIENTE

La vulnerabilidad se evalúa por el método G.O.D. (Foster y otros, 2002), el cual toma en cuenta tres factores y aplica un índice a cada uno de ellos. La vulnerabilidad final resulta de la multiplicación de esos tres índices. Los cálculos son los siguientes (Figura 7):

Vulnerabilidad para la zona operacional – protección absoluta

- Grado de confinamiento: libre cubierto, índice 0,6.
- Ocurrencia del sustrato: depósitos de debris flows 0,6
- Profundidad al nivel freático: menor a 5 m en las cercanías de la naciente, índice 0,9.

El índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero para la zona operacional-protección absoluta es 0,324, correspondiente a vulnerabilidad media.

Vulnerabilidad para la zona de protección regulada

- Grado de confinamiento: libre cubierto, índice 0,6.
- Ocurrencia del sustrato: depósitos de debris flows 0,6
- Profundidad al nivel freático: entre 5m – 20m en las cercanías de la naciente, índice 0,8.

El índice de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del acuífero es 0,288, correspondiente a vulnerabilidad baja.

9 CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

A la fecha del presente informe no se cuenta con análisis de calidad de aguas en la naciente.

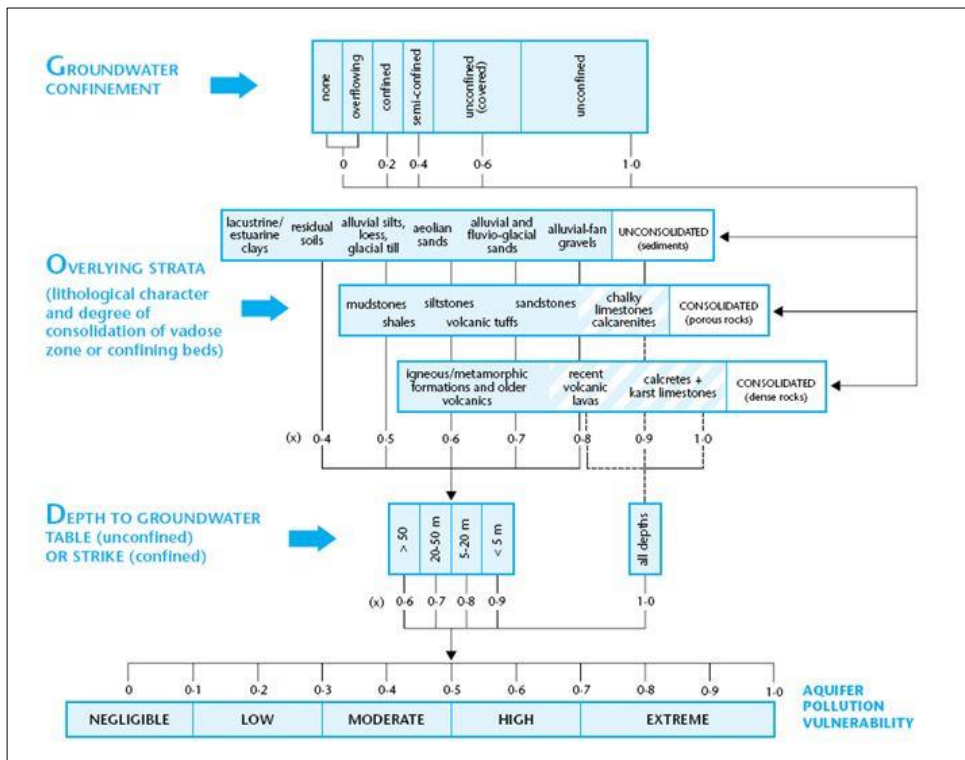


Figura 7: Diagrama

GOD de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación.

10 CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES

1. El acuífero del que se origina la naciente es del tipo libre cubierto por un suelo limoso. El nivel se encuentra en el contacto entre el suelo y el depósito de debris flow.
2. El análisis de tránsito de contaminantes bacteriológicos indican que en una distancia horizontal recorrida de 20 m las bacterias se degradarían en su totalidad para un período de vida de 70 días en medios fracturados.
3. Se define como zona operacional-protección absoluta para la naciente la distancia de 5 metros aguas abajo y de 15 metros aguas arriba y lateralmente establecido mediante Foster 2002.
4. Como zona de protección absoluta se define una distancia de 41,5 metros mediante el método de radio fijo.
5. La zona de protección absoluta es un área de reserva absoluta dentro de la cual no se debe permitir ninguna actividad generadora de fluidos potencialmente contaminantes tales como tanques sépticos, bodegas de productos químicos, ni la aplicación de plaguicidas (Figura 6). De igual manera, no deben permitirse alteraciones del terreno que vayan a disminuir el espesor de la zona no saturada. Esta área de protección debería estar cercada, o al menos demarcada de una manera fácilmente identificable. En la actualidad este terreno está ocupado por arboles.
6. La zona de protección regulada, es trazada basada en criterio geomorfológico, de líneas de flujo y completando la distancia de 100 metros.
7. No se consideran los valores de zonas de protección obtenidos mediante Grubb, debido a que se emplearon las condiciones geomorfológicas.
8. La vulnerabilidad intrínseca del acuífero dentro de la zona operacional y zona de protección absoluta se cataloga como media. Para la zona de protección regulada la vulnerabilidad intrínseca es baja.
9. En cuanto a la calidad de aguas de estas nacientes al momento de realizar este informe no hay análisis de calidad de aguas.

10. Basado en la consulta de UEN – PyC en referencia a la propiedad (Anexo 3) donde se ubica el Tanque Nelson y la naciente ubicada en las coordenadas 279334 N y 589977 E (Figura 6), se indica que no habría un impacto por hacer un tanque y planta de tratamiento de agua potable bajo de las condiciones actuales del terreno.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, G., 2005: La Falla Longitudinal de Costa Rica: Un insumo neotectónico hacia la Amenaza Sísmica del P.H. Boruca-Veraguas.- 21 págs. ICE.

