



**Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento SENARA  
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados A y A  
Dirección de Aguas MINAET**

## **INFORME TECNICO FINAL**

**Estudio Hidrogeológico de los acuíferos de Playa  
Potrero y Playa Brasilito.**

**Diagnóstico del potencial de explotación y rendimiento  
sostenible del acuífero**

**COMITE TECNICO IINTERINSTITUCIONAL**

**MANEJO DEL ACUIFERO POTRERO-BRASILITO**

**MAYO DEL 2012**

## **Presentación**

Las bases para la intervención gubernamental en la gestión de recursos hídricos en Costa Rica derivan de la norma Constitucional al señalar que: “El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza”, para añadir además que “Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado”

Hoy día la intervención del Estado se torna prioritaria frente a los signos de una crisis que se caracteriza por una creciente contaminación de los ríos y acuíferos, la competencia por el uso del agua en algunas regiones y las dificultades para enfrentar las necesidades de inversión que requiere el desarrollo.

En atención a la orden de la Sala Constitucional (No. 2010-012556), la Unidad de Investigación del SENARA, en coordinación con la Dirección de Aguas del MINAET y Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, ha realizado el estudio hidrogeológico en las cuencas de las playas Potrero y Brasilito (51,48 km<sup>2</sup>), en Santa Cruz, Guanacaste, con el fin de establecer el modelo hidrogeológico de los acuíferos, determinar la disponibilidad de agua y el riesgo de intrusión salina de los mismos.

Este trabajo se ha elaborado por la Comisión Técnica Interinstitucional integrada por funcionarios del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) como ente que por ley ostenta obligación de realizar investigación en materia de agua subterránea, cuyo criterio es de acatamiento obligatorio, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) institución que le corresponde el abastecimiento de agua a las poblaciones en calidad, cantidad y oportunidad adecuadas y que para ello debe desarrollar infraestructura hidráulica para aprovechar el agua que por su Ley Constitutiva le fue asignada en concesión de pleno derecho para este fin y del Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones a través de su Dirección de Aguas, que posee la responsabilidad de rectoría en la gestión del agua a nivel nacional.

Después de un proceso de 12 campañas (meses) de medición de niveles de aguas subterráneas realizados por SENARA, A y A y Dirección de Aguas. Campaña de geofísica y aforos, pruebas de infiltración elaborados por A y A, también un muestreo de suelos para determinar capacidad de campo, punto de marchites, densidad, el cual fue contratado los análisis de laboratorio por medio de Dirección de Aguas del MINAET, monitoreo de la calidad de agua, se da por concluido el estudio hidrogeológico de Potrero y Brasilito.

De AyA

De SENARA

Eduardo Lezama y Viviana Ramos S.

Roberto Ramírez y Bernal Soto

De Dirección de Aguas de MINAET

José Miguel Zeledón y Andrea Barrantes



**SERVICIO NACIONAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS,  
RIEGO Y AVENAMIENTO  
SENARA**



**Dirección de Investigación y Gestión Hídrica  
Unidad de Investigación**

**Estudio Hidrogeológico de los acuíferos de Playa Potrero  
y Playa Brasilito.**

**Diagnóstico del potencial de explotación y rendimiento  
sostenible del acuífero**

**Preparado por:  
Geól. María Magdalena Monge Cordero**

**JUNIO 2012**



## Resumen

La geología se encuentra constituida tanto por materiales de origen ígneo como sedimentario. El basamento de esta secuencia lo constituyen basaltos, radiolaritas y gabros del Complejo de Nicoya, el cual es sobreyacido por aluviones.

Se inventarió un total de 82 pozos en ambas cuencas. El caudal estimado de extracción de agua subterránea es de 151,1 L/s en Potrero y 141,1 en Brasilito.

La precipitación anual en la zona es de 1743,1 mm tomada de la estación meteorológica Santa Cruz.

Mediante el método de balance hídrico de suelos se estableció una recarga potencial al sistema acuífero de 470,14 L/s en Potrero y 138,92 L/s en Brasilito. Por otra parte, mediante el análisis de hidrogramas de pozos la recarga obtenida fue de 432,14 L/s en Potrero y 186,6 L/s en Brasilito.

El rendimiento sostenible se estableció a partir de la recarga obtenida mediante la metodología de hidrogramas de pozos. Considerando exclusivamente la utilización de un 40% de esta recarga, se establece la existencia de un caudal utilizable de 173 L/s para Potrero y 74,64 L/s para Brasilito.



## Agradecimientos

Se quiere agradecer a los compañeros del SENARA, Jonathan Chinchilla Cortés y Julio Elizondo Méndez Pedro Bermudez, así como a Roberto Ramírez, jefe de la Unidad de Investigación Hídrica, por su apoyo en la elaboración del presente informe y la aclaración de conceptos. Se agradece al Ing. Bernal Soto Zuñiga, Gerente General del SENARA quien siempre estuvo en la mejor disposición de colaborar en el proyecto.

Se agradece a la geóloga Viviana Ramos Sánchez Master en Hidrogeología de la Dirección Área Funcional de Hidrogeología UEN de Gestión Ambiental de A y A, por todo el apoyo logístico y aporte de personal de campo (pruebas de infiltración, de suelos, aforos y otras) contratación de geofísica y en general por su apoyo en la elaboración de este informe. También se agradece al Ing, Eduardo Lezama, Subgerente de A y A, quien apoyo este proyecto.

A los técnicos Pedro Bermúdez del SENARA, Marvin Gómez, Francisco Segura, Elicinio Segura, Carlos Murillo y Christian Corrales del AyA por la recopilación de información en el campo y el apoyo en el levantamiento de la red de monitoreo.

A las geólogas Syra Carrillo y Sofía Ramírez por su apoyo en el campo; a Andrea Barrantes por su aporte en el campo y con la información de concesiones de la zona en estudio. Al mismo tiempo se agradece al Ing. José Miguel Zeledón de la Dirección de Agua del MINAET por su apoyo en el proyecto.

Un especial agradecimiento a Jorge Méndez, Ronald Moreno y demás funcionarios de la Asada de Potrero, por su colaboración en los controles mensuales; y a Greivin Dinarte y Luciano Rodríguez, de la Asada de Brasilito, por su buena disposición durante las mediciones de pozos, así como su gestión en el levantamiento de la red de monitoreo de pozos de Playa Brasilito.

Finalmente, se agradece a todas las personas que con gusto nos permitieron realizar las mediciones en los pozos, y nos trataron como amigos en la zona.



## Contenido

Resumen.....	2
Agradecimientos.....	3
Capítulo I: Introducción.....	7
Objetivos.....	7
Equipo de trabajo.....	7
Metodología.....	8
Justificación.....	8
Ubicación.....	9
Antecedentes.....	10
Capítulo II: Geología.....	11
Geología Regional.....	11
Capítulo III: Geomorfología.....	18
Formas de origen denudacional.....	18
Formas de origen fluvial.....	19
Formas de origen marino.....	19
Capítulo IV: Hidrogeología.....	21
Parámetros hidráulicos del suelo.....	21
Aforos.....	27
Datos climatológicos.....	29
Geofísica.....	30
Inventario de pozos.....	31
Modelo Hidrogeológico Conceptual.....	32
Disponibilidad de agua en los acuíferos.....	40
Riesgo de contaminación por intrusión salina.....	53
Conclusiones.....	65
Recomendaciones.....	67
Referencias bibliográficas.....	68
Anexos.....	70



## Lista de tablas

- Tabla 1:** Análisis de suelo.
- Tabla 2:** Pruebas de infiltración (AyA).
- Tabla 3:** Resultados de aforos en Potrero y Brasilito.
- Tabla 4:** Datos de Estación Santa Cruz (Promedios mensuales de datos climáticos).
- Tabla 5:** Usos de pozos inventariados.
- Tabla 6:** Resumen de parámetros hidrogeológicos para los acuíferos de la zona.
- Tabla 7:** Datos necesarios para la metodología de Schosinsky (2006).
- Tabla 8:** Valores de ETP, según metodología de Hargreaves y Samani (1985).
- Tabla 9:** Resumen de balances hídricos – recarga potencial, según metodología de Schosinsky (2006).
- Tabla 10:** Cambios de almacenamiento de gabros en la cuenca de Potrero.
- Tabla 11:** Cambios de almacenamiento de aluviones en la cuenca de Potrero.
- Tabla 12:** Cambios de almacenamiento de aluviones en la cuenca de Brasilito.
- Tabla 13:** Parámetros para cálculo de recarga.
- Tabla 14:** Recarga de la cuenca de Potrero y Brasilito a partir de hidrogramas de pozos.
- Tabla 15:** Resumen de valores de recarga y comparación de metodologías.
- Tabla 16:** Variables para la estimación de caudal de extracción por pozo según uso reportado.
- Tabla 17:** Estimación de extracción en las playas Potrero y Brasilito.
- Tabla 18:** Estimación de caudal liberado al mar en las playas Potrero y Brasilito.
- Tabla 19:** Caudal utilizable en las cuencas de las playas Potrero y Brasilito.
- Tabla 20:** Datos para la estimación de la interfase agua dulce – agua salada.
- Tabla 21:** Profundidad de la interfase en Playa Potrero.
- Tabla 22:** Profundidad de la interfase en Playa Brasilito (a).
- Tabla 23:** Profundidad de la interfase en Playa Brasilito (b).
- Tabla 24:** Análisis químicos en Potrero y Brasilito.
- Tabla 25:** Valores según Reglamento para la Calidad del Agua Potable, N°32327-S.
- Tabla 26:** Clasificación química del agua en Potrero y Brasilito, a partir del diagrama triangular de Piper.

## Lista de figuras

- Figura 1:** Ubicación de las cuencas de Playa Potrero, Playa Potrero y Quebrada Brasilar.
- Figura 2:** Mapa geológico y estructural del área de estudio.
- Figura 3:** Perfiles geológicos en el área de estudio.
- Figura 4:** Perfiles A – A' y B – B'.
- Figura 5:** Perfiles C – C' y D – D'.
- Figura 6:** Perfiles E – E' y F – F'.



- Figura 7:** Perfiles G – G' y H – H'.
- Figura 8:** Mapa geomorfológico de la zona de estudio.
- Figura 9:** Ubicación de las muestras de suelo en la zona de Playa Potrero.
- Figura 10:** Ubicación de las muestras de suelo en la zona de Playa Brasilito.
- Figura 11:** Ubicación de las pruebas de infiltración en la zona de Playa Potrero.
- Figura 12:** Ubicación de las pruebas de infiltración en la zona de Playa Brasilito.
- Figura 13:** Ubicación de aforos realizados en Potrero y Brasilito.
- Figura 14:** Ubicación de pozos inventariados.
- Figura 15:** Elementos hidrogeológicos en Potrero.
- Figura 16:** Elementos hidrogeológicos en Brasilito.
- Figura 17:** Elementos hidrogeológicos en Quebrada Brasilar.
- Figura 18:** Isopotenciales correspondientes a pozos que captan gabros, en Potrero.
- Figura 19:** Isopotenciales correspondientes a pozos que captan aluviones, en Potrero.
- Figura 20:** Isopotenciales correspondientes a pozos que captan gabros, en Brasilito.
- Figura 21:** Isopotenciales correspondientes a pozos que captan gabros y aluviones, en Brasilito.
- Figura 22:** Clasificación de Kv a partir del uso de suelo.
- Figura 23:** Identificación de las áreas utilizadas para el cálculo de balance hídrico de suelos.
- Figura 24:** División de tubos de flujo para la descarga al mar, con respecto a los pozos marcados.
- Figura 25:** Mapa de isoconductividades eléctricas en Potrero, para el mes de setiembre, 2011.
- Figura 26:** Mapa de isoconductividades eléctricas en Brasilito, para el mes de setiembre, 2011.
- Figura 27:** Ubicación de pozos muestreados para análisis químico del agua.
- Figura 28:** Mapa de isoconductividades eléctricas en Potrero, para marzo, 2012.
- Figura 29:** Mapa de isoconductividades eléctricas en Brasilito, para el mes de marzo, 2012.
- Figura 30:** Diagrama triangular de Piper con los resultados de las 15 muestras tomas en Potrero y Brasilito.
- Figura 31:** Zonas de regulación para perforación de pozos de producción.

## **Lista de anexos**

- Anexo 1:** Información de las muestras de suelo tomadas en el campo.
- Anexo 2:** Información de aforos realizados en las playas Potrero y Brasilito.
- Anexo 3:** Inventario de pozos encontrados en el campo.
- Anexo 4:** Resultados de muestreo de agua para análisis químicos.





## Capítulo I: Introducción

### Objetivos

#### Objetivo general

Calcular la disponibilidad de agua que existe en los acuíferos de las playas Potrero y Brasilito, en la zona costera del cantón de Santa Cruz, Guanacaste.

#### Objetivo específico

- Realizar un modelo hidrogeológico conceptual a partir de la información de pozos disponibles en la zona.
- Determinar la vulnerabilidad a la contaminación por intrusión salina de los acuíferos de la zona en estudio.
- Calcular el balance hídrico de los acuíferos de la zona y conocer la disponibilidad de agua que existe en los mismos.

### Equipo de trabajo

Este estudio hidrogeológico se lleva a cabo con la coordinación entre el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), y la Dirección de Aguas del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET).

A lo largo de la elaboración del proyecto, se contó con la participación de las siguientes personas:

- Geól. María Magdalena Monge Cordero (SENARA)
- Geól. Julio Elizondo Méndez (SENARA)
- Geól. Jonathan Chinchilla Cortés (SENARA)
- Geól. Roberto Ramírez Chavarría (SENARA)
- Téc. Pedro Bermúdez Marín (SENARA)
- Téc. Francisco Segura (AyA)
- Téc. Christian Corrales Díaz (AyA)
- Téc. Marvin Gómez (AyA)
- Téc. Carlos Murillo (AyA)
- Téc. Elicinio Segura (AyA)
- Geól. Sofía Ramírez (AyA)
- Vanessa Solano (Estudiante Geología UCR)
- Geól. Andrea Barrantes (MINAET)



- Ing. Andrés Phillips (MINAET)
- Geól. Syra Carrillo (MINAET)

## Metodología

Para realizar el estudio hidrogeológico solicitado, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Recopilación de información bibliográfica de la zona, entre ella información geológica, estructural e hidrogeológica.
- Revisión de bases de datos de pozos en el SENARA y la Dirección de Aguas del MINAET, para obtener datos de los acuíferos.
- Obtener información de datos climatológicos en la base de datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN).
- Definición y medición de una red de monitoreo de pozos, ubicados en el área de estudio.
- Caracterización de los acuíferos y los suelos de la zona mediante pruebas de infiltración, análisis de suelos, aforos de ríos y sondeos eléctricos verticales (SEV's).
- Realizar un modelo hidrogeológico conceptual de los acuíferos de la zona, a partir de la información de pozos.
- Calcular el balance hídrico de los acuíferos de la zona y conocer la disponibilidad de agua en los mismos.

## Justificación

El presente estudio se lleva a cabo acatando la Resolución N°2010012556, en atención al expediente 08-011467-0007-CO, de la Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia, donde indica que “El SENARA... *debe realizar un estudio que determine la capacidad de recarga, disponibilidad u oferta del acuífero del cual obtienen el agua los pozos MTP-123 y MTP-125...*”, ubicados en Playa Potrero, del cantón de Santa Cruz.

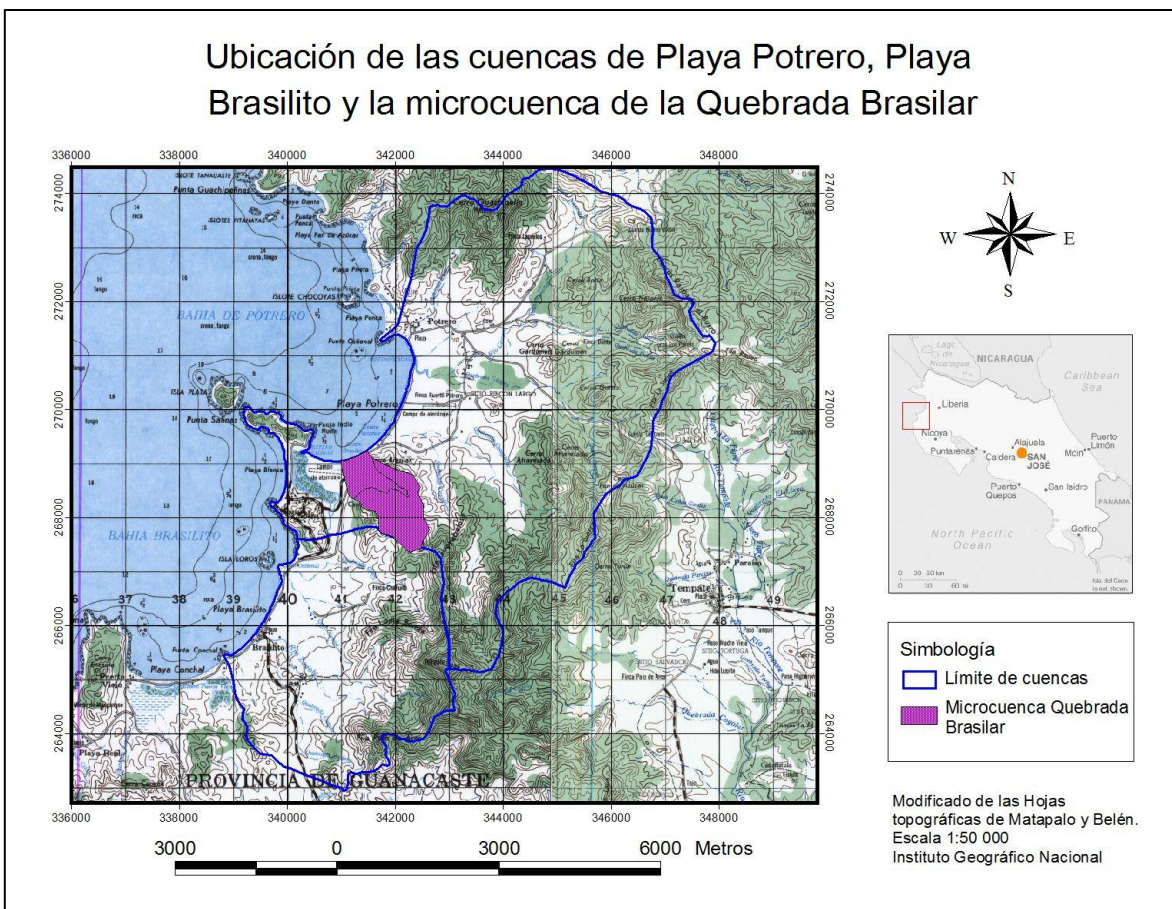
Al mismo tiempo, en coordinación con el AyA, la Dirección de Aguas del MINAET y el SENARA, se indica en la resolución que “...*se debe efectuar un estudio que determine la vulnerabilidad a la contaminación por intrusión salina del acuífero del cual obtienen el agua los pozos MTP-123 y MTP-125...*”.



## Ubicación

El área de estudio se ubica en la provincia de Guanacaste (06), en el cantón de Santa Cruz (03), distrito Tempate (04), específicamente en las cuencas de las playas Potrero y Brasilito. Abarca las localidades de Potrero, Brasilito y Surfside, situadas en la zona costera.

Se encuentra entre las coordenadas 263 000 – 275 000 latitud norte, y 338 000 – 348 000 longitud este, de las hojas Matapalo y Belén, escala 1:50 000, del Instituto Geográfico Nacional, para un área total de 51,48 km<sup>2</sup> (Fig. 1).



**Figura 1:** Ubicación de las cuencas de Playa Potrero, Playa Brasilito, y la Quebrada Brasilar.



## Antecedentes

En el área de estudio se presentan varios estudios geológicos e hidrogeológicos, entre ellos:

- Morera (1995) indica que en la zona se da la recarga directa, y según análisis de las aguas, se concluye que en Flamingo hay intrusión salina.
- Rodríguez (2011) estima la recarga en la microcuenca de la quebrada Brasilar. Al mismo tiempo, realiza estudios de geofísica, suelos, pruebas de infiltración en el sitio. El fin de esta investigación es el de saber si los pozos MTP-123 y MTP-125 pueden ser explotados a un mayor caudal del concesionado.
- Arellano et al. (2011a) realizan un estudio hidrogeológico en Playa Potrero, con el objetivo de determinar el potencial explotable del acuífero de la zona. Se efectúan las estimaciones para la recarga del acuífero, la descarga del mismo en la costa, el recurso disponible para el desarrollo de la zona, la capacidad de la Asada para suplir la demanda actual, y el análisis de vulnerabilidad intrínseca del acuífero. Se determina que la Asada de Potrero no tiene la capacidad para suministrar agua a los nuevos servicios, por lo que deben realizar un nuevo pozo con un caudal de al menos 9,3 L/s.
- Arellano et al. (2011b) realizan un estudio hidrogeológico – geofísico de la zona de Brasilito, mediante la contratación No. 2011CDS-000167-PRI, del Área Funcional de Hidrogeología, UEN Gestión Ambiental AyA, el cual consiste de 15 sondeos eléctricos verticales, donde se identifican aluviones, rocas del Complejo de Nicoya fracturadas y sanas, y el acuífero en el área, compuesto por las dos primeras litologías mencionadas. En este estudio se infiere la interfase de agua dulce – agua salada en la costa.
- La información generada por los informes anteriores de Arellano et al. (2011)(a) y Rodríguez (2011) se utilizó como base pero no así las conclusiones.