ARROYO, I., 2001: Sismicidad y Neotectónica en la región de influencia del proyecto Boruca: hacia una mejor definición sismogénica del Sureste de Costa Rica.- 162 págs. Univ. de Costa Rica, San José [Tesis de Lic.].

CASTRO & DE LA TORRE, 2013: Estudio de suelos: ACUEDUCTO INTEGRADO DE CORREDORES”, UBICADO EN CANOAS, CORREDORES, PUNTARENAS. Inf. Técn. 96 pp.

CLIMENT, A., ROJAS, W. & ALVARADO, G. (2008): Evaluación de la Amenaza Sísmica en Costa Rica. Informe editado en la Universidad Politécnica de Madrid, Mayo 2008. 127 p.

COWAN, H., MACHETTE, M. N., HALLER, K. M. & DART, R.L., 1998: Map and database of quaternary faults and folds in Panama and its offshore regions.- Open-File Report 98-779, U. S. Geological Survey, 41 págs. + mapa escala 1: 750000.

COWAN, H., MONTERO, W., SALAZAR, G., ALVARADO, G.E., TAPIA, A. & SÁNCHEZ, L., 1997: Estudio de las fallas activas en la región fronteriza Costa Rica-Panamá: David-Panamá, Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), y Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD), Programa de Reducción de los Desastres Naturales en América Central, Proyecto de Microzonificación de David (Panamá), no publicado, 59 pp (+ apén. y 2 mapas).

DENYER, P., MONTERO, W & ALVARADO, G., 2003: Atlas tectónico de Costa Rica.- 79 págs. Ed. Univ. Costa Rica, San José.

MONTERO, W., DENYER, P., BARQUERO, R., ALVARADO, G., COWAN, H., MACHETTE, M., HALLER, K & DART, R., 1998: Map and database of Quaternary faults and folds in Costa Rica and its offshore regions. – Reporte preliminar de USGS.

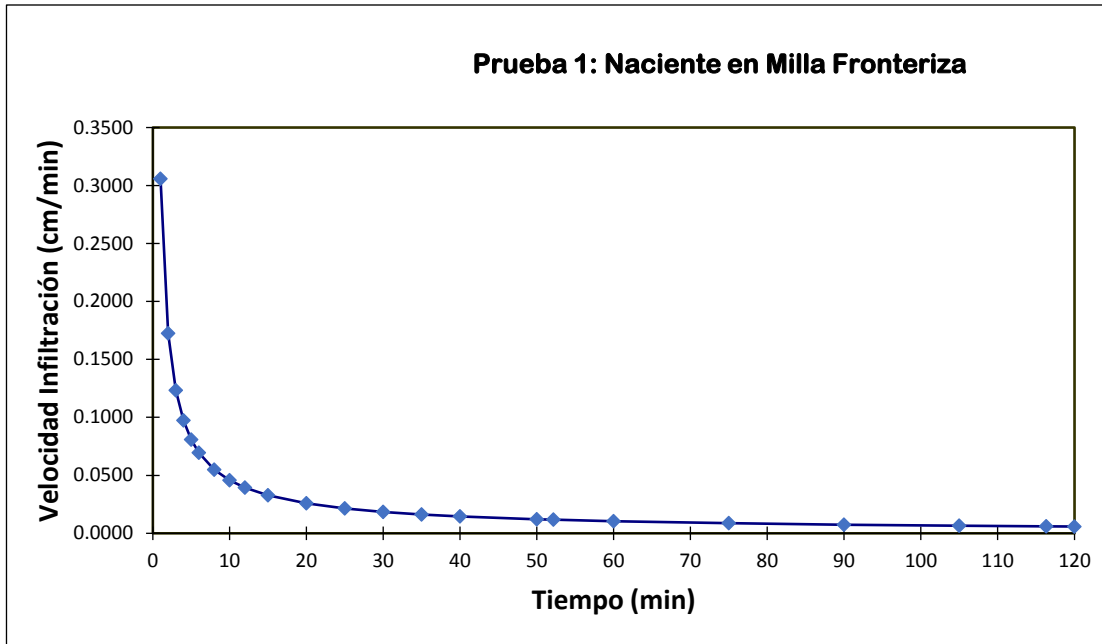
ROJAS, W. MORALES, N. & SANEZ, L. & ÅKE S., (2011): Neotectonic and paleoseismology of the Longitudinal fault system in southern Costa Rica. Posters on 2nd INQUA – IGCP-567 International Workshop On Active Tectonics, Corinth, Greece (2011).

ROJAS, W., MONTERO, W., SCHMIDT, V., HIDALGO, P. y MOYA, C. (2004): Estudio de amenaza sísmica de Costa Rica y respuesta del suelo para las diez ciudades con mayor índice de población del país. Informe técnico final, Proyecto FUNDEVI (UCR) No. 1515-01 para el Instituto Nacional de Seguros (INS). Dic. 2004, 178p.

SHERROD, D., VALLANCE, J., ESPINOZA, A & MCGEEHIN, J. (2007): Volcán Barú – Eruptive History – Hazards Assessment. U. S. Geological Survey. 1401: 1-33 pp.

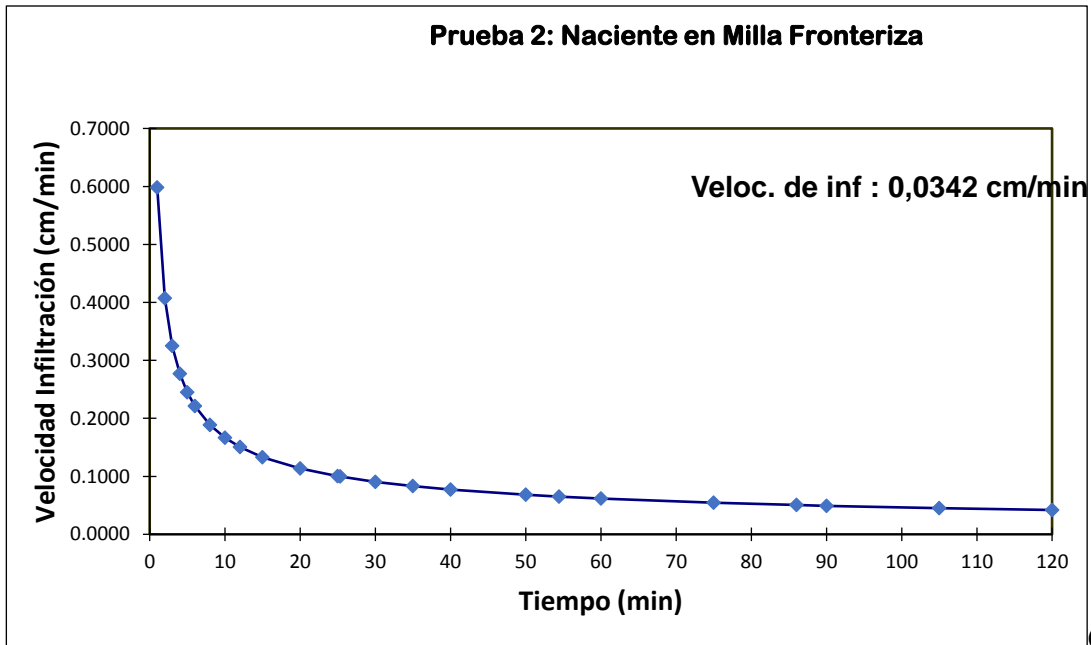
Anexo 1: Registro de perforaciones

Anexo 2: Pruebas de infiltración



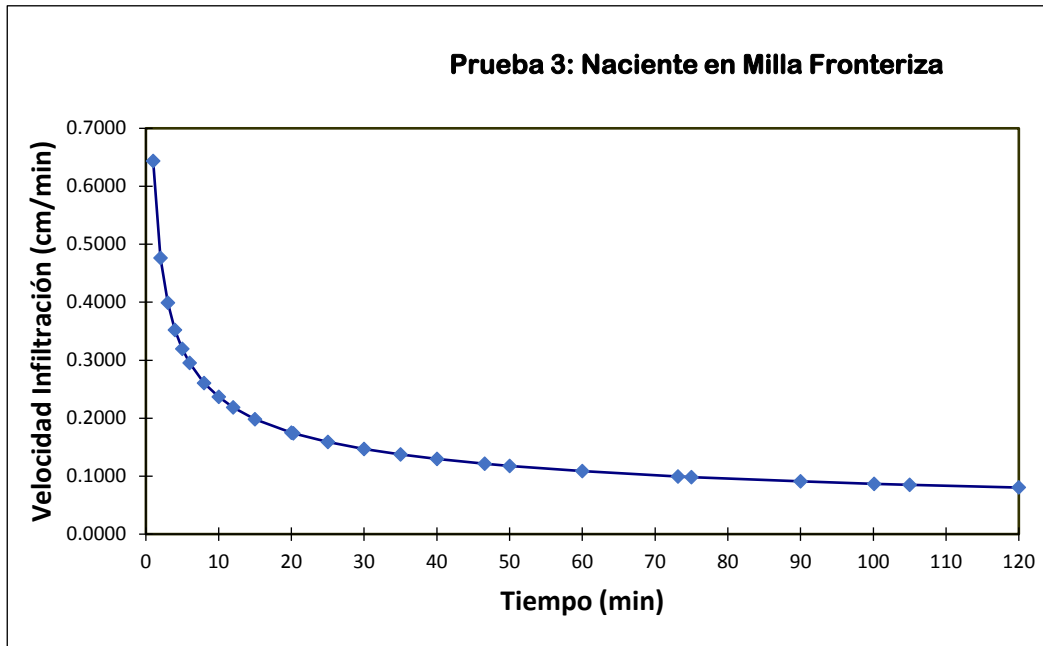
Gráfica 1:

Prueba de infiltración No. 1.



Gráfica 2:

Prueba de infiltración 2.



Gráfica 3: Prueba

de infiltración 3



Fotografía 4: Prueba de infiltración 1, coordenadas 279420 N y 590103 E.



Fotografía 5: Prueba de infiltración 2, coordenadas 279350 N y 589983 E.



Fotografía 6: Prueba de infiltración 3, coordenadas 279410 N y 590,049 E.

Anexo 3: Plano catastro de la propiedad AyA

12 Anexos

Anexo 1: Registro de perforaciones



SENARA

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

POZO : CAN-34 ✓

FECHA REG : 21-01-1980 ✓

GEOLOGO :

CONCESION :

PROVINCIA : Puntarenas

CANTON : Corredores

DISTRITO : Canoas

LUGAR : LOS LOTES

HOJ TOP : CANOAS

LAMBERT N : 59995

LAMBERT E : 663604

PROPIETAR : AYA
PERFORADOR: SENARA

PROFUNDIDAD: 30 mbns ? 40 m?

BROCA: 3

DIAMETRO DE PEREO: 0.31 mm

NIVEL ESTATICO: 7.97 mbns

METODO PERF: PERCUSION

CAUDAL PRUEBA: 6.3 l/s

NIVEL DINAMICO: 23.56 m P.O.

PROFUNDIDAD BOMBA: 25 mts

TIPO DE BOMBA: JACUZZI

POT. BOMBA: 0

T BOMBEO: 0 min

Q. REC: 1.04 l/s

USO: Otros Usos

ACUIFERO: S.D.