## Capítulo II: Geología

### Geología Regional

Según Denyer & Arias (1993), el Complejo ofiolítico de Nicoya se diferencia en tres unidades:

#### **Basaltos**

Se asocian con la Unidad Matapalo y Esperanza, según Kuijpers (1979, 1980), o al Complejo Inferior (Gursky, 1989). De color verde a gris oscuro con vetillas de calcedonia, zeolitas, ópalo y a veces calcita. Algunos basaltos presentan textura microscópica spinifex, siendo un indicio de enfriamiento rápido (Augusthis, 1978). Están intensamente fracturados lo que indica que han sido sometidos a un intenso tectonismo. La mayoría de los basaltos se originaron en una dorsal medio oceánica (Wildberg, 1987) y otra parte se formaron por volcanismo interplaca (Meschede et al., 1988). Se relacionan con manifestaciones extrusivas de un punto caliente que también dio origen a los intrusivos.

#### **Radiolaritas**

Parte de la Unidad Matapalo o Formación Punta Conchal, según Gursky (1989). Son rocas pelágicas de grano fino a muy fino, estratificadas y con variedad de colores rojo, verde, amarillo, blanco, gris y negro. Se encuentran replegadas, con pliegues cerrados, isoclinales y tipo chevron, con alto grado de fallamiento. Están asociadas con mineralizaciones de Mn-Fe producto de alteración hidrotermal, transformando las radiolaritas en jaspes y pedernales. Existen mineralizaciones de nódulos de manganeso. De acuerdo con Denyer y Kuijpers (1979), estas radiolaritas se relacionan con vulcanismo exhalativo de fondo oceánico.

Sobreyace en disconformidad a la Unidad de Basaltos y es intruida por gabros y diabasas de la Unidad Potrero.

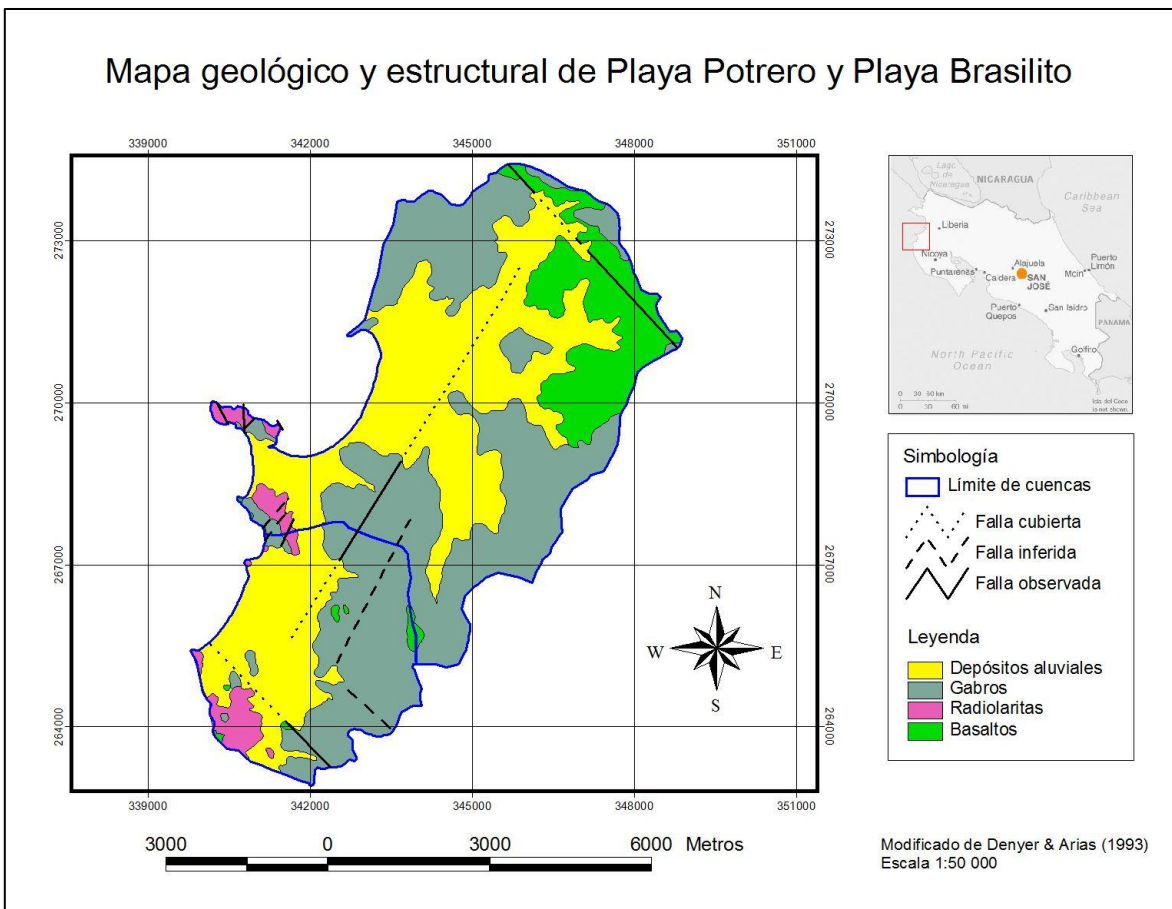
#### **Intrusivo Potrero**

Compuesto por gabros (microgabros o diabasas), doleritas y algunos plagiogranitos. Los gabros son de color oscuro y poseen acumulaciones esferoidales de piroxenos, se pueden encontrar como diques y sills. A nivel macroscópico pueden ser difíciles de diferenciar de los basaltos, pero presentan una meteorización en forma de arenización. Están relacionados a diques de doleritas con nódulos de anortosita. Estos diques se asocian con intrusiones generadas en puntos calientes, dorsales, dorsales asísmicas y fallas transformadas.



## Depósitos recientes

Son sedimentos aluviales recientes que cubren gran parte de la geología regional. Los espesores máximos están al norte de Filadelfia y al este de Belén, con valores de 70 y 60 m respectivamente. En la hoja Matapalo y Punta Gorda el espesor no pasa de 20 m.

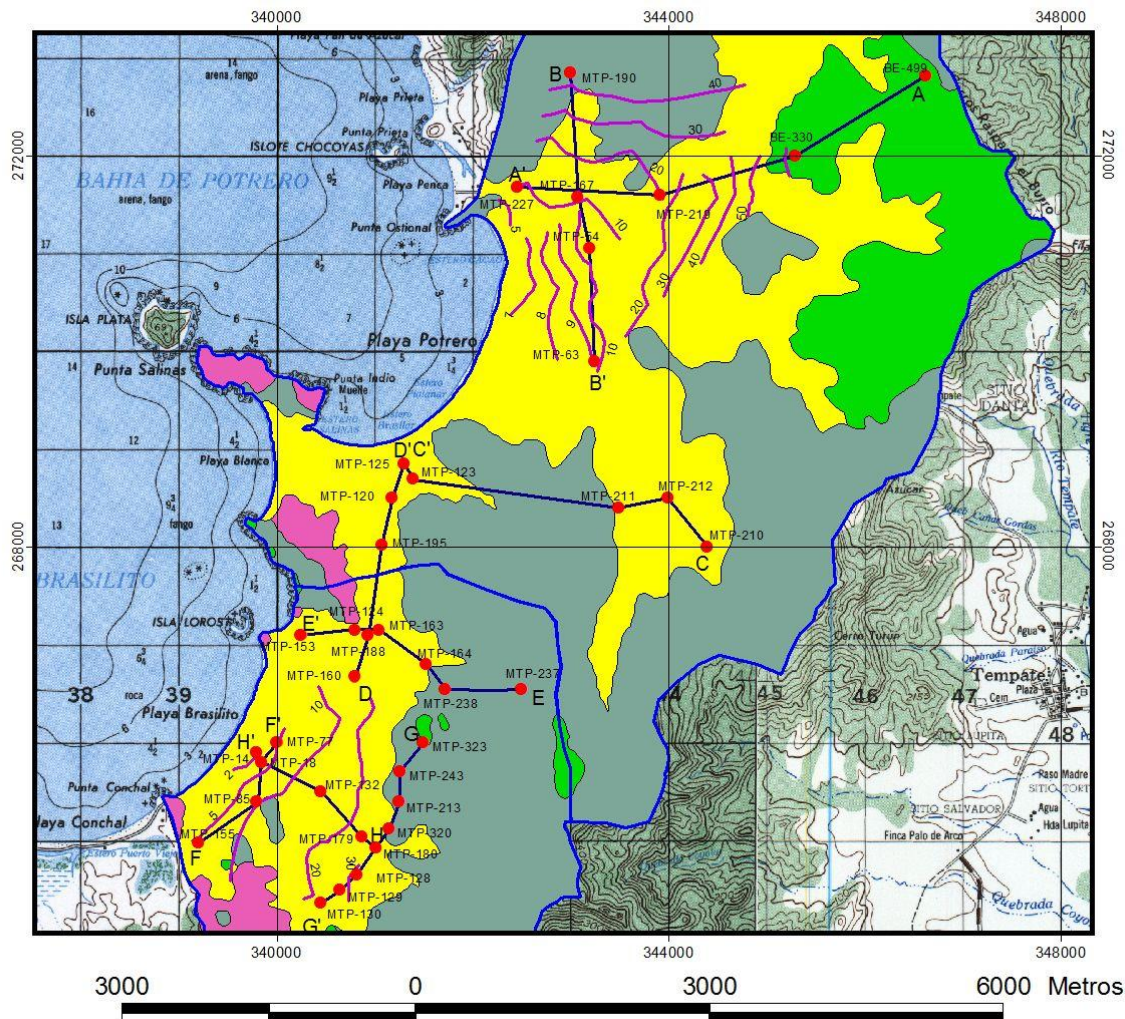


**Figura 2:** Mapa geológico y estructural del área de estudio. Modificado de Denyer & Arias (1993).

A continuación se presentan algunos perfiles geológicos trazados en las cuencas de Potrero y Brasilito, utilizando la información de pozos de la Base de Datos del SENARA.



## Ubicación de perfiles geológicos en Potrero y Brasilito

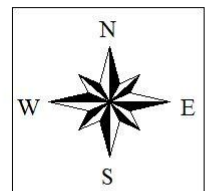


**Simbología**

- Límite de cuencas
- ▬ Perfiles geológicos
- Pozos utilizados para los perfiles

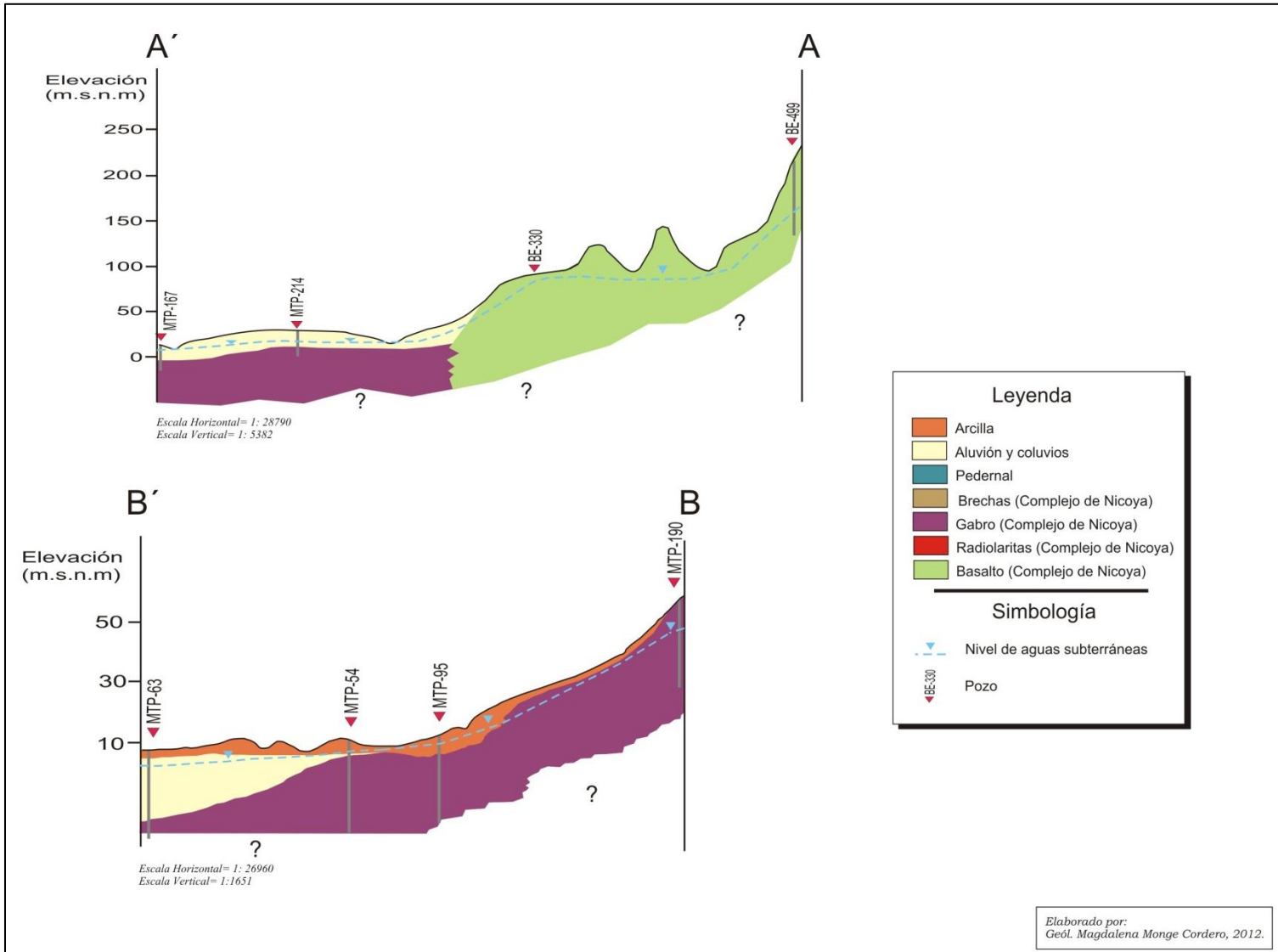
**Leyenda**

- Depósitos aluviales
- Gabros
- Radiolaritas
- Basaltos



Modificado de Denyer & Arias (1993)  
Escala 1:50 000

Figura 3: Perfiles geológicos en el área de estudio.



**Figura 4:** Perfiles A – A' y B – B'.



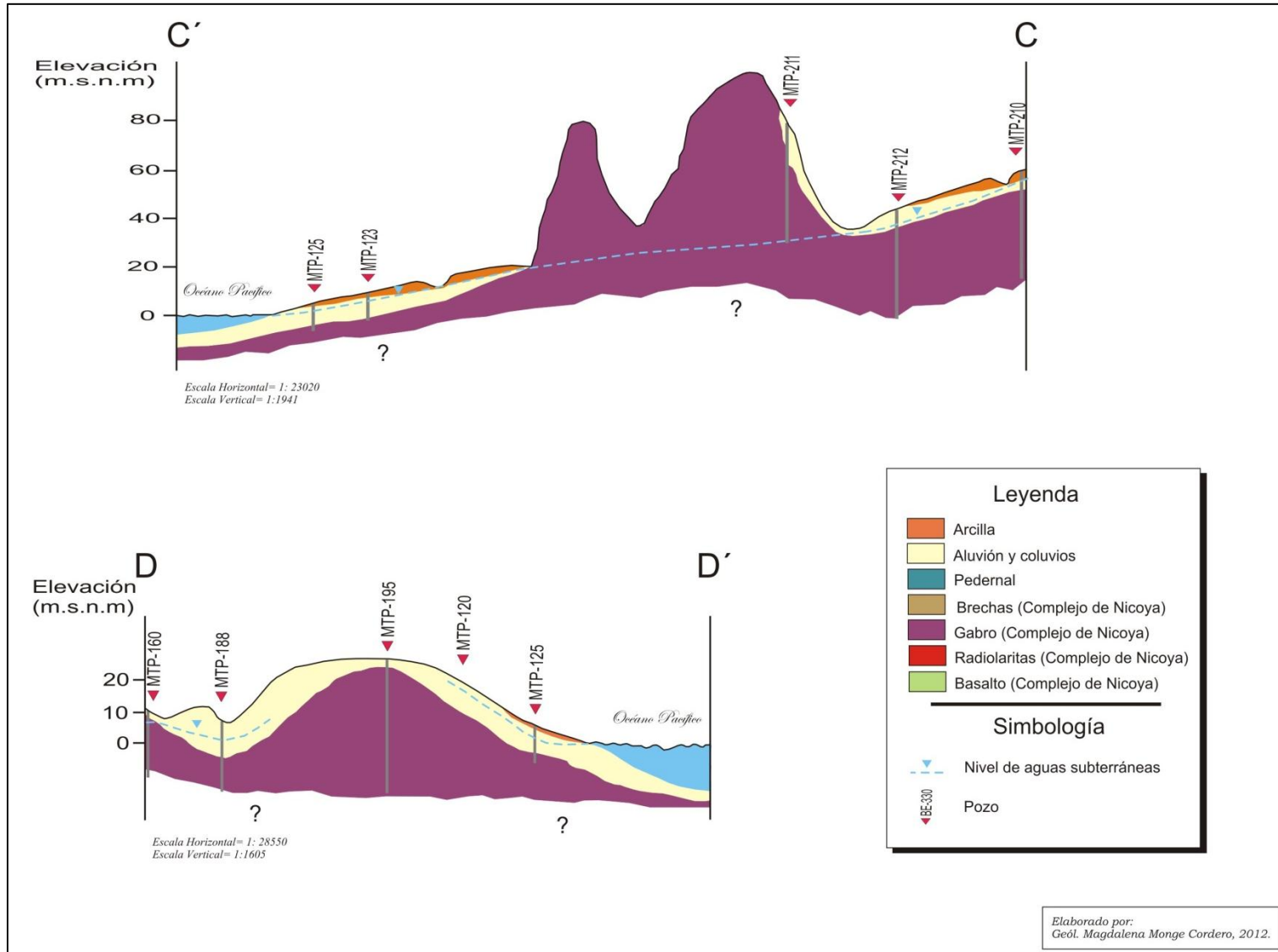
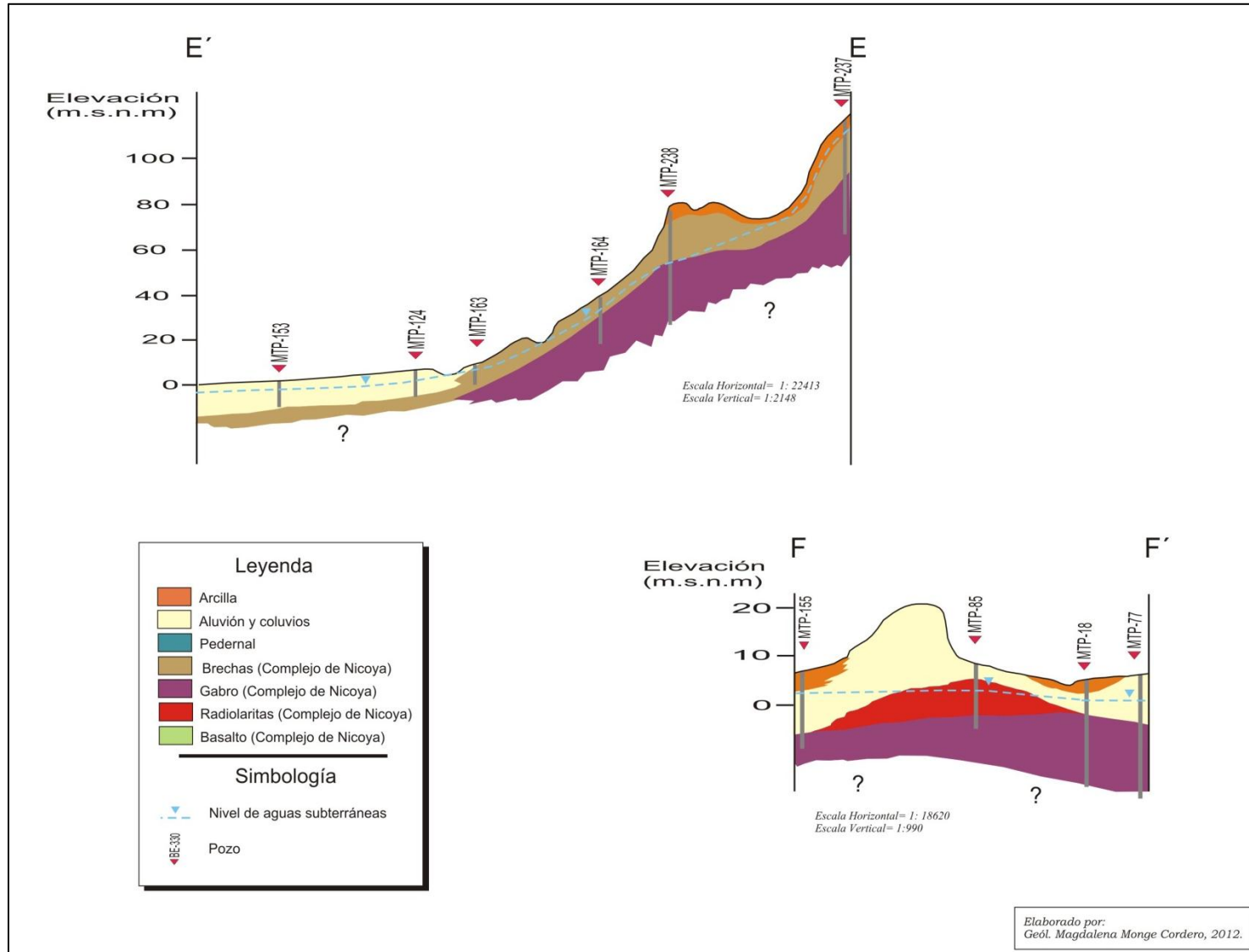
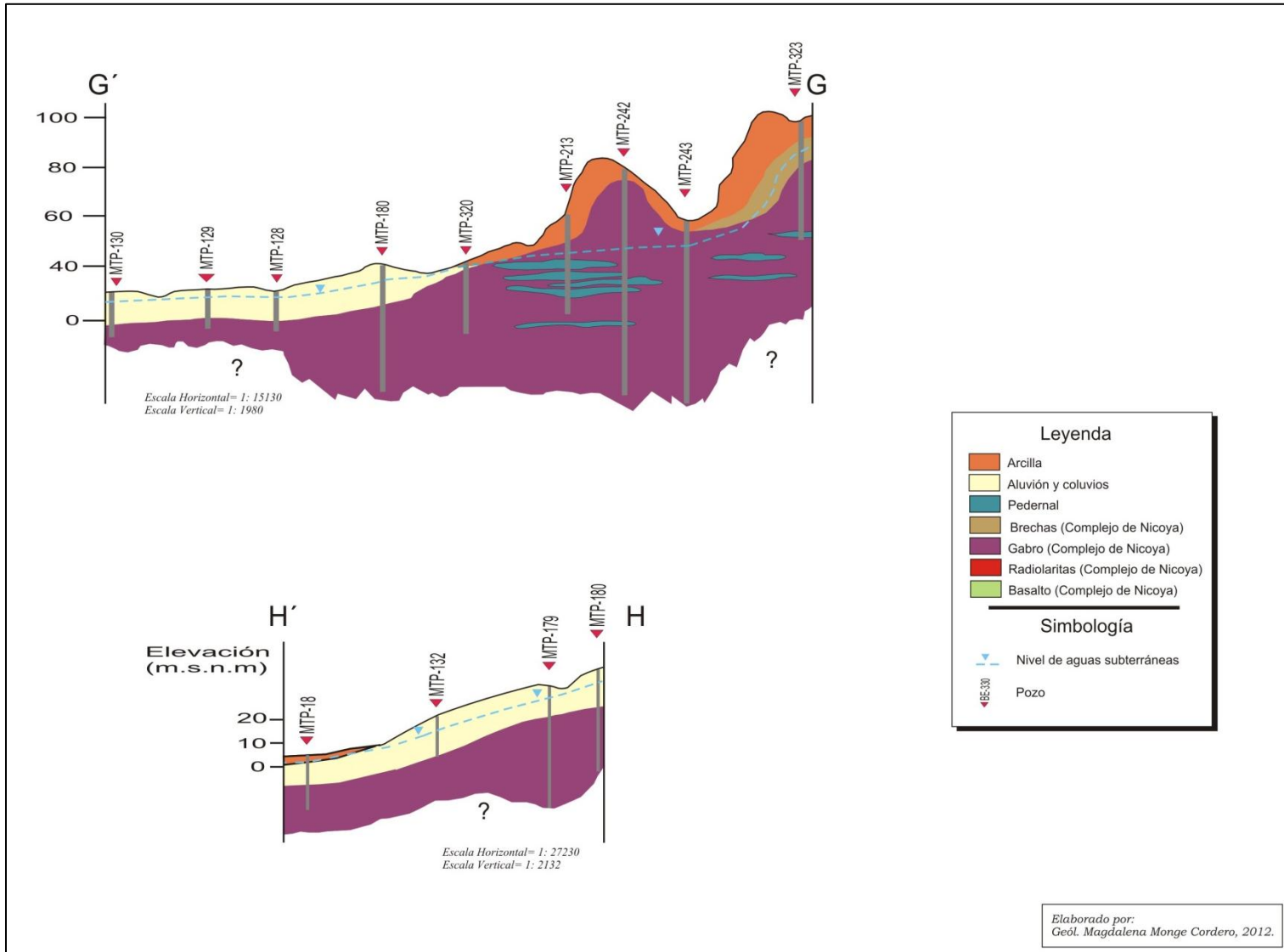