INFORME PERFORAC.: NO

NOTA :

NOTA SENARA:

CALIDAD DE AGUAS : NO

PRUEBA DE BOMBEO

FECHA : 2005-06-05

COEF. ALMACENAMIENTO : 0

RECUPERACION % : 100

CAUDAL EXPLOTACION : 10

TIPO BOMBA : tipobomba

TIEMPO DE BOMBA : 0

DIAM. PERFORAC. : 0.31

PROFUNDIDAD BOMBA : 25

TRANSMISIVIDAD : 4.2 →

RECUPERACION HORAS : 1.17

RADIO DE INFLUENCIA : 0

POTENCIA DE BOMBA : 0

BROCA : 3

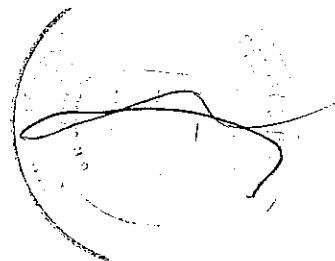
FUNCION :

Galapagos: 4.30 m³/d.
0.10

- 15.00 18.00 COLUVIO COMPUESTO DE FRAGMENTOS LAVICOS ESCORRIACEOS, TOBA CRISTALINA ACIDA, PEDERNA. ESTA PARTE PRESENTA SECCIONES BIEN OXIDADAS Y SIN ARCILLA LO QUE FAVORECE LA PERMEABILIDAD. P.A MEDIA A ALTA. FRAGMENTOS GRAVOSOS MEDIOS DE SUBREDONDEADOS A SUBANGULARES.
- 18.00 26.00 COLUVIO COMPUESTO EN SU MAYORIA POR FRAGMENTOS TOBACEOS (TOBA CRISTALINA ACIDA) CON SECCIONES MIMNERALIZADAS PRINCIPALMENTE SULFUROS DE HIERRO Y COBRE, SE OBSERVAN FRAGMENTOS LAVICOS BRECHOSOS, CUARZO, EPIDOTO, Y FRAGMENTOS LAVICOS OXIDADOS. P.A DE MEDIA A ALTA.
- 26.00 28.00 MATERIAL COLUVIAL DE COMPOSICION VOLCANICA CON PREDOMINANCIA DE FRAGMENTOS TOBACEOS (TOBA DE CAIDA) DE COMPOSICION MUY ACIDA PROBABLEMENTE RIOLITICA, EN CANTIDAD UN POCO MENOR; LAVA ADESITICO-BASALTICA, COLOR GRIS CLARO CON FENOCRISTALES DE PLAGIOCLASA Y PIRIBOLES. EL TAMAÑO DE LOS FRAGMENTOS ES GRAVA GRUESA A MEDIA, SIN ARCILLA. P.A DE MEDIA A BAJA DEBIDO A QUE ESTE TIPO DE MATERIAL HAY AUSENCIA DE MATERIAL REDONDEADO A SUBREDONDEADO.
- 28.00 40.00 MATERIAL COLUVIAL MUY ALTERADO, PRESENTA MUCHA OXIDACION (LIMONITIZACION), EL MATERIAL ES GRAVOSO MEDIO DE COMPOSICION LAVICA, VESICULAR, ALGUNOS FRAGMENTOS TOBACEOS ACIDOS, POSIBLEMENTE SON BLOQUES DE LAVA BRECHOSA. P.A MEDIA.

Fecha de impresión 17/05/2016

Esta información es copia de la Base de Datos del SENARA



Inventario de Pozos y Manantiales

Pozo No CAN-34

Fecha 21-1-80

Manantial No _____

6
X
3
.....

Colector P. JUNA S.L.

Fuente de información ERNESTO KCHANDI

- 1.- Localización: Provincia PUNTA ARENAS Cantón CORREDORES Distrito CANOS
Lugar Los Lotes. Nombre ICAA.
- Mapa Hoja CANOS. No 3641-IV Coordenadas 590.25 - 278.25.
- 2.- Propietario ICAA. Dirección SAN JOSE. Inquilino _____
Perforador SENOS. Dirección SAN JOSE.
- 3.- Topografía Plano. Elevación 70 m. sobre ~~el~~ nivel del mar
- 4.- Perforación: Rotación Percusión Excavado _____ Clavado _____ Barrenado _____ Otros _____
Fecha _____ Observaciones ZZW-#3.
- 5.- Profundidad: Reportada _____ m. Medida _____ m. con _____ por _____ Fecha _____
- 6.- Nivel estático: Reportado _____ m. Medido _____ m. con _____ por _____ Fecha _____
Punto de referencia para medición nivel estático _____ (Esquema atrás)
- 7.- Acuíferos: Principales de _____ m a _____ m; de _____ m a _____ m.; de _____ m a _____ m.
Otros de _____ m a _____ m; de _____ m a _____ m; de _____ m a _____ m; de _____ m a _____ m.
- 8.- Revestimiento: Tipo _____ " mm de _____ a _____ m. Ø mm de _____ a _____ m.
Rejillas: Tipo _____ Ø mm de _____ a _____ m. Ø mm de _____ a _____ m.
- 9.- Explotación: Tipo _____ Capacidad _____ N.D. _____ m. si no estabilizado
- 10.- Usos: Doméstico _____ Abrevaderos _____ Irrigación de _____ Hect. de _____ Industrial _____
- 11.- Calidad: Color _____ Temp. _____ °C Si no se tomó muestra _____
Observaciones Pozo de Producción.
- Manantiales: Roca de donde brota _____
- 12.- Estructura: Fractura _____ No de ojos _____ Características _____
Posible origen _____
- 13.- Descripción de la captación _____
Caudal: Reportado _____ Fecha _____ Medido _____ con _____ Fecha _____
- 14.- Precipitación describir _____ Cantidad _____
- 15.- Esquemas de localización y otros; estratigrafía; análisis; observaciones; en página a-
tras.



MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGIA
INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE AGUAS

INSCRIPCION PREVIA DE POZOS DE AGUA
AMNISTIA-DECRETO No. 30387-MINAE-MAG

CAN-34

1. DATOS DEL PROPIETARIO

Solicitante: Hospital Ciudad Nelly C. C.S.S. 1055A-P1			
Dirección: 1 Km carretera intercomunal sur de la entrada a Ciudad Nelly			
Teléfono: 7834111	Fax: 7834233	Apdo. Postal:	C-Electrónico: o.dab@inec@css.ec.cr
Cédula: 4-000-042147	Profesión:		

2. DATOS DEL APROVECHAMIENTO

USOS QUE SE DA AL AGUA:

- () DOMESTICO () ABREVADERO () RIEGO () LECHERÍA
 () INDUSTRIAL () TURISTICO () PISCICULTURA (X) OTROS: Hospital
 () GRANJA () PORQUERIZA

3. DATOS DEL POZO 1

Profundidad: 30 mts	Nivel estático:	Caudal: 10 L/S.
Nombre y número de hoja cartográfica: Cancha 36411V	Latitud: 287.500	Longitud: 580.030
Empresa perforadora que lo realizó:	Fecha de perforación: 1980	

4. DATOS DE LA PROPIEDAD EN QUE SE UBICA EL POZO

Sitio: Ciudad Nelly	Distrito: Corredor	Cantón: Corredor	Provincia: Puntarenas
---------------------	--------------------	------------------	-----------------------

ESTE DOCUMENTO NO OTORGA EL DERECHO (CONCESIÓN) PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS PARA LA CUAL SE REQUIERE CUMPLIR CON LA SOLICITUD FORMAL Y PROCESO DE LEY.

Firma del propietario del pozo: V. D.	Fecha: 18/07/02
---------------------------------------	-----------------

5. USO INTERNO

Inventario realizado por:	Fecha:
Audiencia a SENARA y AYA	Oficio
Número de pozo asignado:	Fecha:
Comentarios:	



SENARA

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

POZO : CAN-32 ✓
FECHA REG : 31-07-1979 ✓
GEOLOGO :
CONCESION :
PROVINCIA : Puntarenas ✓
CANTON : Corredores ✓
DISTRITO : Canoas ✓
LUGAR : LOS LOTES ✓
HOJ TOP : CANOAS ✓
LAMBERT N : 59873 ✓
LAMBERT E : 663480 ✓
PROPIETAR :
PERFORADOR: SIN DATO ✓
PROFUNDIDAD: 20 mbns ✓
METODO PERF: EXCAVADO ✓
BROCA: 0
DIAMETRO DE PERFO: 0 mm
NIVEL ESTATICO: 5 mbns ✓
CAUDAL PRUEBA: 0 l/s ✓
NIVEL DINAMICO: 0 m
PROFUNDIDAD BOMBA: 0 mts
TIPO DE BOMBA: BALDE ✓
POT. BOMBA: 0
T BOMBEO: 0 min
Q. REC: 0.50 l/s
USO: DOMESTICO
ACUIFERO:
INFORME PERFORAC.: NO

NOTA :

NOTA SENARA:

CALIDAD DE AGUAS : SI

PRUEBA DE BOMBEO

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

SERVICIO NACIONAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Inventario de Pozos y Manantiales

Pozo N° CAV-32

Fecha 31/7/79

Manantial N° _____

6
X
3

Colector M. LOSILLA - E. E. E. Fuente de información Echandi - LOSILLA

1.- Localización: Provincia Puntarenas Cantón Leónidas Distrito Paro banos

Lugar Al norte de banos Nombre "Los lotes"

Mapa Hoja Canas N° 364/IV Coordenadas 278 - 590

2.- Propietario _____ Dirección _____ Inquilino _____

Perforador _____ Dirección _____

3.- Topografía Plana Elevación 120 m. sobre ~~base~~ nivel del mar _____

4.- Perforación: Rotación _____ Percusión Excavado Clavado _____ Barrenado _____ Otros _____

Fecha _____ Observaciones _____

5.- Profundidad: Reportada _____ m. Medida 20 m. con _____ por Echandi y Fecha Julio 79

6.- Nivel estático: Reportado _____ m. Medido 5 m. con _____ por LOSILLA Fecha JULIO 79

Punto de referencia para medición nivel estático _____ (Esquema atrás)

7.- Acuíferos: Principales de _____ m a _____ m; de _____ m a _____ m.; de _____ m a _____ m.; de _____ m a _____ m.

Otros de _____ m a _____ m; de _____ m a _____ m; de _____ m a _____ m; de _____ m a _____ m.

8.- Revestimiento: Tipo _____ " mm de _____ a _____ m. Ø _____ mm de _____ a _____ m.

Rejillas: Tipo _____ Ø _____ mm de _____ a _____ m. Ø _____ mm de _____ a _____ m.

9.- Explotación: Tipo Balde Capacidad _____ N.D. _____ m. si no estabilizado _____

10.- Usos: Doméstico _____ Abrevaderos _____ Irrigación de _____ Hect. de _____ Industrial _____

11.- Calidad: Color No ~~el color~~ Sabor ~~No~~ Temp. _____ °C (Si se tomó muestra)

Observaciones Existen varios pozos de este tipo, la mayoría no se explotan.

Manantiales: Roca de donde brota _____

12.- Estructura: Fractura _____ N° de ojos _____ Características _____

Possible origen _____

13.- Descripción de la captación _____

Caudal: Reportado _____ Fecha _____ Medido _____ con _____ Fecha _____

14.- Precipitación describir _____ Cantidad _____

15.- Esquemas de localización y otros; estratigrafía: análisis; observaciones; en página a-tras.