Figura 5: Perfiles C – C' y D – D'.



**Figura 6:** Perfiles E – E' y F – F'.

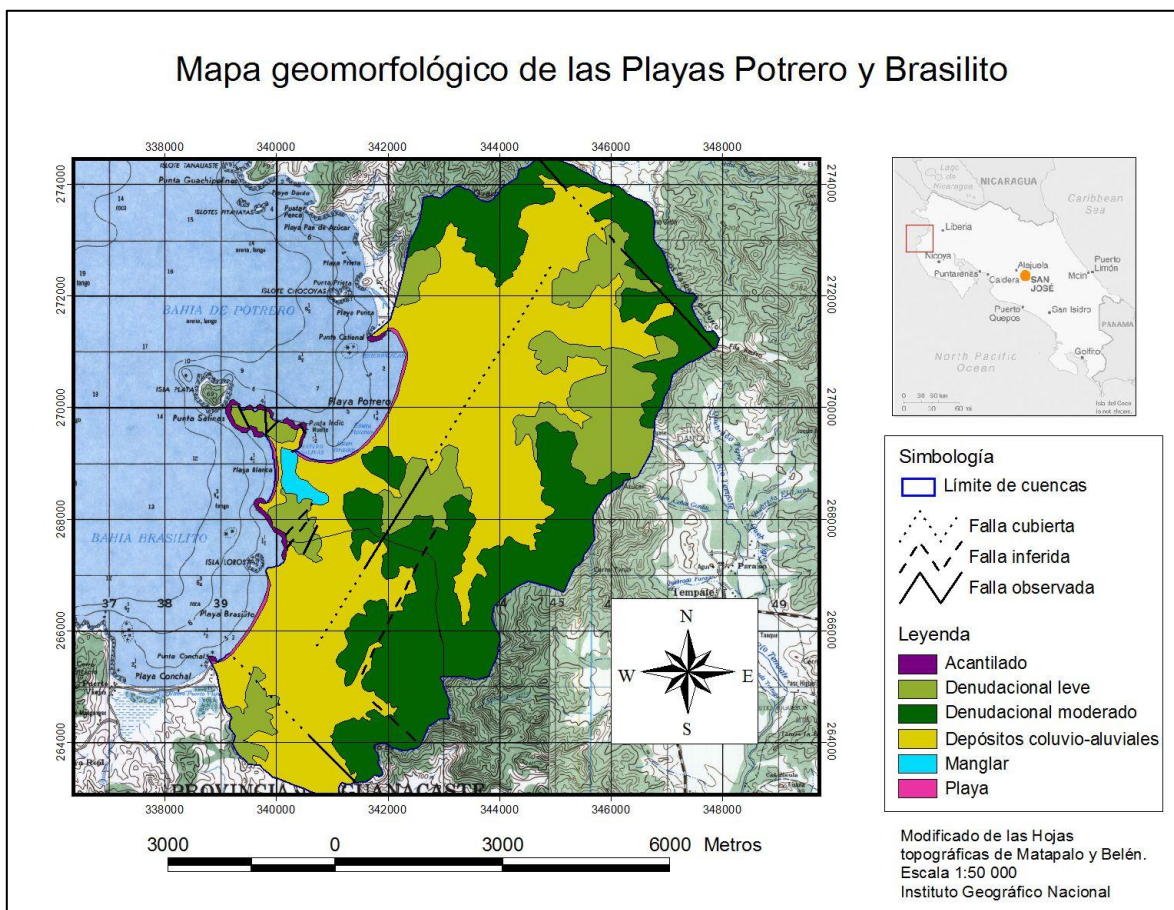


**Figura 7:** Perfiles G – G' y H – H'.



## Capítulo III: Geomorfología

Utilizando la clasificación de van Zuidam (1986), se identifican las siguientes morfologías en la zona de estudio (Fig. 9):



**Figura 8:** Mapa geomorfológico de la zona de estudio.

### Formas de origen denudacional

#### Cerros denudacionales, pendiente moderada

Abarca los cerros Guachipelín, parte del Atravesado, Pan de Azúcar, Carrasposo Raspado del Burro y Brasilar, así como las filas Guayabalosa, parte de La Sierra, Loma Bonita y Palo de Arco.

Las pendientes van de 20° a 30°, cuentan con un drenaje dendrítico y están formadas por gabros y basaltos del Complejo de Nicoya.



Al noreste de la cuenca de Potrero se observa un alineamiento en los cerros Raspado del Burro, con dirección NW-SE, asociado a una falla de movimiento vertical.

### **Cerros denudacionales, pendiente leve**

Se identifican en los cerros Naranja y Gordo, al norte de Potrero y al sur de Brasilito, así como parte de las filas La Sierra y Guayabalosa, y la localidad de Flamingo.

Tienen pendientes de 10° a 20°, con un drenaje dendrítico. Se componen de gabros del Complejo de Nicoya.

## **Formas de origen fluvial**

### **Depósitos Coluvio – Aluviales**

El área de esta morfología es de 8,325 km<sup>2</sup> en Brasilito, y 16,695 km<sup>2</sup> en Potrero, y corresponden con las partes más planas de la zona, con una gradiente entre 0° y 10°. La pendiente puede incrementarse en las bases de los cerros, donde se pueden encontrar coluvios.

Está formada por los depósitos aluviales de los ríos Zapote y Cacao, y las quebradas Rejoya, Canelo, Ceiba, Madera, Brasilar, Cucaracha, Cusuca, Guapes, Nancital, Danta, Burro y Pilas. Estos ríos y quebradas son muy rectilíneos, con muy poca sinuosidad.

## **Formas de origen marino**

### **Playas**

Se refiere a la línea de playas Potrero, Brasilito y Blanca. En Potrero se extiende al menos 3,7 km, mientras que en Brasilito y Playa Blanca se extienden por 2 km y 1,3 km respectivamente.

En Playa Potrero desemboca el río Cacao, en el estero del mismo nombre, mientras que en Brasilito desemboca el río Zapote, formando un pequeño manglar.

Estas playas tienen forma de herradura, aunque en Playa Brasilito es más longitudinal. Tienen acantilados a los extremos y pendientes muy suaves. El material es fino, con algunos sectores donde se deposita grava fina.



### **Manglar**

Se encuentra al sureste de Flamingo, desembocando al Estero Salinas. Tiene un área aproximada de 376 m<sup>2</sup>, con topografía muy plana.

### **Acantilado**

Es posible encontrar acantilados en Punta Ostional, Punta Conchal, al sur de Playa Blanca, y en Flamingo.

Presentan pendientes fuertes, con alturas de más de 20 m, y están conformados por gabros y radiolaritas principalmente, con algunos sectores de basaltos.



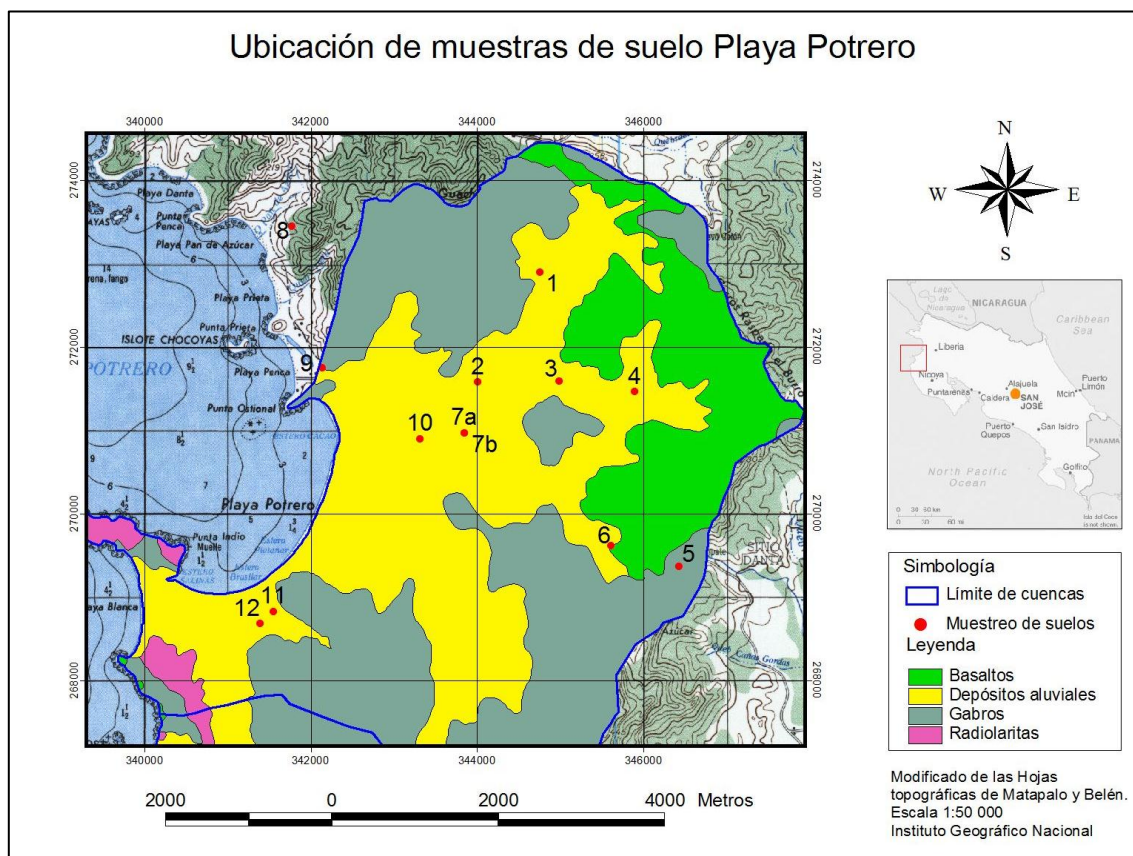
## Capítulo IV: Hidrogeología

### Parámetros hidráulicos del suelo

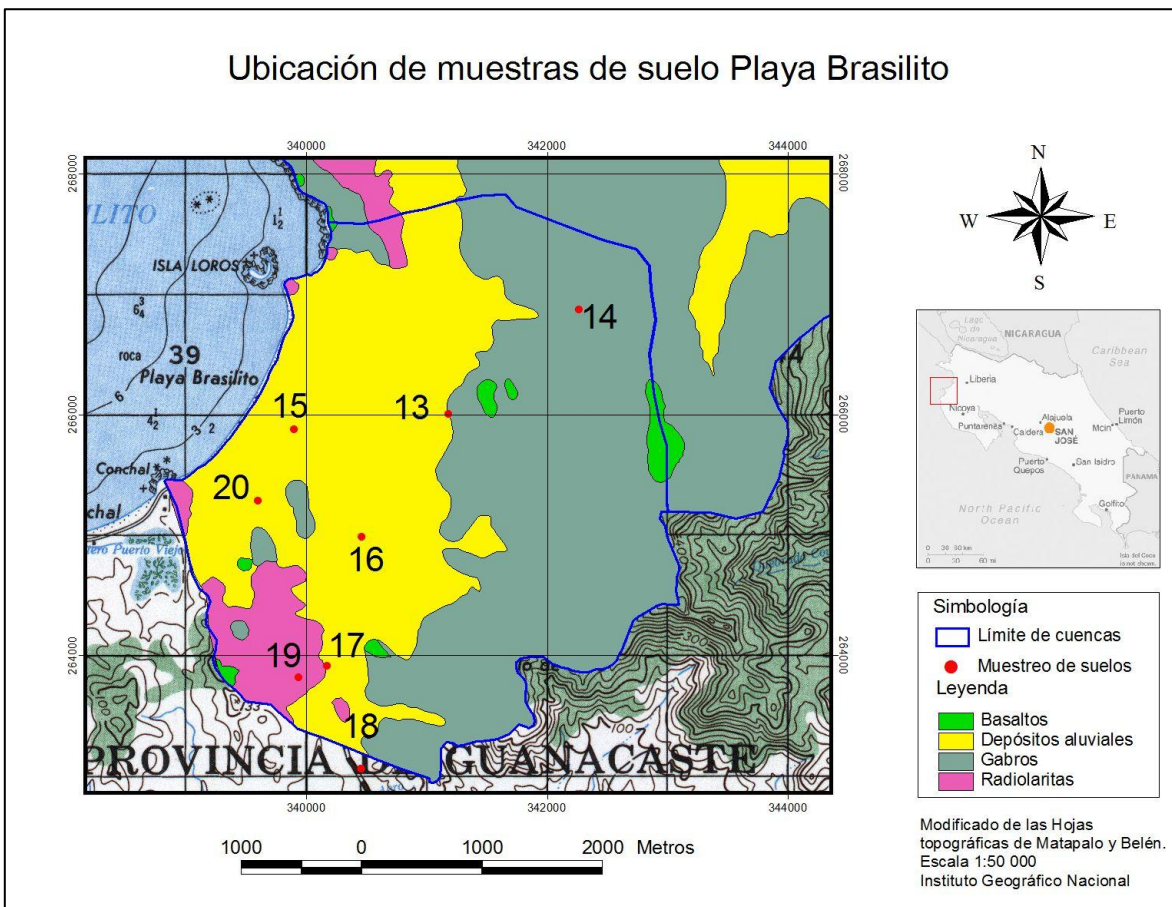
Para la determinación de las características de los suelos en la zona de estudio, se realizaron 54 pruebas de infiltración y se tomaron 20 muestras de suelo, para los 4 tipos de litología encontrada.

Las muestras de suelos fueron tomadas para realizar análisis de textura, porcentaje de humedad, porosidad, capacidad de campo y punto de marchitez, y las mismas fueron analizadas por el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), de la Universidad de Costa Rica. La ubicación de las mismas se observan en las figuras 10 y 11.

En cuando a las pruebas de infiltración, estas se realizaron mediante el método de doble anillo, en la superficie del terreno. La ubicación de las mismas se encuentra en las figuras 12 y 13.