SERVICIO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO
 DIRECCION DE OPERACIONES
 LABORATORIO CENTRAL

EXAMEN FISICO - QUIMICO
 DE AGUAS SUBTERRANEAS

(N° 2389)

MUESTRA N° 188

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA
 RECOGIDA POR Ernesto Echandi

FECHA
 DE RECOLECCION 19-7-79
 DE RECIBO 20-7-79
 DE REPORTE 26-7-79

ORIGEN POZO EXCAVADO CAN-32

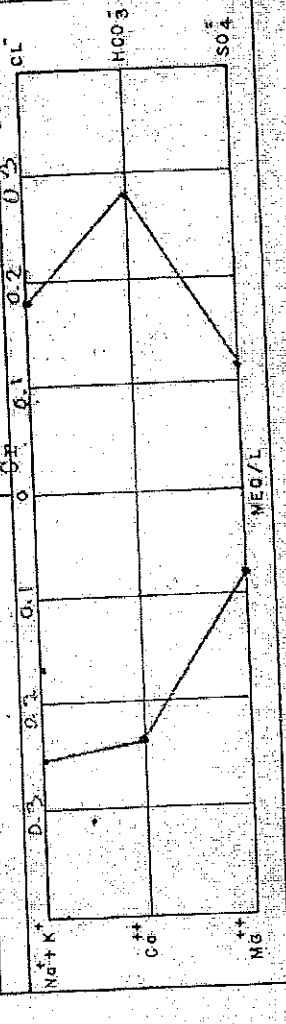
PUNTO DE RECOLECCION Boca del Pozo en Paso U años de Corredores
 LOCALIZACION Puntarenas SOLICITADO POR S.E.N.A.S.

DETERMINACIONES FISICO - QUIMICAS

UNIDADES	ACIDEZ	IONES	MG/L	MEQ/L	% MEQ/L
ALCALINIDAD FENOLF.	11.0	CLORURO (CL ⁻)	6.4	0.1805	
ALCAL. AN. METILO	0.0	CARBONATO (CO ₃ ²⁻)	0.0	0.0	
DUREZA TOTAL	14.0	HIDROCARBONATO (HCO ₃ ⁻)	17.1	0.2803	
DUREZA DE CARBONATOS	16.0	SULFATO (SO ₄ ²⁻)	5.7	0.1186	
DUREZA DE NO CARBONATOS	14.0			Σ 0.5794	
DUREZA DE CALCIO	2.0	CALCIO (Ca ⁺⁺)	4.8	0.2395	
DUREZA DE MAGNESIO	12.0	MAGNESIO (Mg ⁺⁺)	1.0	0.0824	
DUREZA DE PIES	4.0	SODIO (Na ⁺)			
CLORUROS	6.4	POTASIO (K ⁺)		Σ 0.5794	
CIANUROS					
FLUORUROS	0.13	SODIO + POTASIO (Na ⁺ + K ⁺)			
NITRATOS					
SULFATOS	5.7			0.2577	Σ
ALUMINIO					
ARSENICO					
BORO					
CALCIO	4.8				
ZINC					
COBRE	0.0				
HIERRO TOTAL	0.05				
HIERRO EN SUSPENSION					
MAGNESIO	1.0				
MANGANESEO	0.0				
PLOMO	0.0				
SELENIO	0.0				
Ud.					
CH	0.1				
CL	0.2				
CO	0.1				
HC03					
SO4					

Observaciones: No presenta olor, ni sabor.
 Muestra tomada con balde.

Observaciones:



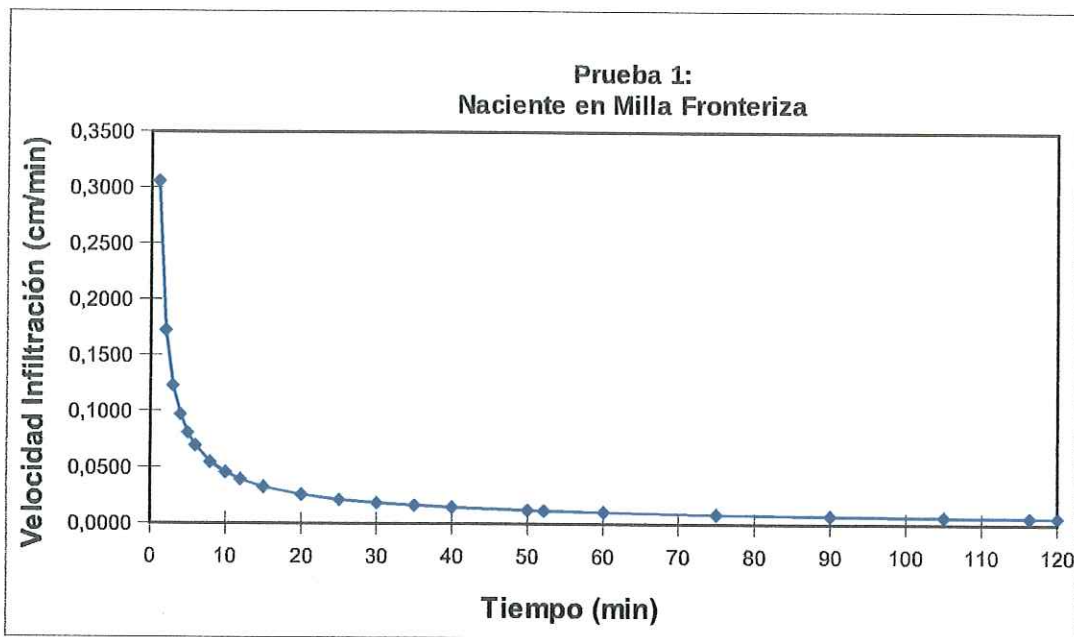
ENCARGADO ANALISIS

JEFATURA SECCION

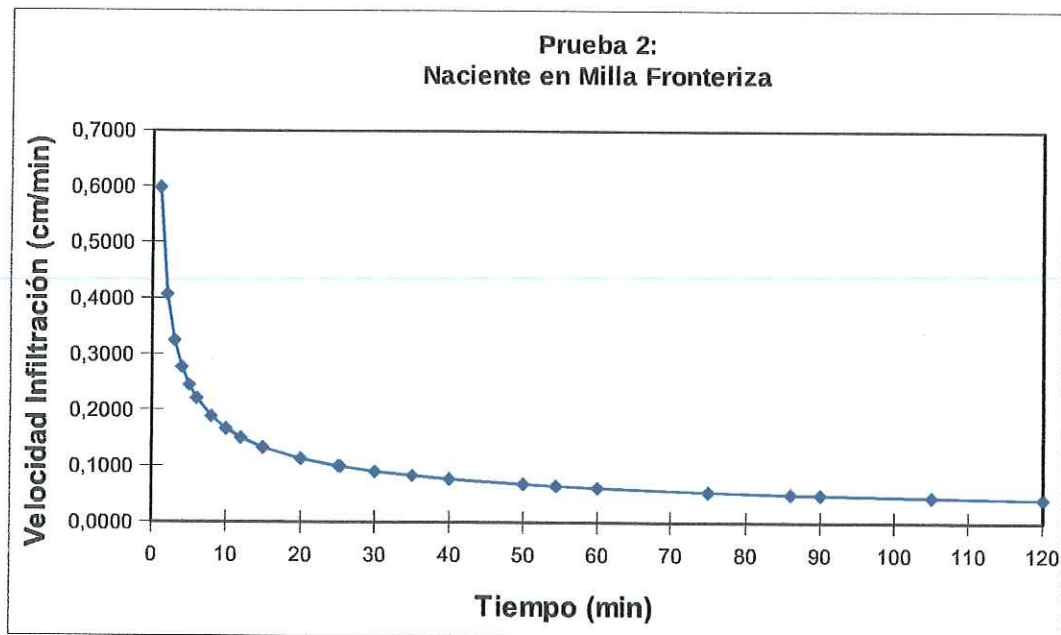
JEFATURA LABORATORIO

OFICINA DE PLANIFICACION - ANALISIS ADMINISTRATIVO - NOVIEMBRE 1972

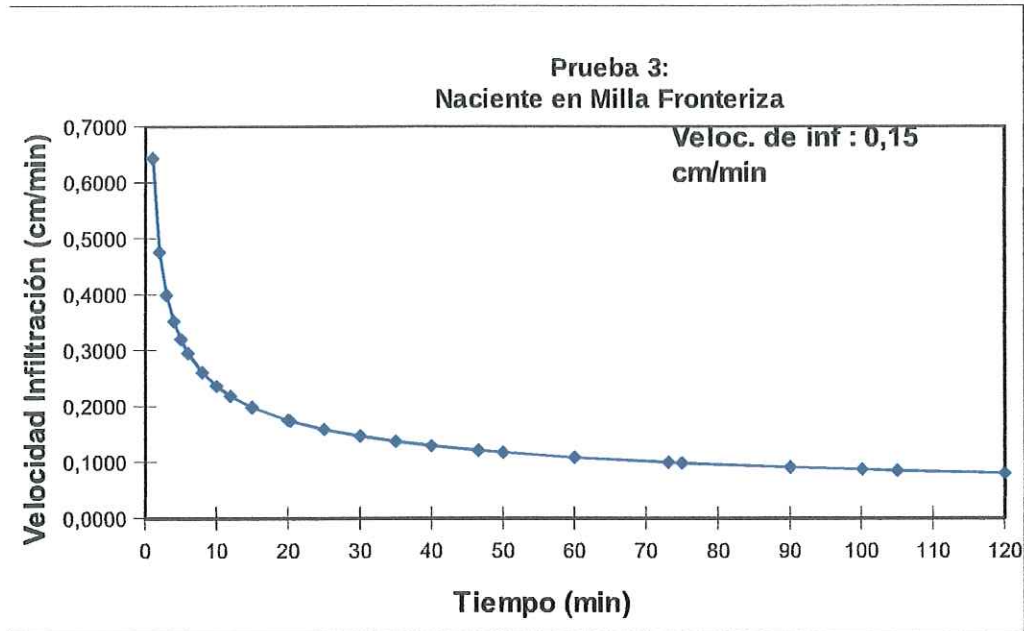
Anexo 2: Pruebas de infiltración



Gráfica 1: Prueba de infiltración No. 1.



Gráfica 2: Prueba de infiltración 2.



Gráfica 3: Prueba de infiltración 3



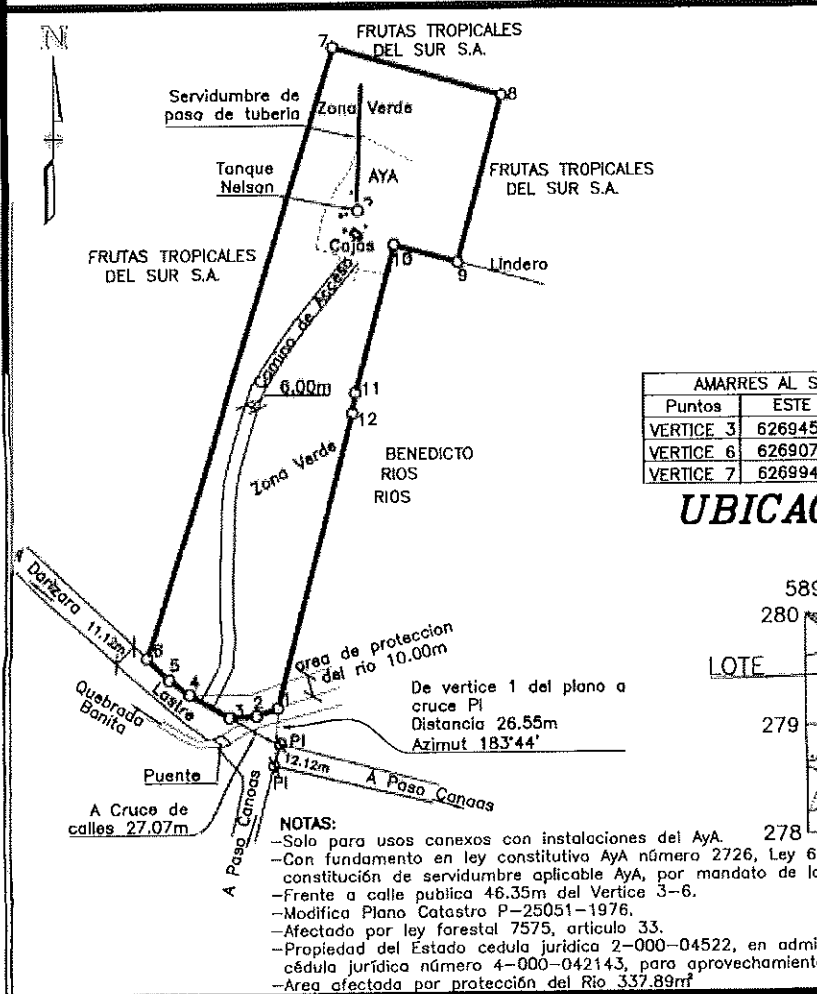
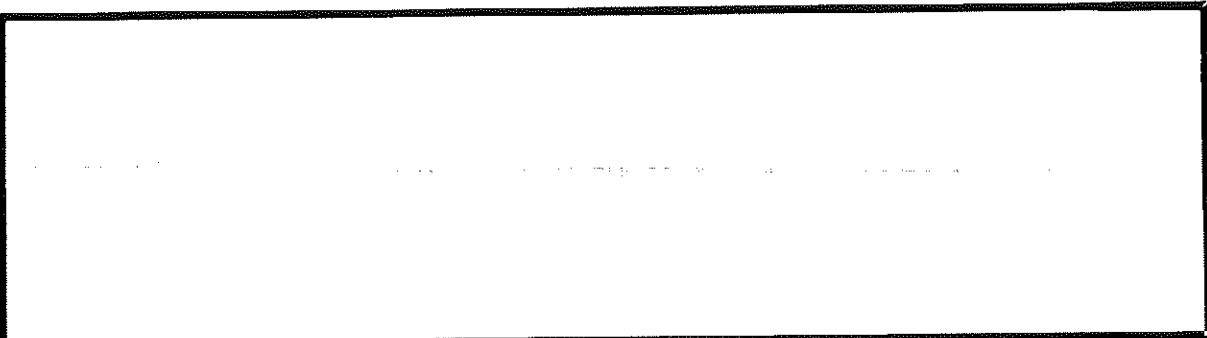
Fotografía 4: Prueba de infiltración 1, coordenadas 279420 N y 590103 E.