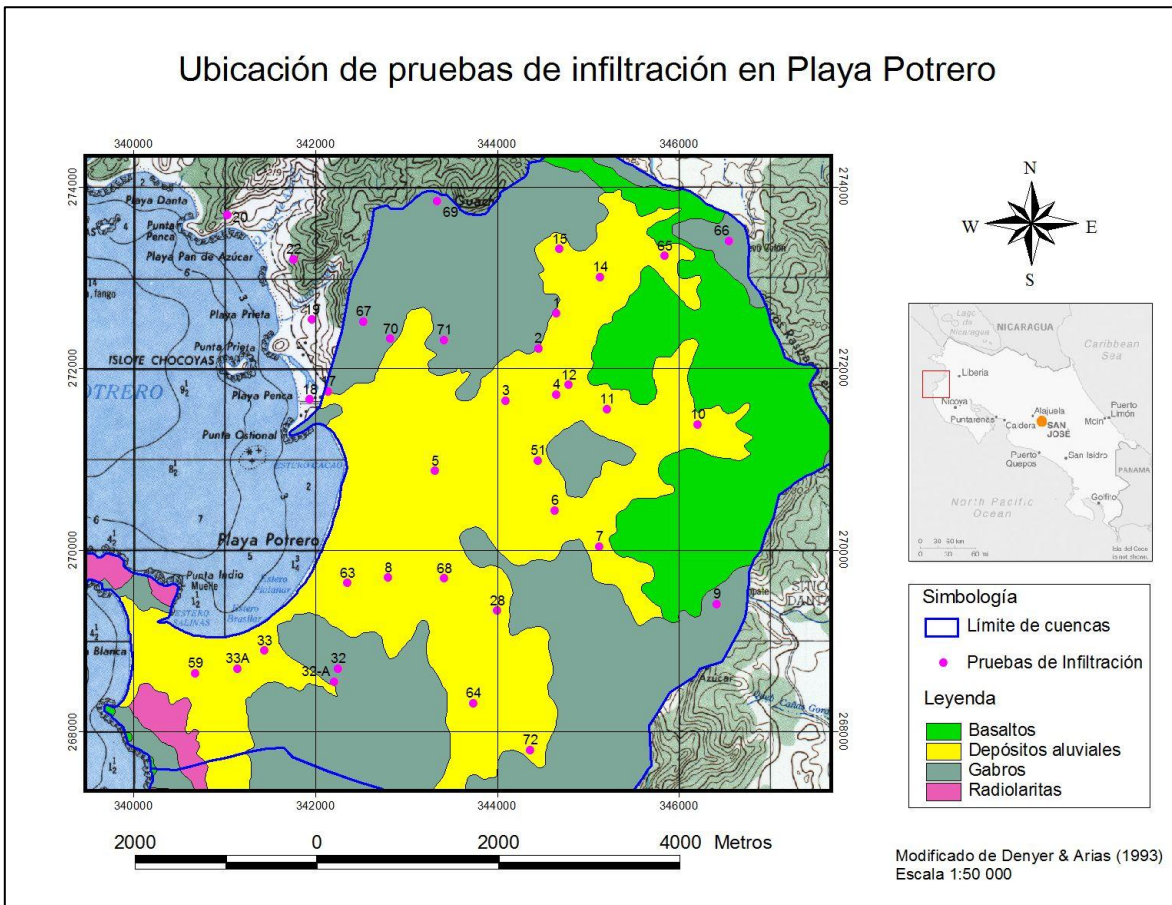


**Figura 9:** Ubicación de las muestras de suelo en la zona de Playa Potrero.

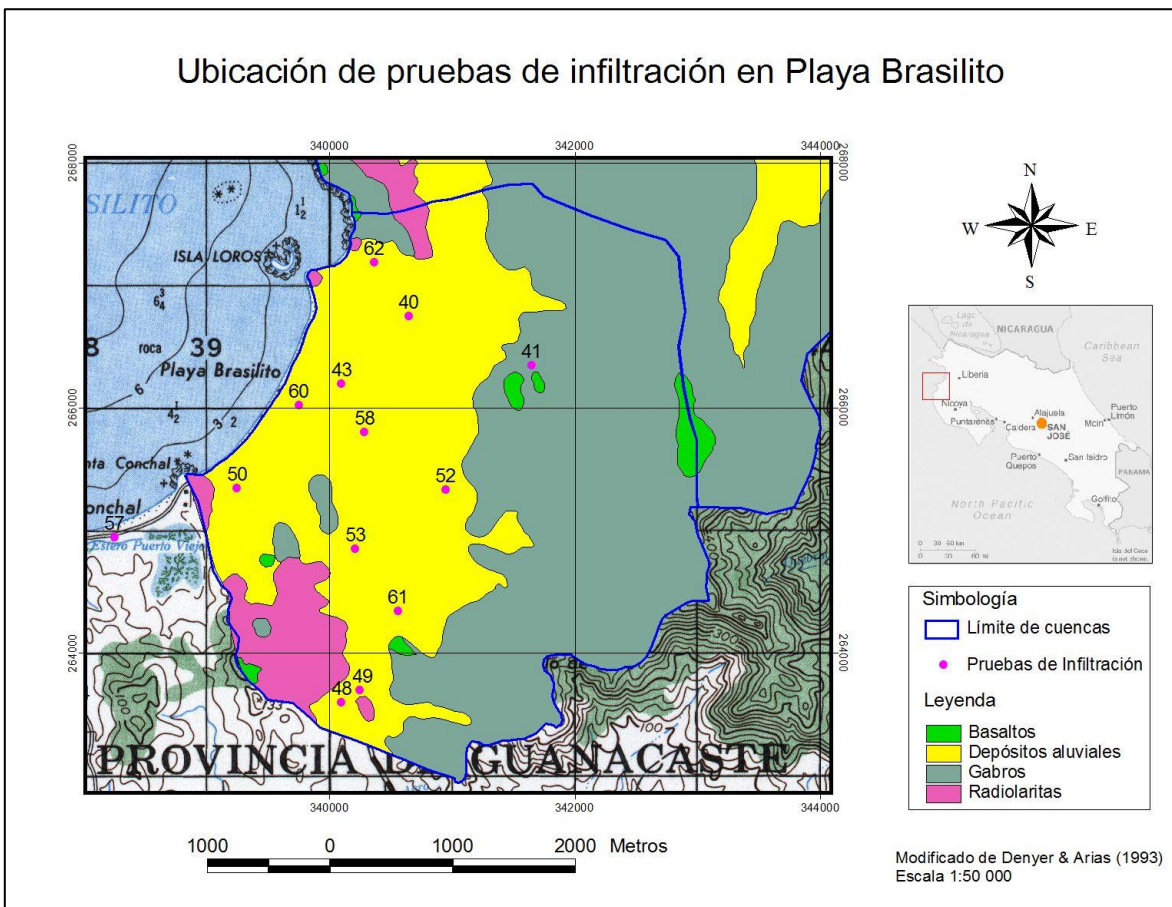


**Figura 10:** Ubicación de las muestras de suelo en la zona de Playa Brasilito.





**Figura 11:** Ubicación de las pruebas de infiltración en la zona de Playa Potrero.



**Figura 12:** Ubicación de las pruebas de infiltración en la zona de Playa Brasilito.

Los resultados de los análisis de suelos se presentan en la tabla 1, y las pruebas de infiltración en la tabla 2. La información adicional de las muestras se encuentra en el anexo 1:

**Tabla 1: Análisis de suelo**

ID Usuario	(%)			Clase Textural	% Retención		% Agua	Humedad	Porosidad
	ARENA	LIMO	ARCILLA		C.C.	P.M.	Útil	%	%
MUESTRA # 1	50	15	35	FRANCO ARCILLO ARENOSO	23	19	4	26	35,5
MUESTRA # 2	57	8	35	FRANCO ARCILLO ARENOSO	29	16	13	26	31,1
MUESTRA # 3	62	10	28	FRANCO ARCILLO ARENOSO	27	14	13	32	60,9
MUESTRA # 4	12	15	73	ARCILLOSO	44	36	8	47	44,5
MUESTRA # 5	23	9	68	ARCILLOSO	35	29	6	38	50,6
MUESTRA # 6	23	37	40	FRANCO ARCILLOSO	36	28	8	44	48,5
MUESTRA # 7	20	18	62	ARCILLOSO	34	25	9	34	44,8
MUESTRA # 8	50	10	40	ARCILLO ARENOSO	46	22	24	37	51,6
MUESTRA # 9	18	40	42	ARCILLOSO	28	21	7	32	49,6
MUESTRA # 10	48	12	40	ARCILLO ARENOSO	28	18	10	27	39,8
MUESTRA # 11	25	22	53	ARCILLOSO	27	15	12	30	35,2
MUESTRA # 12	25	20	55	ARCILLOSO	30	22	8	31	31,9
MUESTRA # 13	30	18	52	ARCILLOSO	26	19	7	29	37,2
MUESTRA # 14	50	15	35	FRANCO ARCILLO ARENOSO	34	19	15	26	27,5
MUESTRA # 15	40	18	42	ARCILLOSO	20	15	5	17	26,2
MUESTRA # 16	30	20	50	ARCILLOSO	18	13	5	28	34,2
MUESTRA # 17	34	18	48	ARCILLOSO	35	20	15	36	34,4
MUESTRA # 18	32	25	43	ARCILLOSO	38	25	13	36	33,8
MUESTRA # 19	50	20	30	FRANCO ARCILLO ARENOSO	30	20	10	22	49,8
MUESTRA # 20	48	4	48	ARCILLO ARENOSO	44	29	15	45	52,4



**Tabla 2: Pruebas de infiltración (A y A)**

Prueba	X	Y	Z	K-(mm/día)	K-(cm/min)	K-(cm/seg)
1	344658	272610	52	210,24	0,0146	0,00024333
2	344456	272225	33	964,8	0,067	0,00111667
3	344097	271650	30	779,04	0,0541	0,00090167
4	344653	271718	40	200,16	0,0139	0,00023167
5	343321	270874	26	2288,16	0,1589	0,00264833
6	344640	270441	38	155,52	0,0108	0,00018
7	345126	270040	41	1962,72	0,1363	0,00227167
8	342800	269700	60	210,24	0,0146	0,00024333
9	346421	269409	180	953,28	0,0662	0,00110333
10	346207	271387	107	97,92	0,0068	0,00011333
11	345214	271557	103	175,68	0,0122	0,00020333
12	344791	271820	41	95,04	0,0066	0,00011
14	345138	273011	55	377,28	0,0262	0,00043667
15	344692	273318	79	372,96	0,0259	0,00043167
17	342141	271748	18	1667,52	0,1158	0,00193
18	341945	271661	35	174,24	0,0121	0,00020167
19	341968	272539	20	1337,76	0,0929	0,00154833
20	341034	273691	72	528,48	0,0367	0,00061167
22	341767	273206	75	378,72	0,0263	0,00043833
32	342258	268700	22	4528,8	0,3145	0,00524167
33	341444	268895	15	4186,08	0,2907	0,004845
40	340650	266750	25	266,4	0,0185	0,00030833
41	341650	266350	80	2782,08	0,1932	0,00322
43	340100	266200	20	129,6	0,009	0,00015
50	339250	265350	5	1677,6	0,1165	0,00194167
48	340100	263600	40	771,84	0,0536	0,00089333
49	340250	263700	44	555,84	0,0386	0,00064333
33A	341146	268696	15	437,76	0,0304	0,00050667
28	344002	269335	40	910,08	0,0632	0,00105333
52	340951	265334	15	482,4	0,0335	0,00055833
53	340214	264853	36	463,68	0,0322	0,00053667
54	337970	263563	16	3833,28	0,2662	0,00443667
55	337570	263937	20	5788,8	0,402	0,0067
57	338250	264948	5	7721,28	0,5362	0,00893667
58	340288	265804	17	1889,28	0,1312	0,00218667
58-A	336922	264049	59	23,04	0,0016	2,6667E-05
59	340682	268646	10	269,28	0,0187	0,00031167



56	337043	264936	16	2158,56	0,1499	0,00249833
51	344450	270991	35	109,44	0,0076	0,00012667
59-A	337056	263017	128	2226,24	0,1546	0,00257667
60	339753	266028	16	218,88	0,0152	0,00025333
61	340562	264350	41	159,84	0,0111	0,000185
62	340368	267188	13	380,16	0,0264	0,00044
63	342354	269640	23	7,2	0,0005	8,3333E-06
64	343743	268318	52	7567,2	0,5255	0,00875833
65	345849	273243	74	734,4	0,051	0,00085
66	346560	273406	213	283,68	0,0197	0,00032833
67	342536	272521	184	5387,04	0,3741	0,006235
68	343422	269690	31	66,24	0,0046	7,6667E-05
69	343347	273842	233	372,96	0,0259	0,00043167
70	342827	272329	42	2960,64	0,2056	0,00342667
71	343422	272318	56	748,8	0,052	0,00086667
72	344370	267803	80	77,76	0,0054	0,00009
32-A	342210	268556	25	3862,08	0,2682	0,00447

## Aforos

Gracias al apoyo del AyA, se obtiene la información de 36 aforos en diferentes quebradas y ríos de las cuencas de Playa Potrero y Playa Brasilito. Los mismos se realizaron entre el 5 y 7 de abril del 2011, durante la época más seca de la zona.

De los 36 aforos, solamente en 2 sitios fue posible realizar una medición de caudal, mientras que en los otros, el resultado obtenido fue de 0 (quebradas y ríos secos). En el punto intermedio de la Quebrada Madera se obtiene un caudal de 0,2 L/s, la misma ubicada en Brasilito. En la parte inferior del Río Cacao, en la cuenca de Potrero, se tiene un caudal de 40 L/s.

A partir de esta información se interpreta que los ríos y quebradas en la zona son influentes. En dos sitios (#1 Inferior y Madera-O#2 Intermedia) se obtienen valores de 40 y 0,20 L/s, el nivel de agua subterránea se encuentra más superficiales y se consideran efluentes durante la época seca. Durante la época lluviosa se consideran los ríos y quebradas como efluentes, debido a que el aumento de los niveles en el acuífero produce una descarga en los mismos.

La información completa se presenta en el anexo 2.

Se presentan a continuación la tabla 3 y figura 14 donde muestran los resultados de los aforos, y su ubicación:

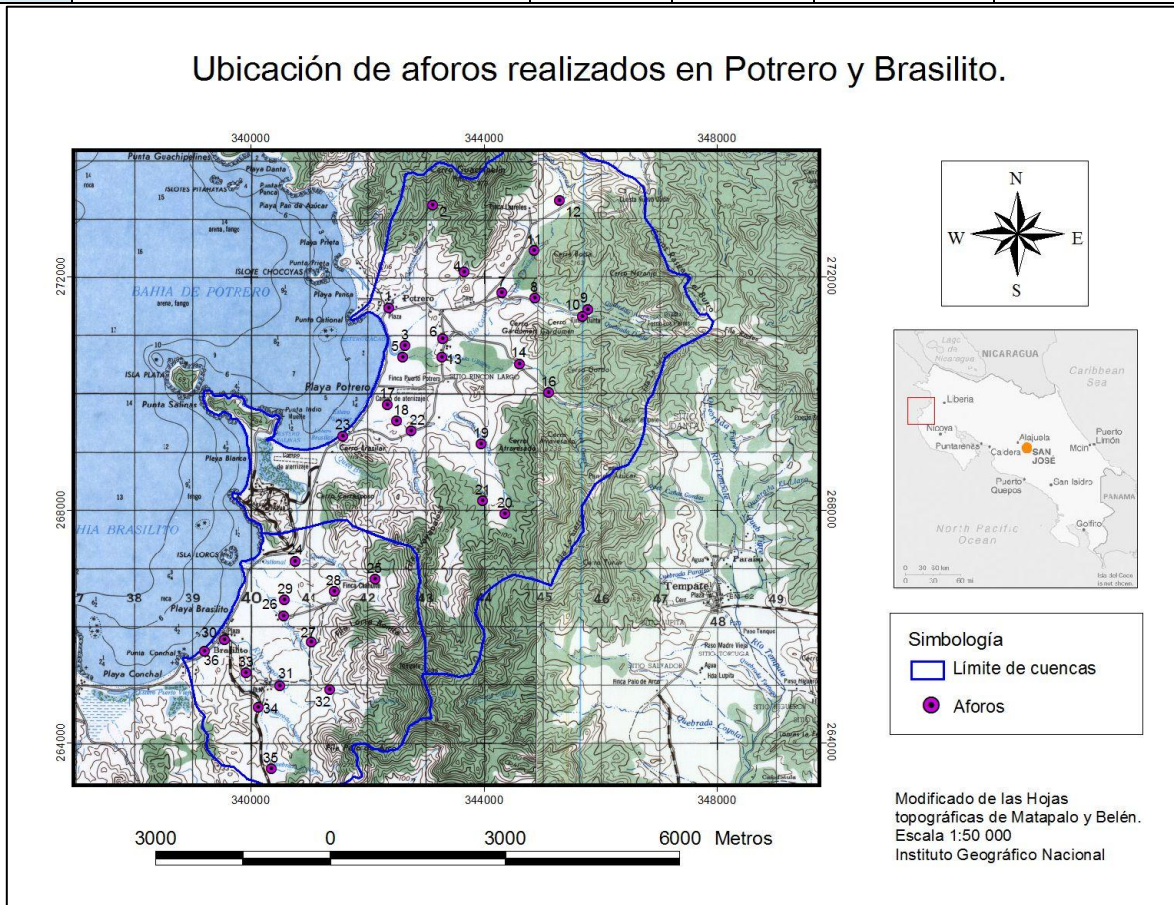


**Tabla 3: Resultados de aforos en Potrero y Brasilito**

No.	Punto	X	Y	Elevación	Caudal (L/s)
1	Quebrada Pilas 1	342364	271467	5	0
2	Quebrada Pilas 2	343127	273225	84	0
3	Quebrada sin nombre 1	342652	270817	5	0
4	Quebrada sin nombre 2	343658	272078	73	0
5	Río Cacao 1	342611	270617	5	40
6	Río Cacao 2	343292	270935	9	0
7	Río Cacao 3	344312	271722	17	0
8	Unión Quebradas Burro y Danta	344867	271628	29	0
9	Quebrada Burro	345788	271441	52	0
10	Quebrada Danta	345691	271321	52	0
11	Quebrada Nancital 1	344861	272445	40	0
12	Quebrada Nancital 2	345295	273302	40	0
13	Quebrada Guapes 1	343275	270615	10	0
14	Quebrada Guapes 2	344604	270503	18	0
15	Quebrada Guapes 3		270296	31	0
16	Quebrada Guapes 4	345111	270008	35	0
17	Quebrada Guapes 5	342341	269807	38	0
18	Quebrada Cucaracha 1	342503	269520	8	0
19	Quebrada Cucaracha 2	343956	269123	36	0
20	Quebrada Cucaracha 3	344360	267933	63	0
21	Quebrada Cucaracha 4	343975	268148	51	0
22	Quebrada Cusuca	342755	269351	12	0
23	Quebrada Brasilar	341585	269265	1	0
24	Quebrada Ceiba 1	340762	267117	8	0
25	Quebrada Ceiba 2	342126	266811	58	0
26	Quebrada Rejoya 1	340568	266181	8	0
27	Quebrada Rejoya 2	341038	265728	24	0
28	Quebrada Rejoya 3	341430	266593	38	0
29	Quebrada Rejoya 4	340571	266455	8	0
30	Río Zapote 1	339545	265764	2	0
31	Río Zapote 2	340500	264977	23	0
32	Río Zapote 3	341352	264919	51	0
33	Quebrada Madera 1	339925	265203	18	0
34	Quebrada Madera 2	340132	264609	23	0,2
35	Quebrada Madera 3	340348	263558	37	0



36	Quebrada sin nombre	339211	265566	1	0
----	---------------------	--------	--------	---	---



**Figura 13:** Ubicación de afloros realizados en Potrero y Brasilito (Fuente: AyA).

## Datos climatológicos

La Región del Pacífico Norte se caracteriza por un período seco que va de diciembre a marzo, y por dos períodos lluviosos, separados entre ellos por un veranillo en los meses de julio y agosto. Durante la época seca precipita solamente el 4% de la lluvia anual, mientras que en el primer y segundo períodos precipita el 50% y el 46% respectivamente.

El promedio de lluvia anual de la región es de 1500 – 2500 mm (IMN, s.f.).

Según la información del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), la temperatura media anual para los años 1995 – 2010 es de 27,8°C. En la tabla 4 se muestra la información de temperaturas y precipitación para la estación Santa Cruz (IMN, 2011):



**Tabla 4: Datos de Estación Santa Cruz (Promedios mensuales de datos climáticos).**

Estación No. 74053 Lat. 10° 17' N Long. 85° 25' O Altitud 285 m.

Mes	Precipitación (mm) 1995 - 2010	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)
Enero	0,8	32,9	22,3	27,6
Febrero	2,9	33,8	23,1	28,5
Marzo	8,2	35	23,6	29,3
Abril	43,7	35,7	24	29,9
Mayo	240,1	33,7	23,5	28,6
Junio	216,5	32,2	23	27,6
Julio	169,7	32,1	22,8	27,5
Agosto	209,1	32,2	22,6	27,4
Setiembre	333,8	31,7	22,5	27,1
Octubre	378,6	31,2	22,5	26,9
Noviembre	130,2	31,3	22,1	26,7
Diciembre	9,5	31,9	22	27
<b>ANUAL</b>	<b>1743,1</b>	<b>32,8</b>	<b>22,8</b>	<b>27,8</b>

## Geofísica

En la cuenca de Potrero se cuenta con la prospección geofísica realizada en el Estudio hidrogeológico del acuífero Playa Potrero, realizado por Arellano et al. en el 2011 (a). Se cuenta con 9 sondeos eléctricos verticales, de los cuales se concluyen los siguientes datos:

- Cerca de la costa se identifican aluviones, con algunos sectores más arenosos o con mayor cantidad de limos. En los sondeos realizados en la playa, las arenas encontradas hasta al menos 25 - 35 m de profundidad, tienen influencia de agua marina, debido a la interacción natural del agua dulce con el agua salada. No se considera como intrusión salina. Hacia el interior de la cuenca, entre los 15 - 40 m de profundidad, se distinguen rocas meteorizadas del Complejo de Nicoya.
- En el interior de la cuenca, se diferencian entre 10 y 15 m de aluviones, de 5 a 15 m de rocas alteradas, y entre 10 y 30 m de Complejo de Nicoya sano.

En el sector de Brasilito se realiza un Estudio Hidrogeológico – Geofísico por parte de Arellano et al. en el 2011 (b). La interpretación de la información concluye lo siguiente:

- Una cobertura formada por suelos o rellenos de calles.
- Un acuífero formado por materiales coluvio - aluviales, y una capa del Complejo de Nicoya, fracturado o meteorizado, con un espesor estimado entre 10 y 40 m. En





los sondeos realizados cerca de la playa, se infiere una interfase de agua dulce – agua salada, aproximadamente a unos 5 – 10 m de profundidad.

- Una capa de aproximadamente 10 m, de materiales sedimentarios arcillosos y salobres, interpretado como depósitos de manglar.
- El basamento de la zona, que consiste en materiales sanos del Complejo de Nicoya.

En la microcuenca de la Quebrada Brasilar, se identifican los siguientes materiales:

- Una capa de suelo de hasta 1,5 m.
- Sedimentos aluvionales saturados con espesores entre 5 y 10 m.
- Basamento de la formación Complejo de Nicoya, posiblemente gabros.
- El espesor del acuífero en el sitio está entre 4,25 – 5,31 m, según datos tomados en el mes de junio.

## Inventario de pozos

Con el fin de conocer el comportamiento de los acuíferos de Playa Potrero y Playa Brasilito, se realiza un inventario de pozos a partir de las bases de datos del SENARA, la Dirección de Aguas del MINAET y el AyA, así como de pozos localizados en el campo.

Se ubicaron 82 pozos en el campo, de los cuales 49 son perforados, 31 son excavados y 2 no se conocen sus características (ya que están encerrados). De los 82 pozos, solamente se pueden realizar mediciones de niveles en 59 de ellos, siendo 28 perforados y 31 excavados. La ubicación de los pozos se observa en la figura 14.

Los usos de los pozos inventariados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 5: Usos de pozos inventariados**

### Playa Potrero

Tipo de pozo	Número de pozos	Uso por pozo						Varios
		Acueducto	Agropecuario	Doméstico	Industrial	Riego	Turismo	
Perforado	26	6	1	5	-	-	7	7
Excavado	22	-	1	13	-	-	-	8
<b>Total</b>	<b>48</b>							

### Playa Brasilito

Tipo de pozo	Número de pozos	Uso por pozo						Varios
		Acueducto	Agropecuario	Doméstico	Industrial	Riego	Turismo	
Perforado	15	3		3	-	-	1	8



Excavado	19			2	-	-	9	8
<b>Total</b>	<b>34</b>							

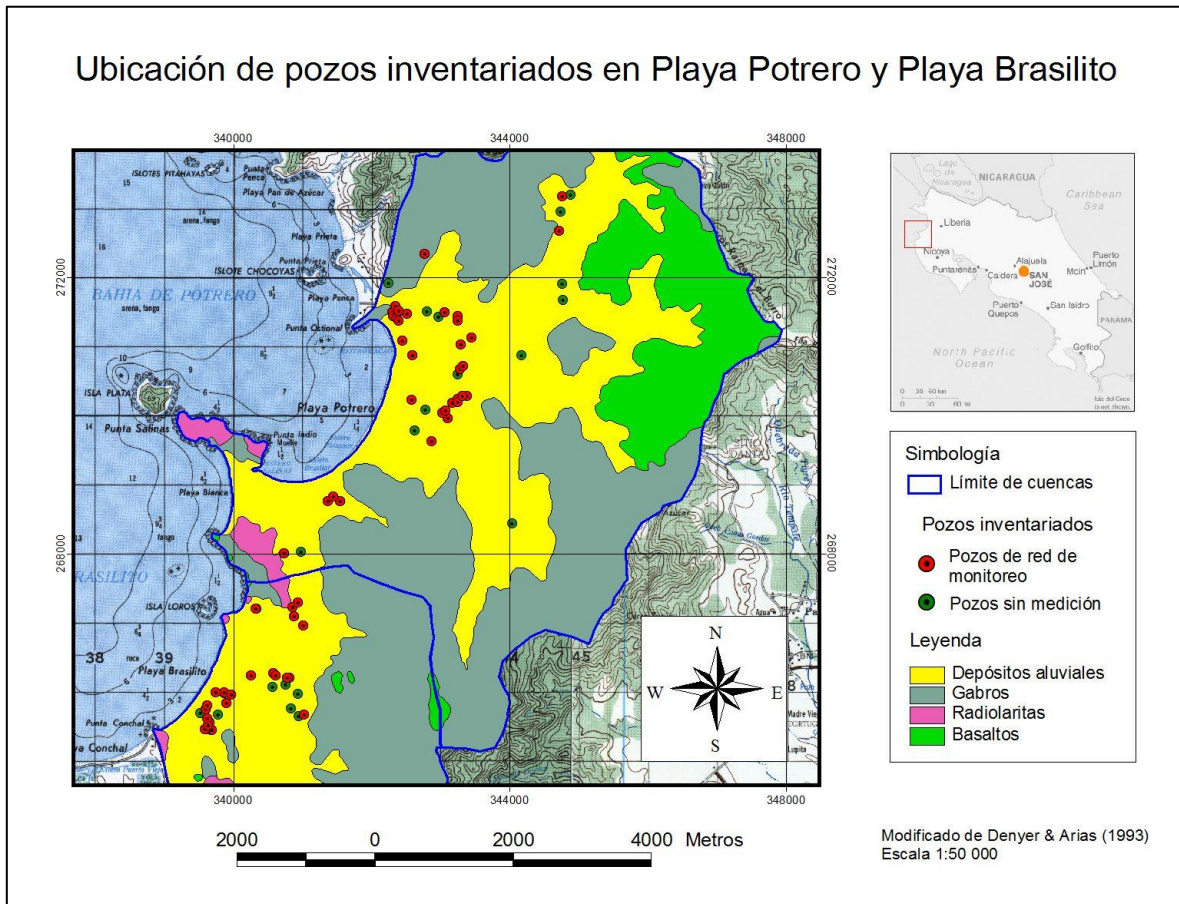


Figura 14: Ubicación de pozos inventariados.

## Modelo Hidrogeológico Conceptual

El modelo hidrogeológico del sitio se realiza a partir de la información de pozos en las bases de datos, el análisis de pruebas de bombeo, aforos en ríos, las pruebas de infiltración y muestreo de suelos, así como el monitoreo de los pozos inventariados en la zona (fig. 15 – fig. 17).

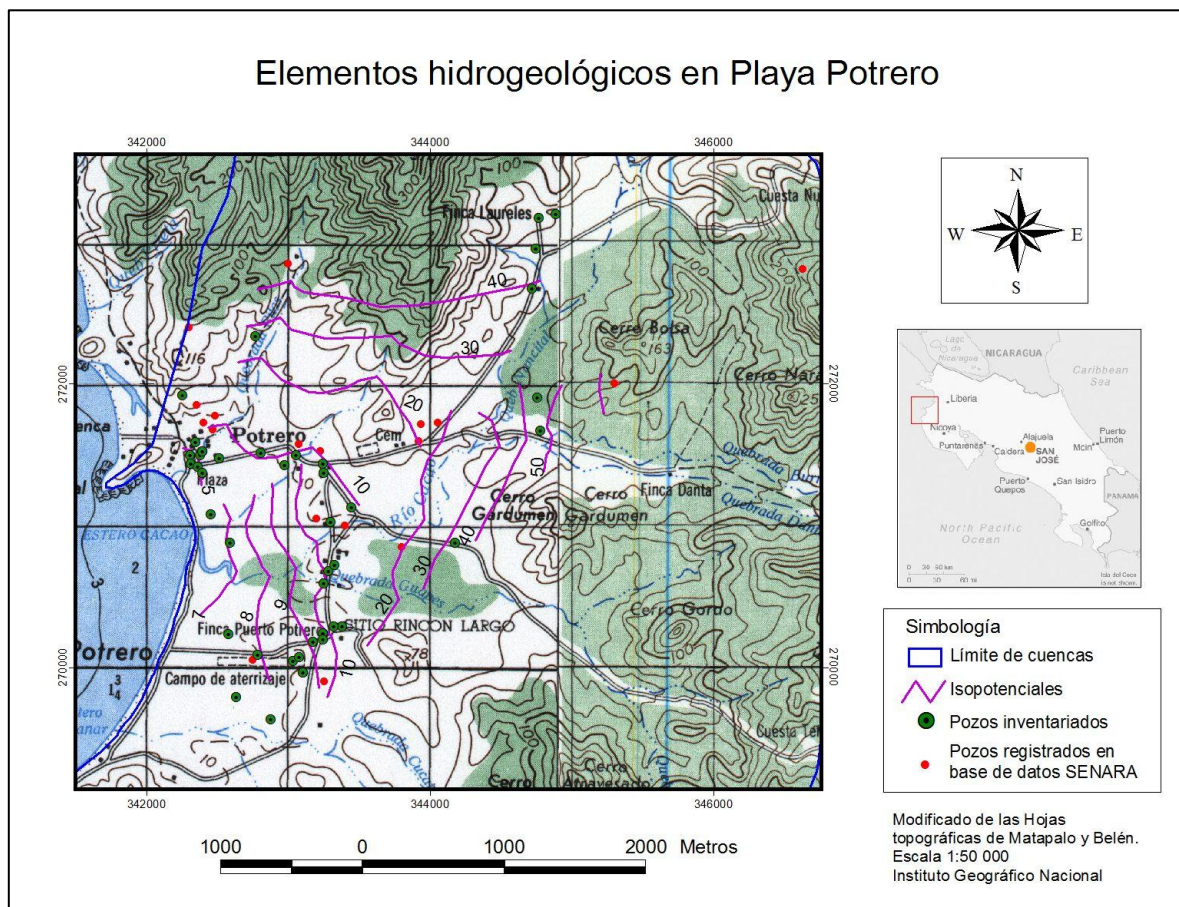
Se identifican 2 acuíferos en cada cuenca, uno en aluviones y otro en gabros, los cuales tienen conexión entre sí.



En Potrero, ambos acuíferos se consideran como libres, con espesores mínimos entre 10 y 37 m para los gabros, y entre 2 y 19 m de espesor para los aluviones.

Los niveles de agua se encuentran entre 2,22 y 49,16 m.s.n.m. para pozos que captan gabros, con una dirección de flujo de sur – suroeste y una gradiente de 0,04 (fig. 18); entre 6,08 y 63,5 m.s.n.m. para pozos que captan aluviones, con dirección de flujo hacia el oeste y gradiente 0,006 (fig. 19); y entre 3,84 y 15 m.s.n.m. para pozos que captan ambas litologías, con dirección de flujo hacia el oeste. En los meses más secos, el nivel puede disminuir desde 0,5 m hasta más de 9 m en las partes más altas.

Según pruebas de bombeo en el registro de pozos del SENARA, la transmisividad está entre 372 y 1581 m<sup>2</sup>/d, y la conductividad hidráulica de 15,5 – 205,3 m/d.



**Figura 15:** Elementos hidrogeológicos en Potrero.

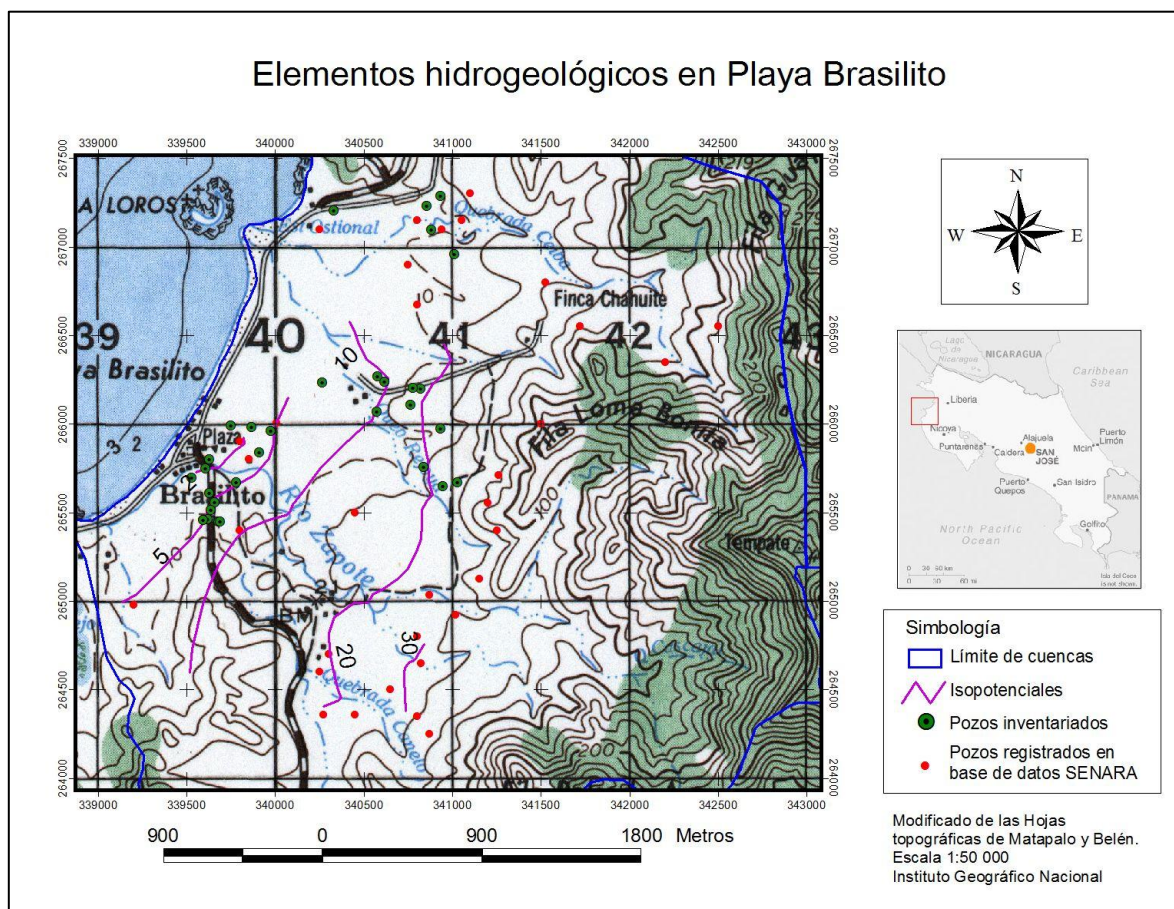
En Brasilito, ambos acuíferos se consideran como libres, con espesores mínimos entre 4 y 72 m para los gabros, y entre 3 y 11 m de espesor para los aluviones.



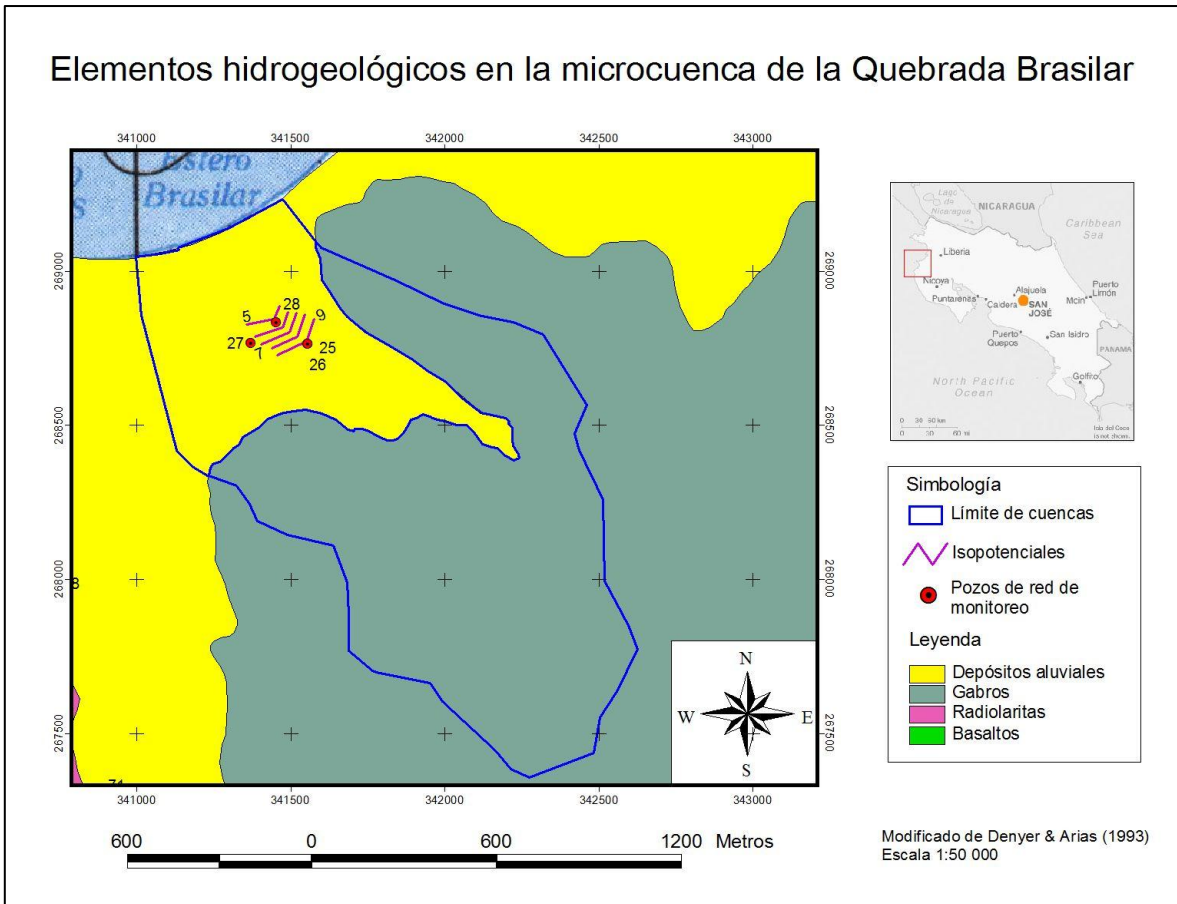
Los niveles de agua se encuentran entre 5 y 112,2 m.s.n.m. para pozos que captan gabros, con una dirección de flujo noroeste y una gradiente de 0,03 – 0,09 (fig. 20); entre 4 y 11,5 m.s.n.m. para pozos que captan aluviones, con dirección de flujo hacia el oeste; y entre 1,4 y 32,4 m.s.n.m. para pozos que captan ambas litologías, con dirección de flujo hacia el noroeste y gradiente de 0,014 – 0,019 (fig. 21). En los meses más secos, el nivel puede disminuir desde 1 m hasta más de 9 m.

Según pruebas de bombeo en el registro de pozos del SENARA, la transmisividad está entre 37,6 y 395,28 m<sup>2</sup>/d, y la conductividad hidráulica de 8,2 – 32,9 m/d.

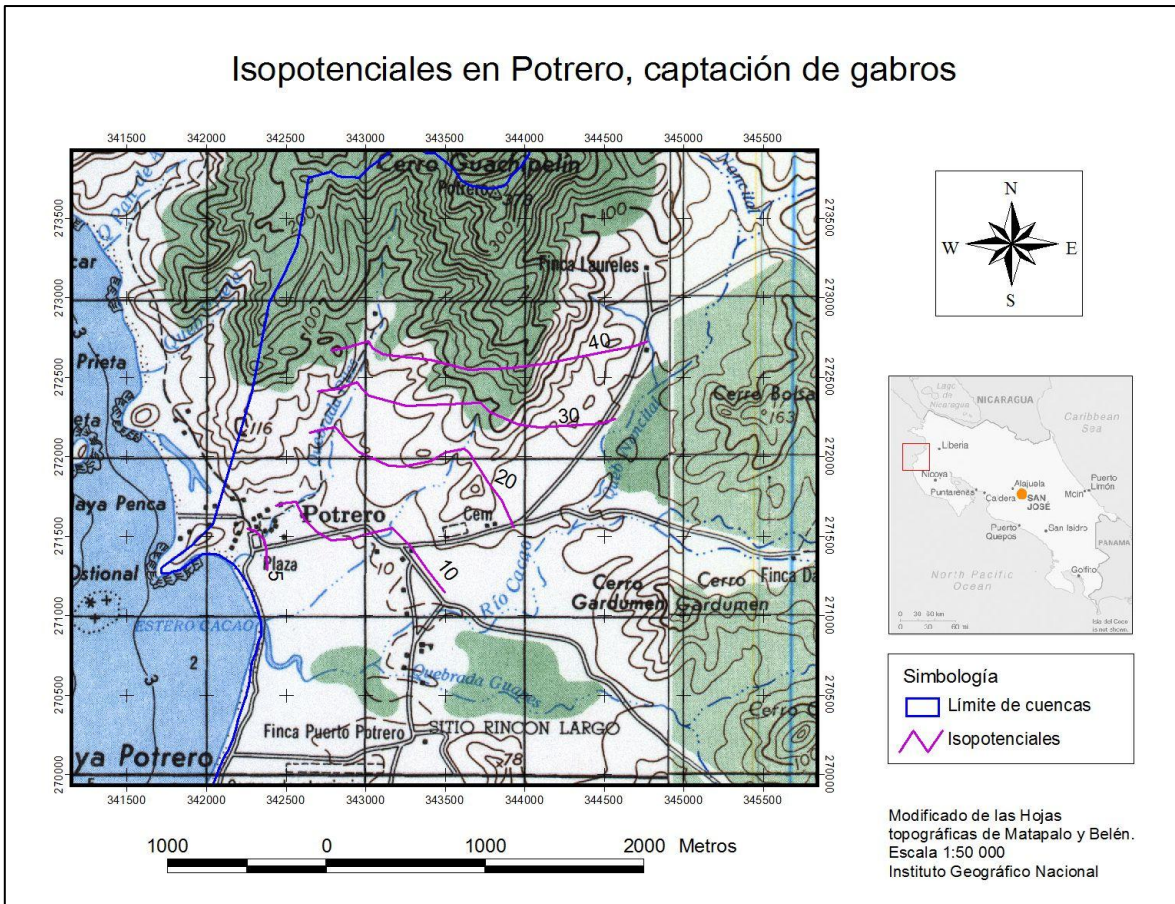
En la microcuenca de la quebrada Brasilar, los pozos captan tanto aluviones como gabros, y se considera como un acuífero libre. El gradiente es de 0,039 y presenta una dirección de flujo hacia el noroeste. Según Rodríguez (2011), el espesor medio saturado del sitio es de 4,78 m, y en promedio la transmisividad es de 10 m<sup>2</sup>/d. A partir de estos datos se obtiene la conductividad hidráulica de 2,09 m/d.