Fotografía 5: Prueba de infiltración 2, coordenadas 279350 N y 589983 E.



Fotografía 6: Prueba de infiltración 3, coordenadas 279410 N y 590,049 E.



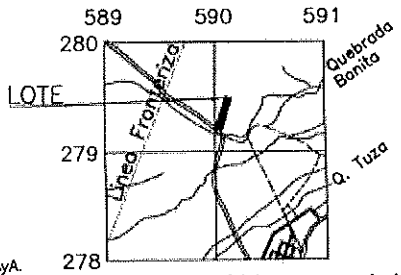
DERROTERO

Linea	Azimut	Distancia	
		m	cm
1-2	249	47	10
2-3	267	08	12
3-4	300	38	20
4-5	306	22	11
5-6	313	02	14
5-7	17	22	290
7-8	106	13	80
8-9	195	15	78
9-10	285	06	30
10-11	195	15	69
11-12	188	48	9
12-1	194	33	138

Puntos	AMARRES AL SISTEMA CRTMOS		EXACTITUD RELATIVA (cm)	EXACTITUD ABSOLUTA (cm)
	ESTE	NORTE		
VERTICE 3	626945.14	946292.72	+ 5.0	+ 10.0
VERTICE 6	626907.76	946319.79	+ 5.0	+ 10.0
VERTICE 7	626994.50	946597.21	+ 5.0	+ 10.0

UBICACIÓN GEOGRAFICA

HOJA CANOAS
ESCALA 1:50000



	REPUBLICA DE COSTA RICA INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA	SITUADO EN: CANOAS DISTRITO: 03° CANOAS CANTON: 10° CORREDORES PROVINCIA: 06° PUNTARENAS	Permiso de Uso para el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
	PROTOCOLO FOLIO: 14650 TOMO: 168	AREA: 19315 m²	
ISRAEL SANCHEZ GUTIERREZ INGENIERO TOPOGrafo I.T. 2477	ESCALA: 1: 2500	ARCHIVO AYA P-10-01-01L15 LIBRO: P-10-01-T19	FECHA: AGOSTO/2015
LOTE PARA PLANTA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO	PARA CATASTRAR EXENTO DE DERECHOS Y TIMBRES. ARTICULO 17 LEY CONSTITUTIVA Nº 2726 DEL 14 DE ABRIL DE 1981 Y SUS REFORMAS	-LEVANTAMIENTO POLAR, POLIGONAL ABIERTA. -ERROR ANGULAR: 00° 02' -ERROR LINEAL: 0.02 m. -DOY FE DE QUE NO HUBO CAMBIO DE LINDEROS NI AMONJONAMIENTOS.	



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica

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

MEMORANDO

PARA: Yamileth Astorga Espeleta,
Presidencia Ejecutiva

FECHA: 6 de setiembre del 2016

Dagoberto Araya Villalobos,
UEN Programación y Control



DE: Viviana Ramos Sánchez
Dirección Área Funcional Hidrogeología
UEN Gestión Ambiental

No. UEN-GA-2016-01117

ASUNTO: ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO: DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN DE LA NACIENTE UBICADA EN CANOAS, SECTOR DE MILLA FRONTERIZA

A solicitud de la Presidencia Ejecutiva del Institución Costarricense de Acueductos y Alcantarillados mediante correo electrónico a la Dirección del Área Funcional de Hidrogeología para la definición de la zona de protección de una naciente en el sector de la Milla Fronteriza en Paso Canoas, se procede a entregar dicho estudio realizado por el Geól. Christian Delgado Segura.

VB°. Geóg. Gerardo Ramírez Villegas
Dirección UEN Gestión Ambiental



C: Andrés Sáenz Vega, Subgerencia Ambiental, Investigación y Desarrollo
José Luis Arguedas Negrini, UEN Programación y Control
Daisy Castro Navarro, Región Brunca
Archivo ambiental: 424

COPIA