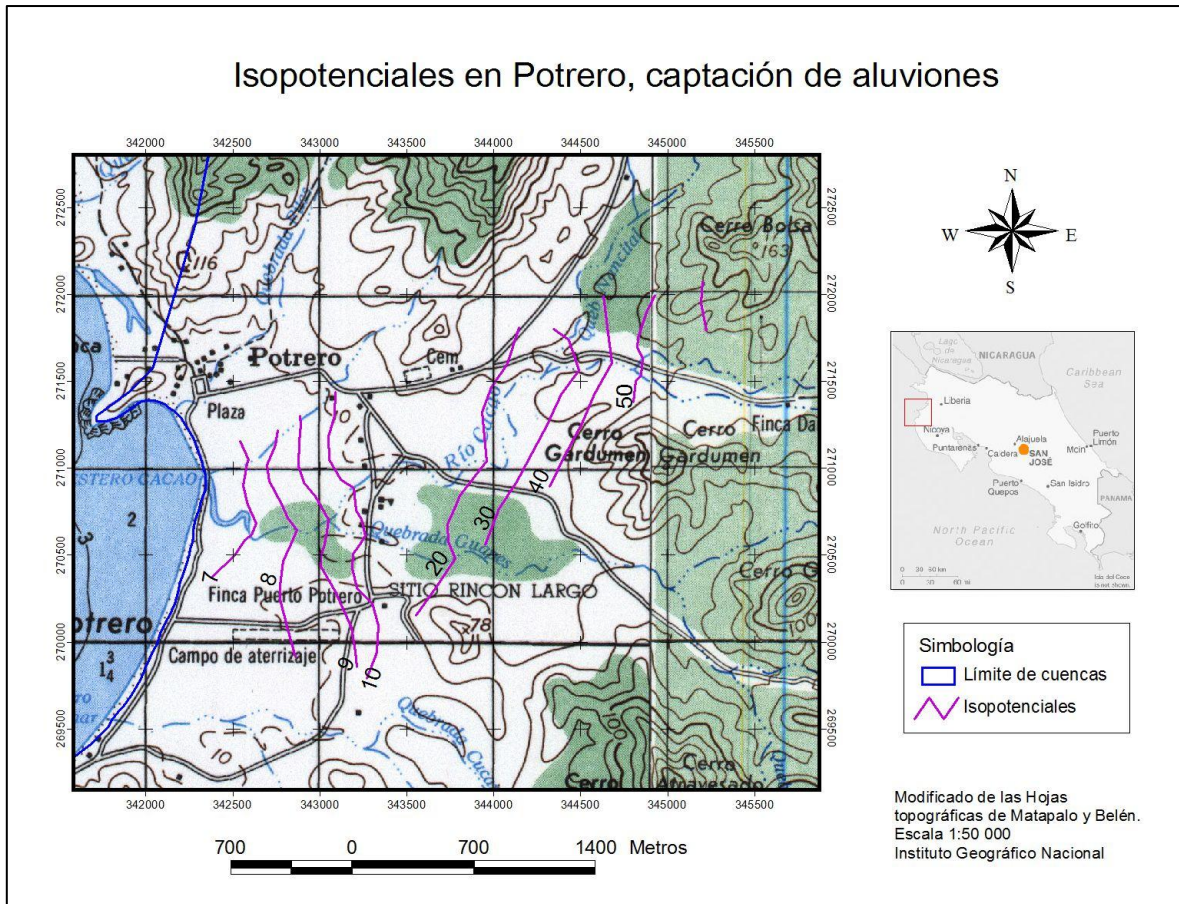
**Figura 16:** Elementos hidrogeológicos en Brasilito.



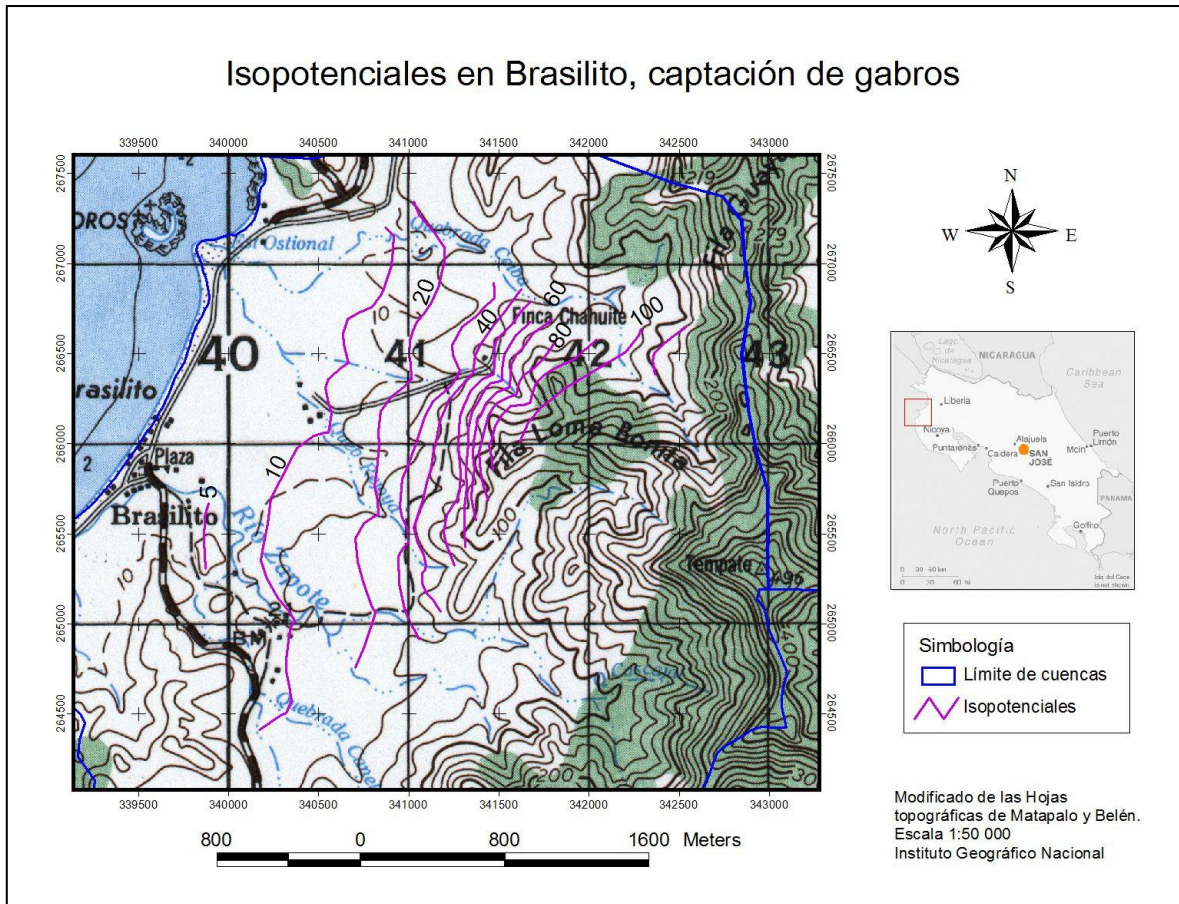
**Figura 17:** Elementos hidrogeológicos en Quebrada Brasilar.



**Figura 18:** Isopotenciales correspondientes a pozos que captan gabros, en Potrero.

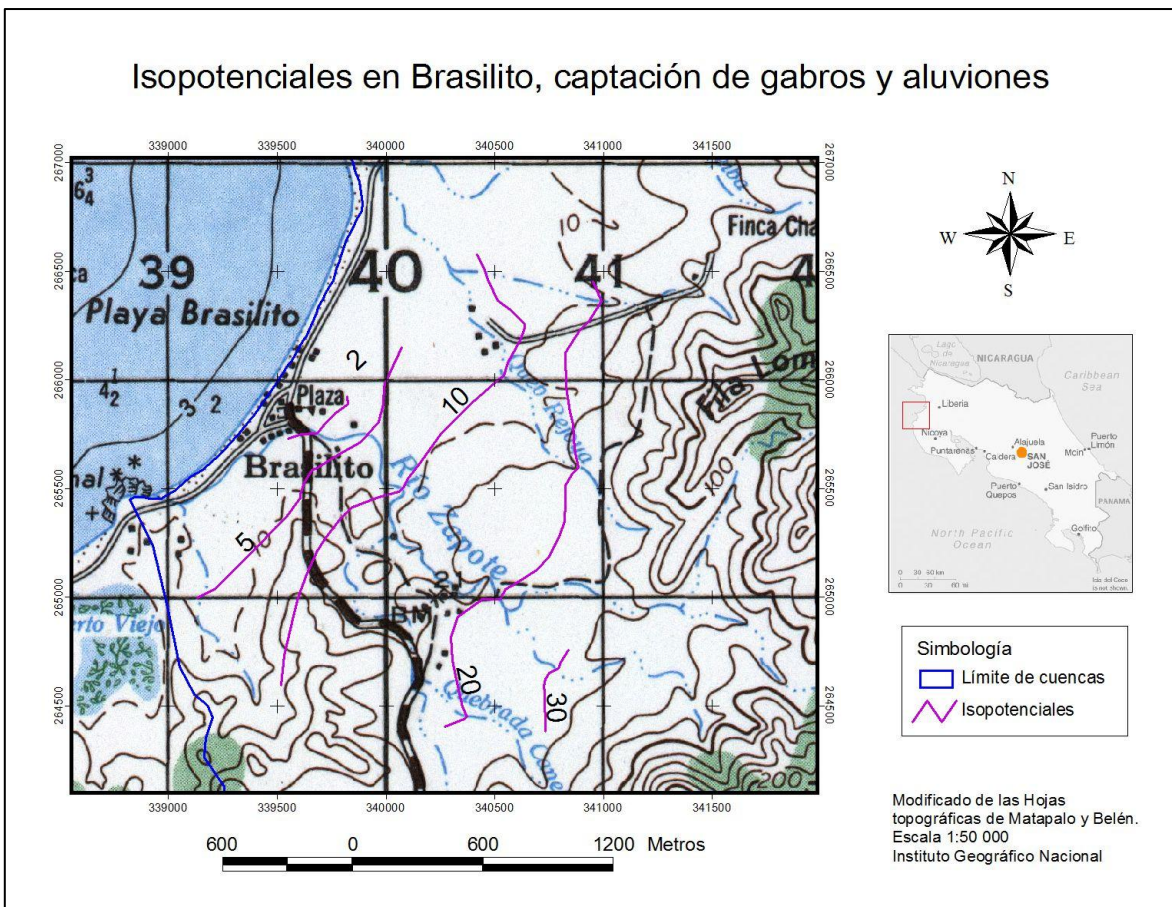


**Figura 19:** Isopotenciales correspondientes a pozos que captan aluviones, en Potrero.



**Figura 20:** Isopotenciales correspondientes a pozos que captan gabros, en Brasilito.





**Figura 21:** Isopotenciales correspondientes a pozos que captan gabros y aluviones, en Brasilito.

A continuación se presenta un resumen de los parámetros para los acuíferos encontrados:

**Tabla 6:** Resumen de parámetros hidrogeológicos para los acuíferos de la zona.

Parámetro	Playa Potrero		Microcuenca Brasilar	Playa Brasilito	
	Gabros	Aluviones		Gabros	Aluviones
Litología	Gabros	Aluviones	Aluviones - Gabros	Gabros	Aluviones
Tipo de acuífero	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
Espesor de acuífero (m)	10-37	2-19	4,78	4-72	3-11
Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	372 – 1581 *		10(+)	370,28 – 1248 **	
				62,7 – 395,28 **	
Conductividad hidráulica (m/d)	15,5 – 205,3 *		2,09	36,37 – 51,30 **	



				8,2 – 32,9 **	
Nivel freático (m profundidad)	2,22 - 49,16	6,08 – 63,5	0,02 – 2,59	5 – 112,2	4 – 11,5
	3,84 - 15			1,4 – 32,4	
Dirección de flujo	Sur-suroeste	Oeste	Noroeste	Noroeste	Oeste
	Oeste			Noroeste	
Gradiente hidráulico	0,04	0,006	0,039	0,03 – 0,09	
				0,014 – 0,019	

\* Tomados a partir de los pozos MTP-63 y MTP-125.

\*\* Tomados a partir de los pozos MTP-18, MTP-127, MTP-128, MTP-129, MTP-130, MTP-160, MTP-164, MTP-237 y MTP-238.

(+) Tomado de Rodríguez (2011).

## Disponibilidad de agua en los acuíferos

### Estimación de la recarga al acuífero mediante balance hídrico de suelos

Para esta estimación de recarga potencial al acuífero se utiliza la metodología de Schosinsky (2006), la cual se obtiene mediante un balance hídrico de suelos.

El balance consiste en determinar la lluvia que recarga el acuífero, a partir de la parte de lluvia infiltrada, y que una vez completado su ciclo en el suelo se convierte en agua de percolación. Para poder aplicar este método, se necesitaron los siguientes datos:

**Tabla 7: Datos necesarios para la metodología de Schosinsky (2006)**

Datos necesarios	Fuente de los datos
Capacidad de infiltración Factor por infiltración	Pruebas de infiltración en campo
Capacidad de campo Punto de marchitez Densidad del suelo Humedad de suelo inicial	Análisis de muestras de suelo
Profundidad de raíces	Observación en campo y uso de suelo
Factor por pendiente	Modelo de elevación digital y reclasificación
Factor por vegetación	Uso de suelo y reclasificación
Precipitación media mensual	Datos IMN estación Santa Cruz
Evapotranspiración potencial	Metodología de Hargreaves y Samani (1985)

En total se diferenciaron 17 zonas distintas, con base en los parámetros asignados de  $K_v$  y de  $K_p$ . La figura 22 muestra las áreas utilizadas para el cálculo de balances hídricos. Los valores de la evapotranspiración potencial utilizados se calculan a partir de los datos de la estación meteorológica Santa Cruz (tabla 8).



Tabla 8: Valores de ETP, según metodología de Hargreaves y Samani (1985).

Meses	Temperatura promedio (°C)	ETP (mm)
Enero	27,6	138,74
Febrero	28,5	138,13
Marzo	29,3	173,02
Abril	29,9	176,28
Mayo	28,6	163,34
Junio	27,6	144,99
Julio	27,5	150,30
Agosto	27,4	154,36
Setiembre	27,1	143,39
Octubre	26,9	137,82
Noviembre	26,7	126,32
Diciembre	27	129,30

El mapa de uso de suelo observado en el campo se reclasificó según la metodología de Schosinsky (2006), para obtener áreas con los valores de  $K_v$ , necesarios para el balance hídrico. La siguiente figura muestra la reclasificación propuesta:

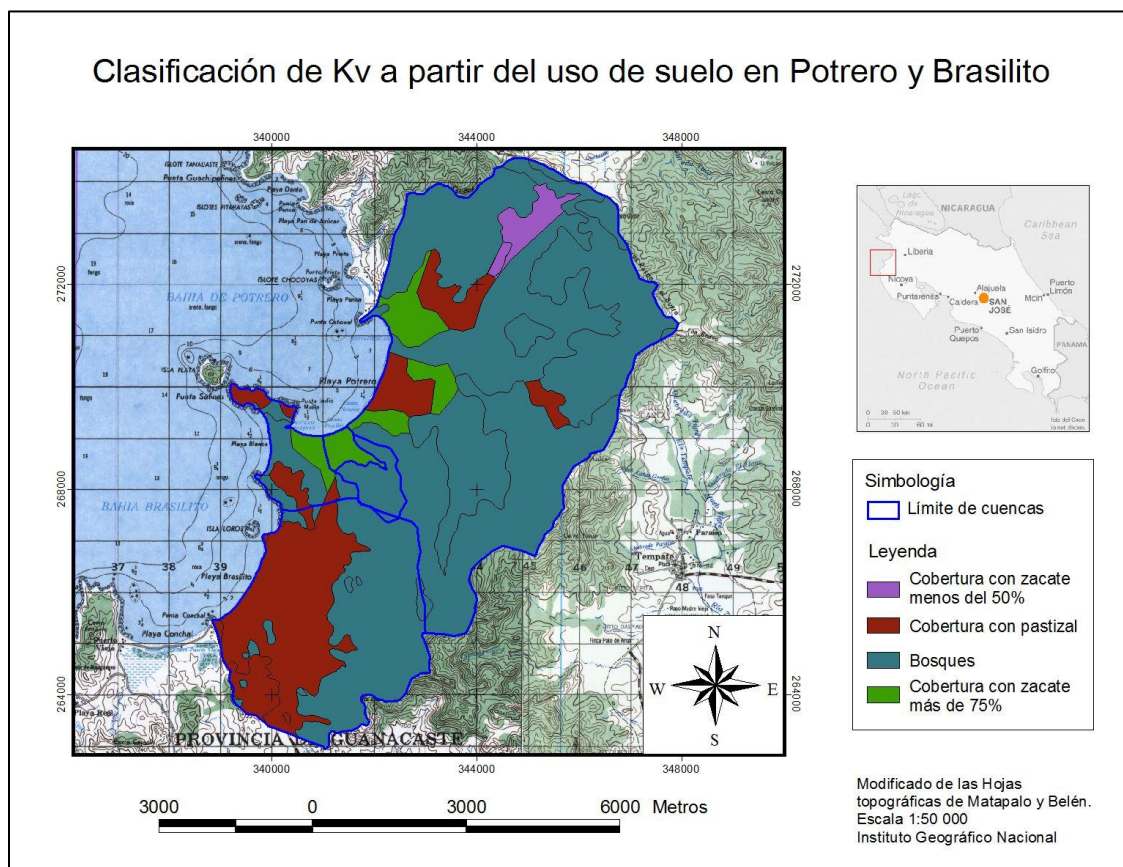
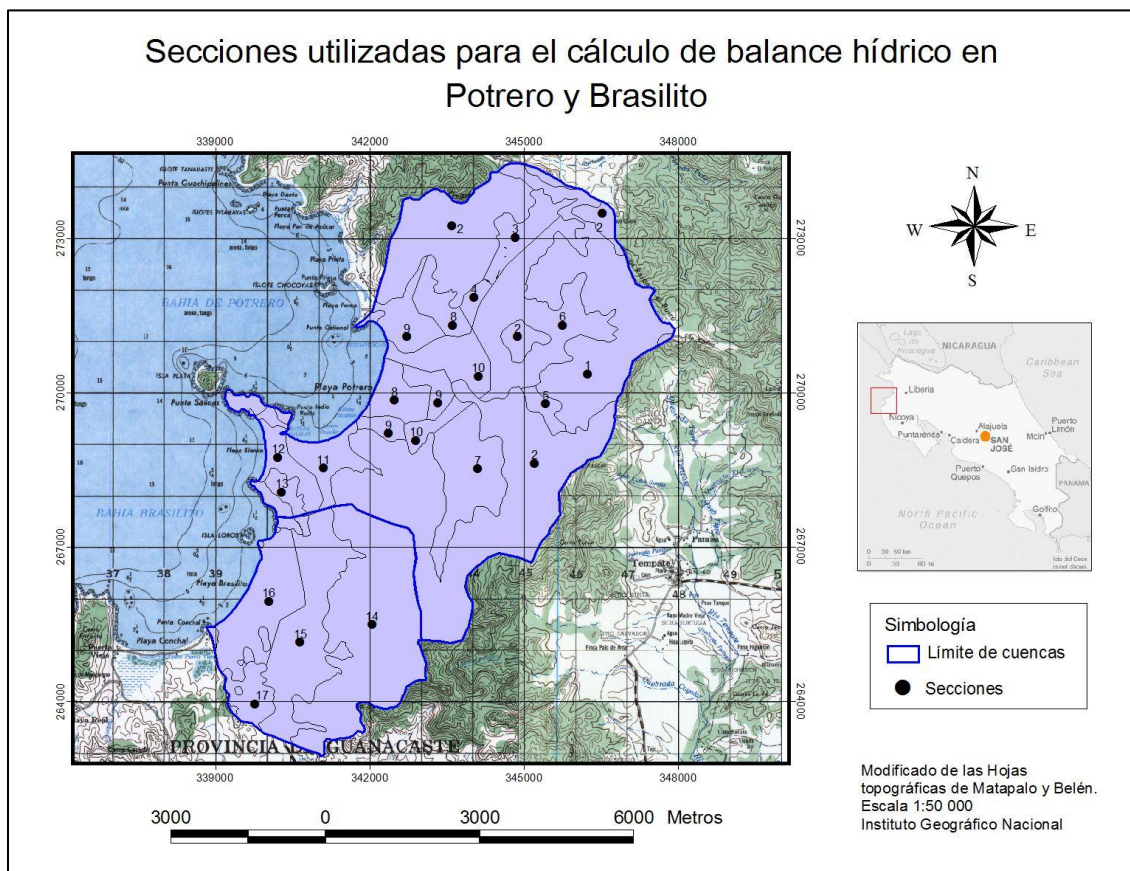


Figura 22: Clasificación de  $K_v$  a partir del uso de suelo.



La tabla 9 muestra un resumen de los datos utilizados para cada sección, así como la recarga potencial de cada una de ellas.



**Figura 23:** Identificación de las áreas utilizadas para el cálculo de balance hídrico de suelos.

**Tabla 9: Resumen de balances hídricos – recarga potencial, según metodología de Schosinsky (2006)**

Resumen de balances hídricos - recarga potencial, metodología Gunther Schosinsky (2006)														
<b>Playa Potrero</b>														
Área	Geología	fc (mm/día)	kv	kp	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	CC	PM	Profundidad de raíces (m)	Recarga potencial (mm/año)	Recarga potencial (m/año)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /año)	Volumen (L/año)	Volumen (L/s)
1	Basaltos	953,28	0,2	0,06	1,33	38,52	25,98	1	373,93	0,37393	5890622,483	2202680,465	2202680465	69,8465394
2	Gabros	2344,32	0,2	0,06	1,35	29,7	20,8	1	400,99	0,40099	15459588,24	6199140,288	6199140288	196,573449
3	Aluvión	375,12	0,09	0,1	1,51	23	19	1	418,78	0,41878	1019624,01	426998,1429	426998142,9	13,5400223
4	Aluvión	779,04	0,18	0,1	1,62	29	16	0,2	433,33	0,43333	251627,044	109037,547	109037547	3,45755793
5	Aluvión	1962,72	0,18	0,1	1,08	35,5	25	0,45	425,98	0,42598	362240,027	154307,0067	154307006,7	4,89304308
6	Aluvión	353,52	0,2	0,1	1,08	35,5	25	0,45	425,98	0,42598	3869903,007	1648501,283	1648501283	52,2736328
7	Aluvión	1375,68	0,2	0,1	1,08	35,5	25	0,45	428,98	0,42898	2502630,46	1073578,415	1073578415	34,0429482
8	Aluvión	2942,1	0,18	0,17	1,19	32,89	17,09	0,5	414,95	0,41495	1740970,277	722415,6164	722415616,4	22,9076489
9	Aluvión	1558,08	0,21	0,17	1,25	27	13	0,5	418,11	0,41811	1848111,301	772713,8161	772713816,1	24,5025944
10	Aluvión	2281,39	0,2	0,17	1,28	32,29	19,27	0,5	422,64	0,42264	1734045,167	732876,8494	732876849,4	23,2393724
11	Aluvión	353,52	0,21	0,25	1,57	28,5	18,5	0,5	422,07	0,42207	1053193,161	444521,2375	444521237,5	14,095676
12	Aluvión	353,52	0,2	0,25	1,57	28,5	18,5	0,5	422,07	0,42207	804304,825	339472,9375	339472937,5	10,7646162
13	Radiolaritas									0	656799,49	0	0	0
<b>Total</b>											37193659,49	14826243,6	14826243604	<b>470,137101</b>
<b>Microcuenca Brasilar</b>														
Área	Geología	fc (mm/día)	kv	kp	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	CC	PM	Profundidad de raíces (m)	Recarga potencial (mm/año)	Recarga potencial (m/año)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /año)	Volumen (L/año)	Volumen (L/s)
1	Aluvión	2562,03	0,21	0,25	1,57	28,5	18,5	0,5	367,92	0,36792	508586,396	187119,1068	187119106,8	5,93350795
2	Gabros	4195,44	0,2	0,06	1,59	35	29	1	414,27	0,41427	1144394,484	474088,3029	474088302,9	15,0332415
<b>Total</b>											1652980,88	661207,4097	661207409,7	<b>20,9667494</b>
<b>Playa Brasilito</b>														
Área	Geología	fc	kv	kp	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	CC	PM	Profundidad de raíces (m)	Recarga potencial (mm/año)	Recarga potencial (m/año)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /año)	Volumen (L/año)	Volumen (L/s)
14	Gabro	2782,08	0,2	0,06	1,69	34	19	1,4	535,79	0,53579	7145147,061	3828298,344	3828298344	121,394544
15	Aluvión	36,67	0,18	0,15	1,525	26,5	16,5	1	381,29	0,38129	3725459,438	1420480,429	1420480429	45,0431389
16	Aluvión	859,1	0,18	0,25	1,53	32	22	0,5	422,88	0,42288	2472558,528	1045595,55	1045595550	33,1556174
17	Radiolaritas									0	940247,094	0	0	0
<b>Total</b>											14283412,12			<b>199,5933</b>



### Estimación de la recarga al acuífero mediante hidrograma de pozos

Desde el mes de diciembre del 2010 se inicia el establecimiento de una red de monitoreo de pozos, en conjunto con el MINAET y el AyA, para poder llevar el control de los niveles de agua subterránea, una vez al mes. De los 82 pozos encontrados, solo 59 pueden ser monitoreados. En las tablas 9, 10 y 11 se muestran los cambios de almacenamiento utilizados para cada litología, en cada cuenca.

**Tabla 10: Cambios de almacenamiento de gabros en la cuenca de Potrero**

<b>Potrero Gabros</b>	
<b>No. Pozo</b>	<b>Cambio Almacenamiento (m)</b>
2	7,3
5	5,68
13	1,85
17	2,81
33	1,37
34	0,51
35	1,85
55	2,4
76	2,42
77	2,28
81	2,7
<b>Promedio</b>	<b>2,83</b>

**Tabla 11: Cambios de almacenamiento de aluviones en la cuenca de Potrero**

<b>Potrero aluviones</b>	
<b>No. Pozo</b>	<b>Cambio Almacenamiento (m)</b>
7	4,52
9	5,24
10	4,98
11	1,75
12	1,84
25	3,6
26	3,69
27	2,57
28	2,51
31	5,67



50	3,48
51	5,89
52	5,67
54	4,75
82	5,7
32	1,17
57	2,23
58	5,75
75	1,11
<b>Promedio</b>	<b>3,80</b>

**Tabla 12: Cambios de almacenamiento de aluviones en la cuenca de Brasilito**

<b>Brasilito aluviones</b>	
<b>No. Pozo</b>	<b>Cambio Almacenamiento (m)</b>
36	4,41
42	5,74
43	1,95
44	4,25
45	2,76
46	7,25
48	6,95
49	8,5
63	5,08
64	5,25
65	4,88
66	0,84
67	1,55
68	1,54
69	2
70	3,51
71	8,6
73	4,83
78	3,66
47	3,73
<b>Promedio</b>	<b>4,36</b>



En el caso de los gabros en la cuenca de Brasilito, se utilizará el mismo valor de la cuenca de Potrero, ya que el único pozo con el que se cuenta en la cuenca, captando esta litología, presenta valores de nivel dinámico. Los pozos que estaban secos por varios meses, o los pozos que no tienen medición en al menos 3 meses, no fueron utilizados para realizar este cálculo.

La estimación de la recarga mediante el método de hidrogramas de pozos consiste en la multiplicación de tres parámetros, los cuales se mencionan en la siguiente tabla:

**Tabla 13: Parámetros para cálculo de recarga**

Datos necesarios	Fuente de los datos
Lámina de saturación	Cambios de niveles estáticos en pozos
Área de la litología	Sistema de información geográfica
Rendimiento específico	Pruebas de bombeo y literatura

Los resultados para cada cuenca son los siguientes:

**Tabla 14: Recarga de la cuenca de Potrero y Brasilito a partir de hidrogramas de pozos**

**Potrero**

	Área (m <sup>2</sup> )	Lámina de saturación (m)	Rendimiento específico*	Volumen de agua (m <sup>3</sup> )	Volumen de agua (L/s)
Complejo de Nicoya	22007010,2	2,83	0,08	4982387,112	157,990
Aluviones	15186649,3	3,8	0,15	8656390,118	274,492
<b>Total</b>	<b>37193659,5</b>			<b>13638777,23</b>	<b>432,4827889</b>

**Brasilito**

	Área (m <sup>2</sup> )	Lámina de saturación (m)	Rendimiento específico*	Volumen de agua (m <sup>3</sup> )	Volumen de agua (L/s)
Complejo de Nicoya	8085394,16	2,83	0,08	1830533,237	58,046
Aluviones	6198017,97	4,36	0,15	4053503,75	128,536
<b>Total</b>	<b>14283412,1</b>			<b>5884036,986</b>	<b>186,5815889</b>

\* Rendimiento específico de los gabros y aluviones, tomado de Rodríguez (2010).





### Potrero

#### Complejo de Nicoya

Área de litología x Lámina de saturación x Rendimiento específico = **Volumen de agua**

$$22\ 007\ 010,2\ \text{m}^2 \times 2,83\ \text{m} \times 0,08 = \mathbf{4\ 982\ 387,112\ \text{m}^3}$$

#### Aluviones

Área de litología x Lámina de saturación x Rendimiento específico = **Volumen de agua**

$$15\ 186\ 649,3\ \text{m}^2 \times 3,8\ \text{m} \times 0,15 = \mathbf{8\ 656\ 390,118\ \text{m}^3}$$

### Brasilito

#### Complejo de Nicoya

Área de litología x Lámina de saturación x Rendimiento específico = **Volumen de agua**

$$8\ 085\ 394,16\ \text{m}^2 \times 2,83\ \text{m} \times 0,08 = \mathbf{1\ 830\ 533,237\ \text{m}^3}$$

#### Aluviones

Área de litología x Lámina de saturación x Rendimiento específico = **Volumen de agua**

$$6\ 198\ 017,97\ \text{m}^2 \times 4,36\ \text{m} \times 0,15 = \mathbf{4\ 053\ 503,75\ \text{m}^3}$$

La precipitación anual registrada en Potrero es de 2055,82 L/s anual, por lo que la recarga según el método de Schosinsky (2006) corresponde al 22,9% de la precipitación. En Brasilito, la precipitación anual es de 789,49 L/s, siendo la recarga un 17,6% de la misma.

A continuación se muestra una comparación entre las metodologías utilizadas:

**Tabla 15: Resumen de valores de recarga y comparación de metodologías**

	Método de balance	Caudal instantáneo (L/s)	% de la precipitación
Potrero	Balance hídrico de suelos	470,14	22,9
	Hidrograma de pozos	432,5	21,0



<b>Brasilito</b>	Balance hídrico de suelos	199,59	25,3
	Hidrograma de pozos	186,6	26,6

### Estimación de la extracción de agua subterránea

El cálculo de extracción de agua subterránea se realiza a partir del inventario de pozos registrados y no registrados en la zona, así como de la información en la Base de Datos del SENARA y las concesiones de la Dirección de Aguas del MINAET (incluye concesiones otorgadas, solicitudes nuevas y prórrogas en trámite, concesiones canceladas y solicitudes de amnistía). A partir de estos datos, se toma en cuenta el caudal explotado por los pozos, su uso y el período de bombeo.

Se realizan dos cálculos para cada cuenca, uno a partir de los caudales aportados por la Dirección de Aguas del MINAET, y otro considerando los caudales recomendados en SENARA (Tabla 16). El anexo 3 muestra la lista total de los pozos utilizados en ambos cálculos.

**Tabla 16: Variables para la estimación de caudal de extracción por pozo según uso reportado (SENARA, 2006).**

Uso agua MINAET	Uso agua SENARA	Horas por día bombeo	Meses por año	Caudal medio (L/s)
Industrial	Industrial	24	12	5.8
Abastecimiento Público	Abastecimiento Público	24	12	9.5
Consumo Humano	Doméstico	8	12	0.50
	Urbanístico	24	12	4.50
	Varios	12	12	3.30
	Riego – Doméstico	24	12	1.80
	Riego – Doméstico Turismo	24	12	7
Agrícola	Riego	16	7	7
	Agroindustrial	24	12	3.80
	Abrevadero	6	12	2.80
Turismo	Turismo	24	12	4
	Riego Turismo	24	7	7

A continuación se muestran los resultados de la estimación de extracción por uso y por cuenca.



**Tabla 17: Estimación de extracción en las playas Potrero y Brasilito.**

Uso por pozo	Caudales (m <sup>3</sup> /año) según Manual de Dotaciones		Caudales (m <sup>3</sup> /año) según datos de uso SENARA	
	Potrero	Brasilito	Potrero	Brasilito
Acueducto	1132142,4	1738895,04	1132142,4	1600136,64
Agropecuario	1813,32	788,4	1813,32	788,4
Doméstico	201199,68	145380,96	535796,64	288764,64
Industrial	47304	402084	47304	402084
Riego	190874,88	190270,08	132209,28	197890,56
Turismo	2604873,6	2173461,12	2564192,16	4018632,48
<b>Total</b>	<b>4178207,88</b>	<b>4650879,6</b>	<b>4413457,8</b>	<b>6508296,72</b>

Uso por pozo	Caudales (L/s) según Manual de Dotaciones		Caudales (L/s) según datos de uso SENARA	
	Potrero	Brasilito	Potrero	Brasilito
Acueducto	35,900	55,140	35,900	50,740
Agropecuario	0,058	0,025	0,058	0,025
Doméstico	6,380	4,610	16,990	9,157
Industrial	1,500	12,750	1,500	12,750
Riego	6,053	6,033	4,192	6,275
Turismo	82,600	68,920	81,310	127,430
<b>Total</b>	<b>132,490</b>	<b>147,478</b>	<b>139,950</b>	<b>206,377</b>

Es necesario mencionar que la estimación de la extracción mediante los caudales del MINAET, se calculó utilizando las concesiones otorgadas por esta misma institución, y se adicionó un caudal estimado para los pozos que no están inscritos. El caudal estimado se basó en el *Capítulo 1: Dotaciones agua para calcular las necesidades de las solicitudes de concesión de aprovechamiento de agua*, del *Manual Técnico del Departamento de Aguas*.

El caudal que actualmente maneja la Dirección de Aguas del MINAET, en cuanto a concesiones otorgadas, canceladas, con prórroga, etc., es de 98,72 L/s en Brasilito y de 70,58 L/s en Potrero.



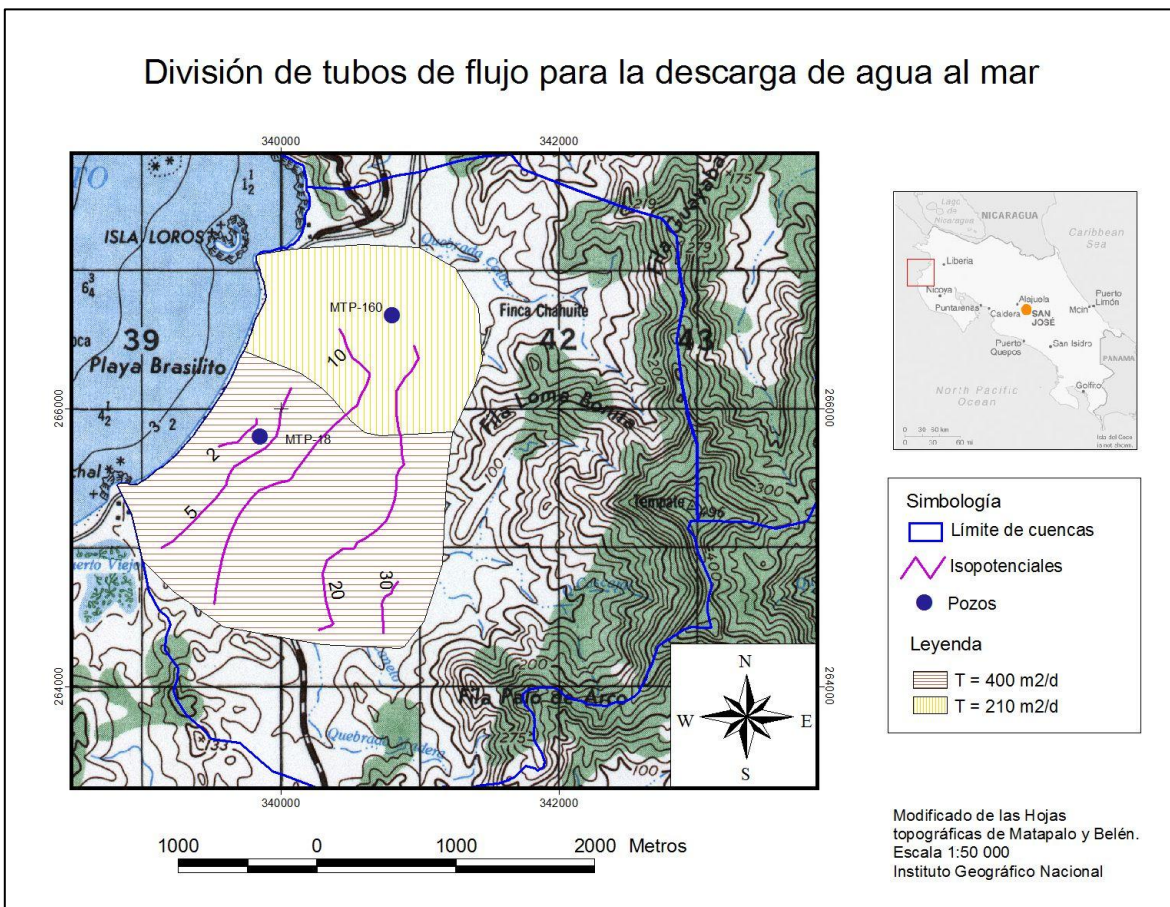
### Estimación del caudal de descarga al mar

Mediante el uso de la transmisividad del acuífero en cuestión, y el gradiente hidráulico, es posible calcular el caudal de descarga al mar por cada metro de línea de costa (fig. 24). A continuación se muestra una tabla con la información utilizada para ambas cuencas:

**Tabla 18: Estimación de caudal liberado al mar en las playas Potrero y Brasilito**

Parámetros	Cuenca		
	Potrero	Brasilito	
Relación agua dulce – agua salada (G)	40	40	40
Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	372	210 (MTP-18)	400 (MTP-160)
Longitud de costa (m)	2510	1 230	670
Gradiente hidráulica	0,006	0,016	
Conductividad hidráulica (m/d)	15,5	12,3	18,6
Recarga al acuífero (m/d)	0,0012	0,0011	
Caudal de descarga (m <sup>3</sup> /d/m)	2,232*	3,360*	6,4*
Caudal de descarga (L/s/m)	0,026	0,039	0,074
Caudal de descarga (m <sup>3</sup> /d)	5602,32	4132,8	4288
Caudal de descarga (L/s)	65,26	47,97	49,58

\* Este caudal de descarga corresponde con la descarga por cada metro de la línea de costa.



**Figura 24:** División de tubos de flujo para la descarga al mar, con respecto a los pozos marcados.

### Rendimiento sostenible

Ponce (2007), indica que el rendimiento sostenible puede expresarse como un porcentaje de la recarga, en el que los valores medios pueden ser de alrededor del 40%.

Para este cálculo se utilizan los datos de recarga generados por el método de hidrogramas de pozos, ya que este considera las extracciones que se dan en ambas cuencas y la situación real de las mismas.

La tabla 19 muestra los resultados de los cálculos realizados.



**Tabla 19: Caudal utilizable en las cuencas de las playas Potrero y Brasilito**

	<b>Caudal de recarga (L/s)</b>	<b>Porcentaje de caudal a utilizar</b>	<b>Caudal utilizable (L/s)</b>
<b>Potrero</b>	432,5	40%	173
<b>Brasilito</b>	186,6	40%	74,64

Tomando en cuenta los caudales, se considera que para el acuífero de Potrero se pueden explotar 173 l/s utilizables, y para el acuífero Brasilito 74,64 litros por segundo.

**\* Análisis del Estudio Hidrogeológico de la microcuenca de la Quebrada Brasilar**

El estudio realizado por Rodríguez (2011) se ubica en la microcuenca Brasilar, donde se encuentran los pozos MTP-123 y MTP-125, del proyecto Residencial Alegría. Las siguientes actividades fueron realizadas:

- Descripción del marco geológico y geomorfológico, donde se identifican 2 litologías principales, los gabros del Complejo de Nicoya y los aluviones. Esto se comprueba con sondeos eléctricos verticales realizados por el consultor.
- Identificación de condiciones hidrogeológicas, definiendo el acuífero como tipo freático, con un espesor medio de 4,78 m, una transmisividad promedio de 10 m<sup>2</sup>/d y un gradiente de 0,043 hacia el noroeste. El nivel de agua en el momento de las pruebas de bombeo se encontraba a 2,20 m de profundidad.
- Obtención de parámetros del suelo, a partir de 4 pruebas de infiltración y análisis de muestras de suelo. Estos análisis presentan inconsistencias, ya que en los resultados, el Punto de marchitez es igual o similar a la Capacidad de Campo, lo cual afecta los cálculos en el balance hídrico de suelos.
- Se realizan pruebas de bombeo de 8 horas, en ambos pozos, y se estima una capacidad específica de 0,8 L/s para el pozo MTP-123 y 0,40 L/s.
- Según análisis de calidad de agua realizados por el Laboratorio Lambda S.A., los valores de los parámetros medidos se encuentran por debajo de la norma, excepto por la conductividad eléctrica, que presenta valores de 458 µS/cm en el pozo MTP-120, 426 µS/cm en el pozo MTP-123 y 445 µS/cm en el pozo MTP-125.
- La recarga del agua subterránea se calcula mediante el balance hídrico de suelos de Schosinsky (2006), dando como resultado 54,1 L/s. Se utilizaron datos meteorológicos de las estaciones Cartagena y Pinilla.
- Mediante la ecuación de Verrjuit (1968), y se concluye que no hay riesgo de intrusión salina en el acuífero.
- El caudal de descarga al mar corresponde a 1,34 L/s, y considerando el caudal que se puede extraer de los pozos MTP-123 y MTP-125, sería de 0,44 L/s.



### Conclusión del estudio de la Quebrada Brasilar a partir de los estudios de Rodríguez (2011) y el presente estudio del SENARA:

Rodríguez (2011) determinó que la recarga potencial es de 54,1 litros por segundo, sin embargo los cálculos realizados por SENARA en este estudio determinaron que, para la microcuenca de la quebrada Brasilar la recarga potencial es de 20,97 L/s.

Si a la recarga calculada por SENARA se extrae la explotación actual de 1,08 L/s en la cuenca de la quebrada Brasilar, quedarían en el sistema 19,89 L/s y aplicándole un 40% de rendimiento sostenible, se tiene un caudal disponible de 8 L/s, por lo que se considera viable la extracción de los pozos MTP-123 (0,8 L/s) y MTP-125 (0,4 L/s), siendo un total de 1,2 L/s.

### Riesgo de contaminación por intrusión salina

Para realizar la estimación de la ubicación de la interfase entre el agua salada y el agua dulce, se utilizó la metodología de Glover (1959), donde se calcula la profundidad de la interfase a diferentes distancias de la costa, así como la superficie de salida al mar. Para la obtención de estos datos se necesitan los mismos parámetros para la estimación del caudal liberado al mar, evaluando las fórmulas con diferentes distancias de la costa.

Las fórmulas a utilizar son las siguientes:

$$z = \frac{Gq}{k} + \sqrt{\frac{2Gqx}{k}} \quad X_0 = -\frac{Gq}{2k} \quad h = \frac{\sqrt{2qx}}{Gk}$$

Siendo:

Z = Profundidad de la interfase agua dulce – agua salada.

G = Relación agua dulce – agua salada.

q = Caudal de descarga al mar.

k = Conductividad hidráulica del acuífero.

x = Distancia a evaluar la profundidad de la interfase, medida de la costa, tierra adentro.

X<sub>0</sub> = Superficie de salida al mar.

**Tabla 20: Datos para la estimación de la interfase agua dulce – agua salada**

Parámetros	Cuenca		
	Potrero	Brasilito	
Relación agua dulce – agua salada (G)	40	40	40
Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	372	210 (MTP-18)	400 (MTP-160)



Longitud de costa (m)	3 675	1 230	670
Gradiente hidráulica	0,006	0,016	
Conductividad hidráulica (m/d)	15,5	12,3	18,6
Recarga al acuífero (m/d)	0,0012	0,0011	
Caudal de descarga (m <sup>3</sup> /d/m)	4,41*	1,353*	0,737*
Caudal de descarga (m <sup>3</sup> /d)	16 206,75	1 664,19	493,79
Xo (m)	-5,69	-2,20	-0,79

\* Tomado de hoja de cálculo.

A continuación se muestra la profundidad estimada de la interfase de agua dulce – agua salada, a diferentes distancias desde la costa hacia el interior de la cuenca:

**Tabla 21: Profundidad de la interfase en Playa Potrero**

Distancia x(m)	Profundidad z(m)	h (m)
-5,7	0	0,00
0	11,4	0,00
50	45,1	-0,84
100	59,1	-1,19
150	69,8	-1,46
200	78,9	-1,69
250	86,8	-1,89
300	94,0	-2,07
350	100,6	-2,23
400	106,8	-2,39
450	112,6	-2,53
500	118,1	-2,67
550	123,3	-2,80
575	125,8	-2,86
580	126,3	-2,87
750	142,0	-3,27

**Tabla 22: Profundidad de la interfase en Playa Brasilito (a)**

Distancia x(m)	Profundidad z(m)	h (m)
-2,2	0	0,00
0	4,4	0,00
50	25,4	-0,52





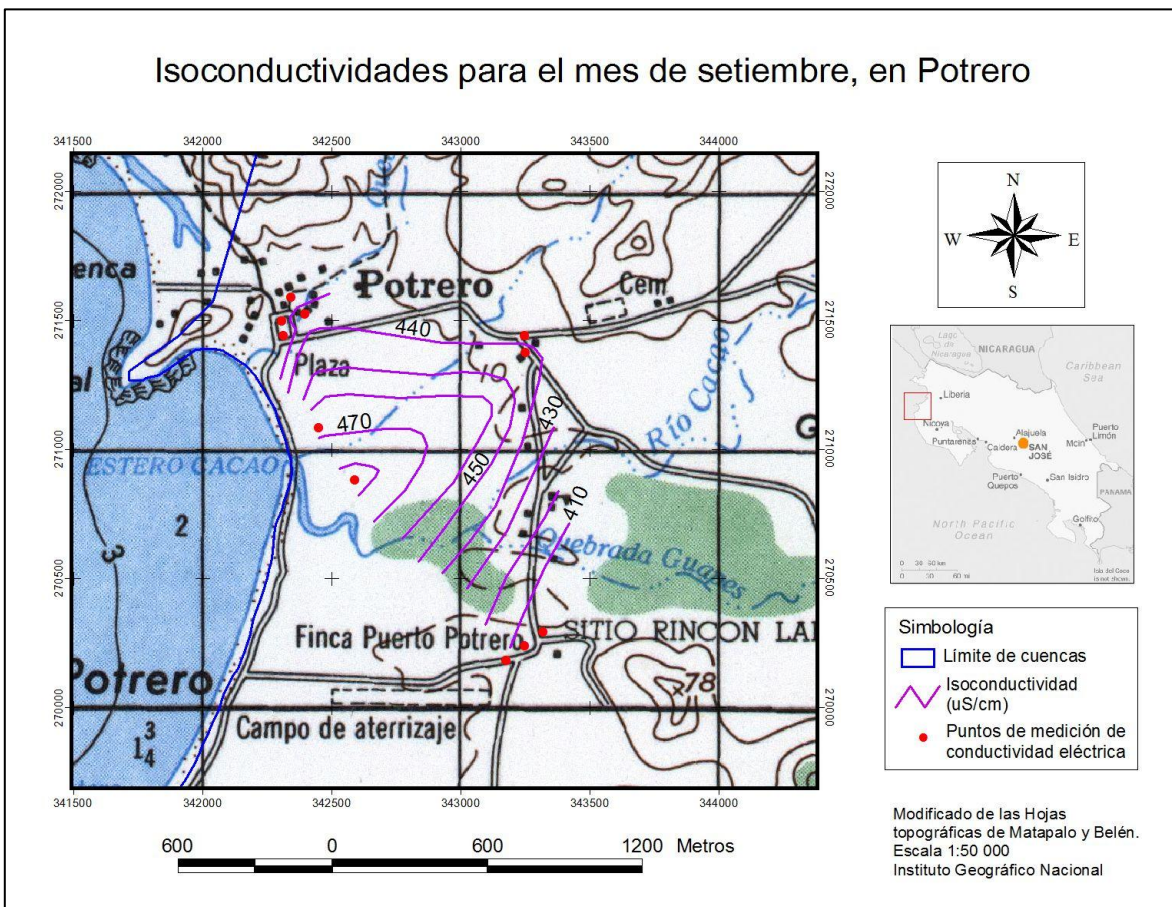
100	34,1	-0,74
150	40,7	-0,91
200	46,4	-1,05
250	51,3	-1,17
300	55,8	-1,28
350	59,9	-1,39
400	63,7	-1,48
450	67,3	-1,57
500	70,7	-1,66
550	74,0	-1,74
575	75,5	-1,78
580	75,8	-1,79
750	85,6	-2,03

**Tabla 23: Profundidad de la interfase en Playa Brasilito (b)**

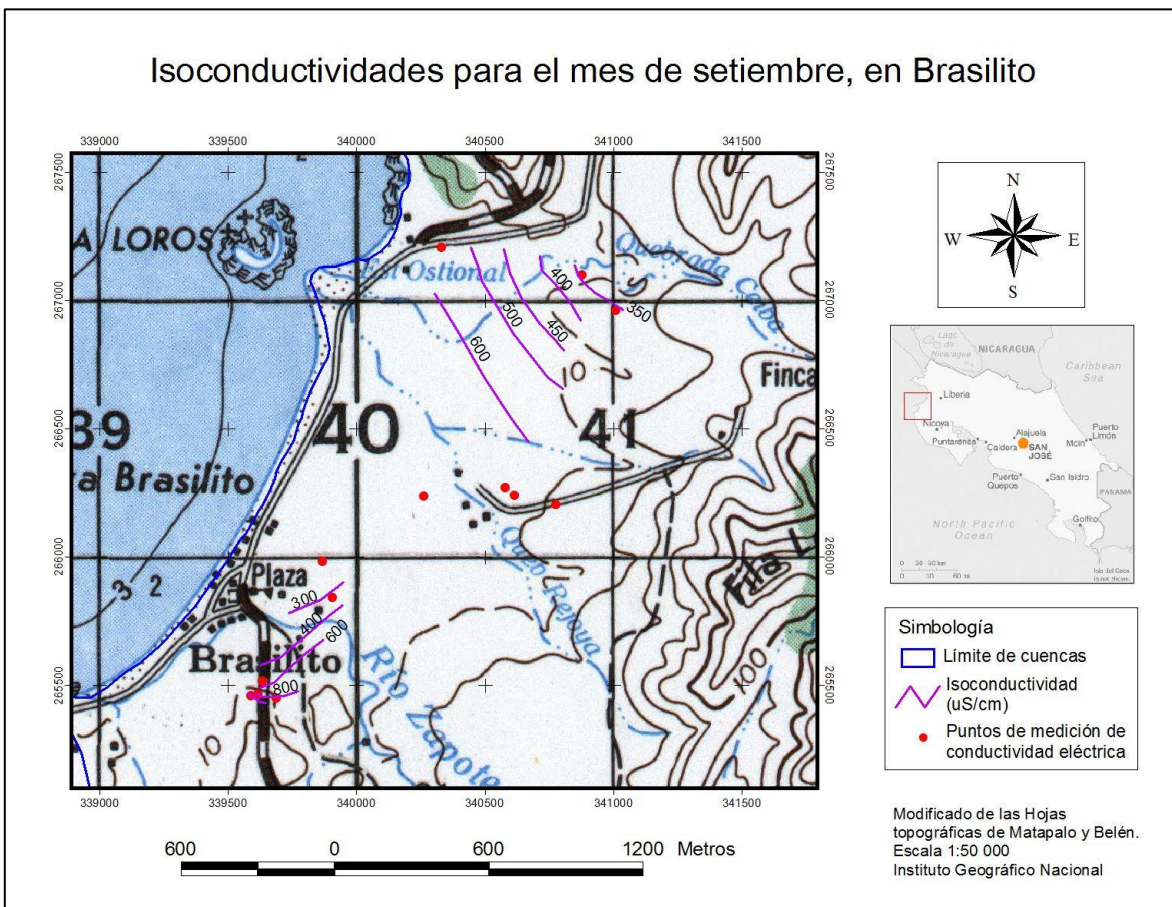
Distancia x(m)	Profundidad z(m)	h (m)
-0,8	0	0,00
0	1,6	0,00
50	14,2	-0,31
100	19,4	-0,45
150	23,4	-0,55
200	26,8	-0,63
250	29,7	-0,70
300	32,4	-0,77
350	34,9	-0,83
400	37,2	-0,89
450	39,4	-0,94
500	41,4	-1,00
550	43,3	-1,04
575	44,3	-1,07
580	44,5	-1,07
750	50,3	-1,22

Cabe mencionar que durante los meses de setiembre, octubre y diciembre, se realizaron mediciones de conductividad eléctrica para identificar zonas con posible intrusión salina. Los valores medidos van desde 87 y 989  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los pozos donde se tuvieron los mayores valores están en desuso, y uno de ellos se encuentra sin sello sanitario con la inconveniente que puede contaminarse con la escorrentía superficial, por lo que se interpreta que los datos reflejan contaminación proveniente del mismo sitio donde se encuentran, y no ocasionado por intrusión salina en el acuífero.

Se presentan a continuación los mapas de isoconductividades eléctricas de Potrero y Brasilito, para los meses con mediciones en el campo.



**Figura 25:** Mapa de isoconductividades eléctricas en Potrero, para el mes de setiembre, 2011.



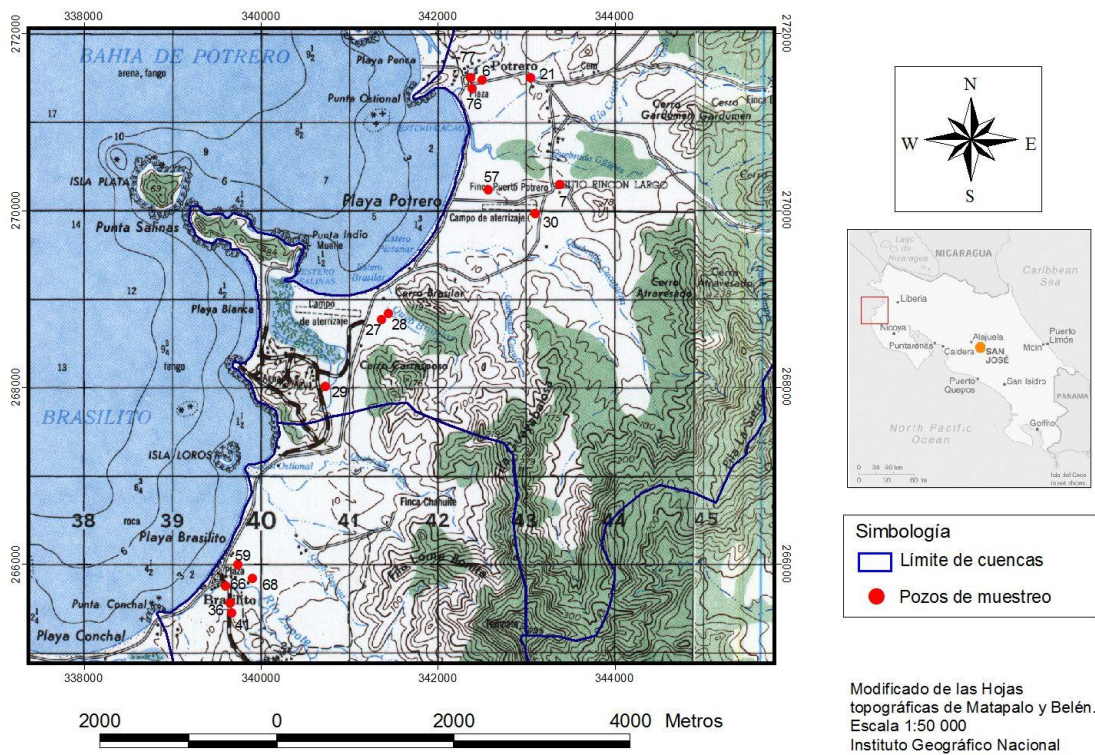
**Figura 26:** Mapa de isoconductividades eléctricas en Brasilito, para el mes de setiembre, 2011.

Durante los días 06, 07 y 08 del mes de marzo del presente año, se realiza un muestreo de agua de 15 pozos, en las 3 cuencas, en conjunto con personal del Laboratorio Nacional de Aguas y del Área Funcional de Hidrogeología UEN de Gestión Ambiental del AyA (fig. 27). (Anexo 4)

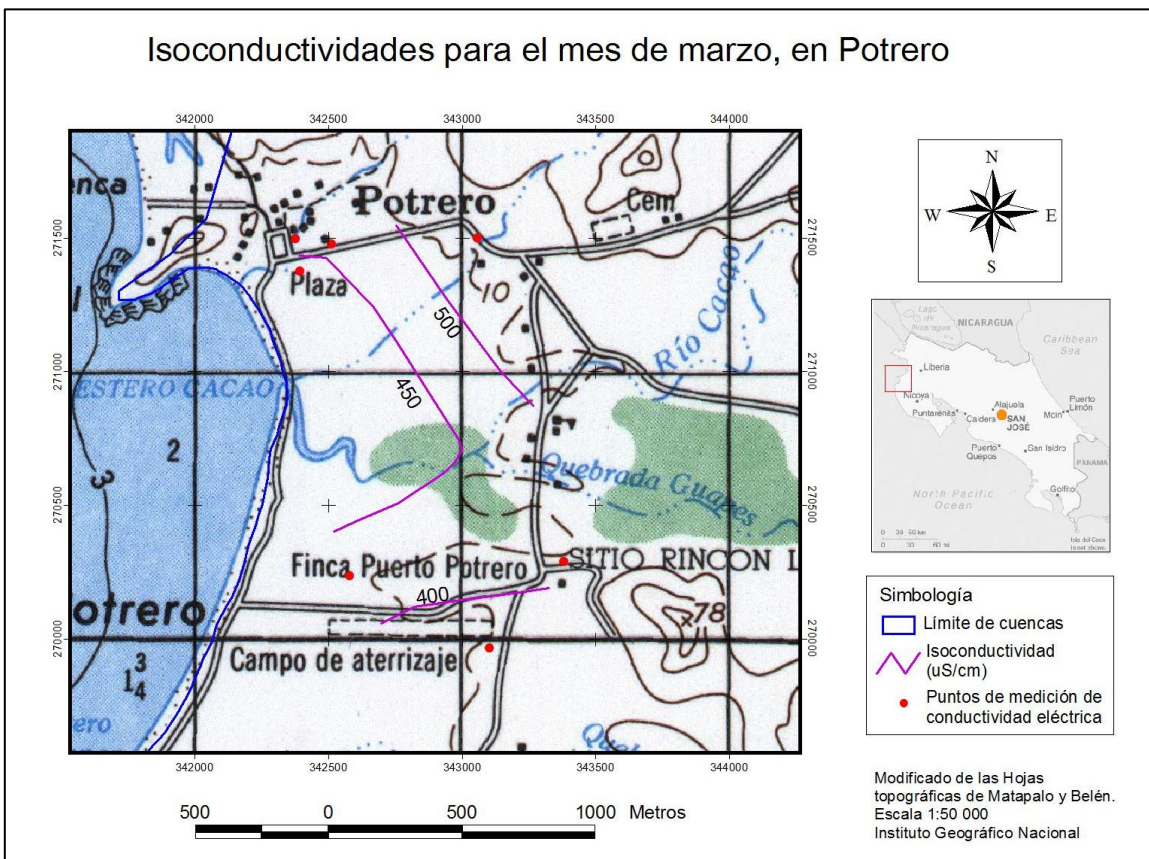
En las figuras 28 y 29 se muestran las líneas de igual conductividad eléctrica (medida en  $\mu\text{S/cm}$ ) en ambas cuencas, medidas durante el muestreo de agua, en el mes de marzo. Se evidencia que las conductividades eléctricas en Brasilito son altas con respecto a la norma (en este momento  $822 \mu\text{S/cm}$ ), posiblemente por bombeo del acuífero o contaminación puntual.



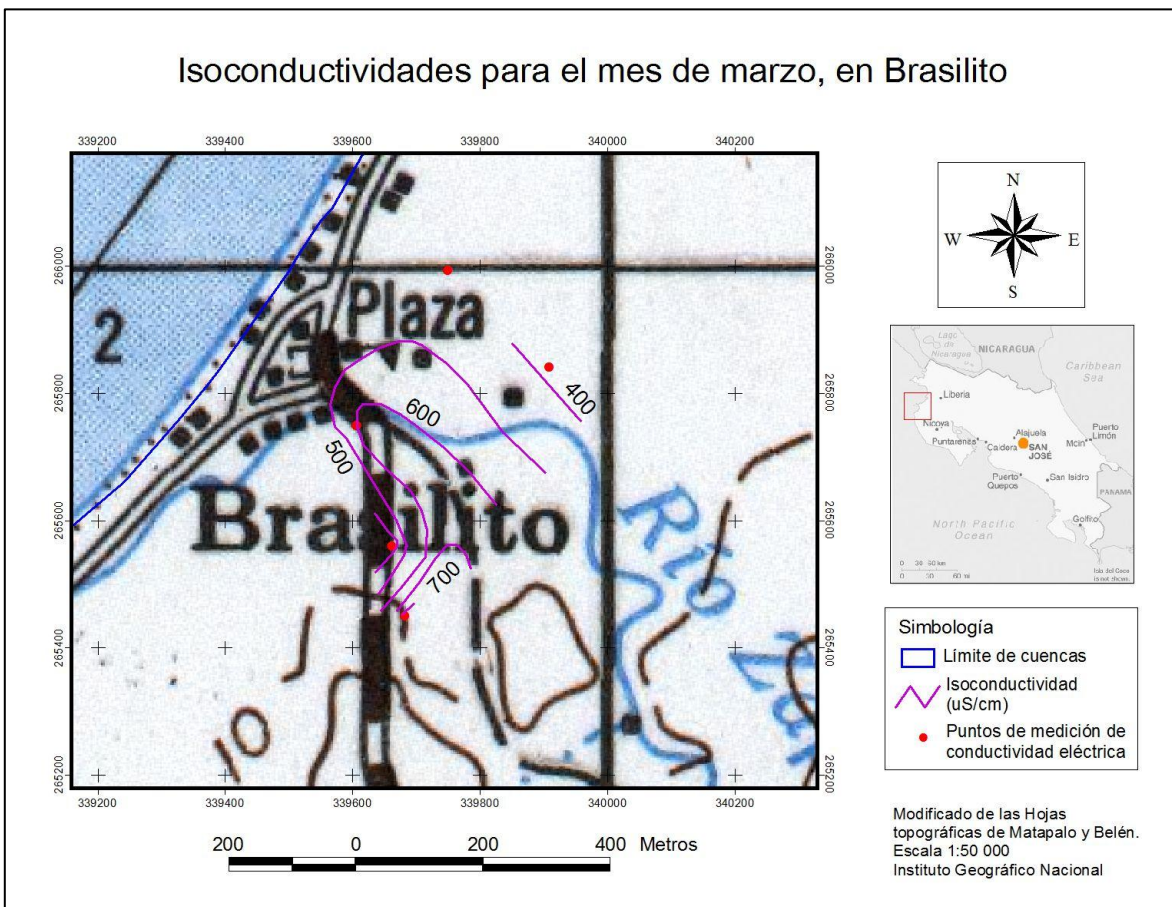
### Ubicación de pozos de muestreos de agua para análisis químicos



**Figura 27:** Ubicación de pozos muestreados para análisis químico del agua.



**Figura 28:** Mapa de isoconductividades eléctricas en Potrero, para marzo, 2012.



**Figura 29:** Mapa de isoconductividades eléctricas en Brasilito, para el mes de marzo, 2012.

De acuerdo con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N°32327-S, ninguna de las muestras tomadas sobrepasa el Valor Máximo Admisible para los Parámetros de calidad del agua. Sin embargo, las muestras 3 y 4 sobrepasan el Valor Recomendado para sulfatos y cloruros respectivamente.

El anión Bromuro ( $\text{Br}^-$ ) tiene interés en el estudio del origen de aguas saladas, por lo que se realizó este análisis en las muestras de agua, pero ninguno de los análisis detectó el ión. El límite de detección manejado por el Laboratorio Nacional de Aguas para este análisis es de 0,61  $\mu\text{g/L}$ .

A continuación se muestra una lista de los principales aniones y cationes analizados, y sus resultados, así como los valores recomendados y los valores máximos admisibles, según el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N°32327-S:



**Tabla 24: Análisis químicos en Potrero y Brasilito**

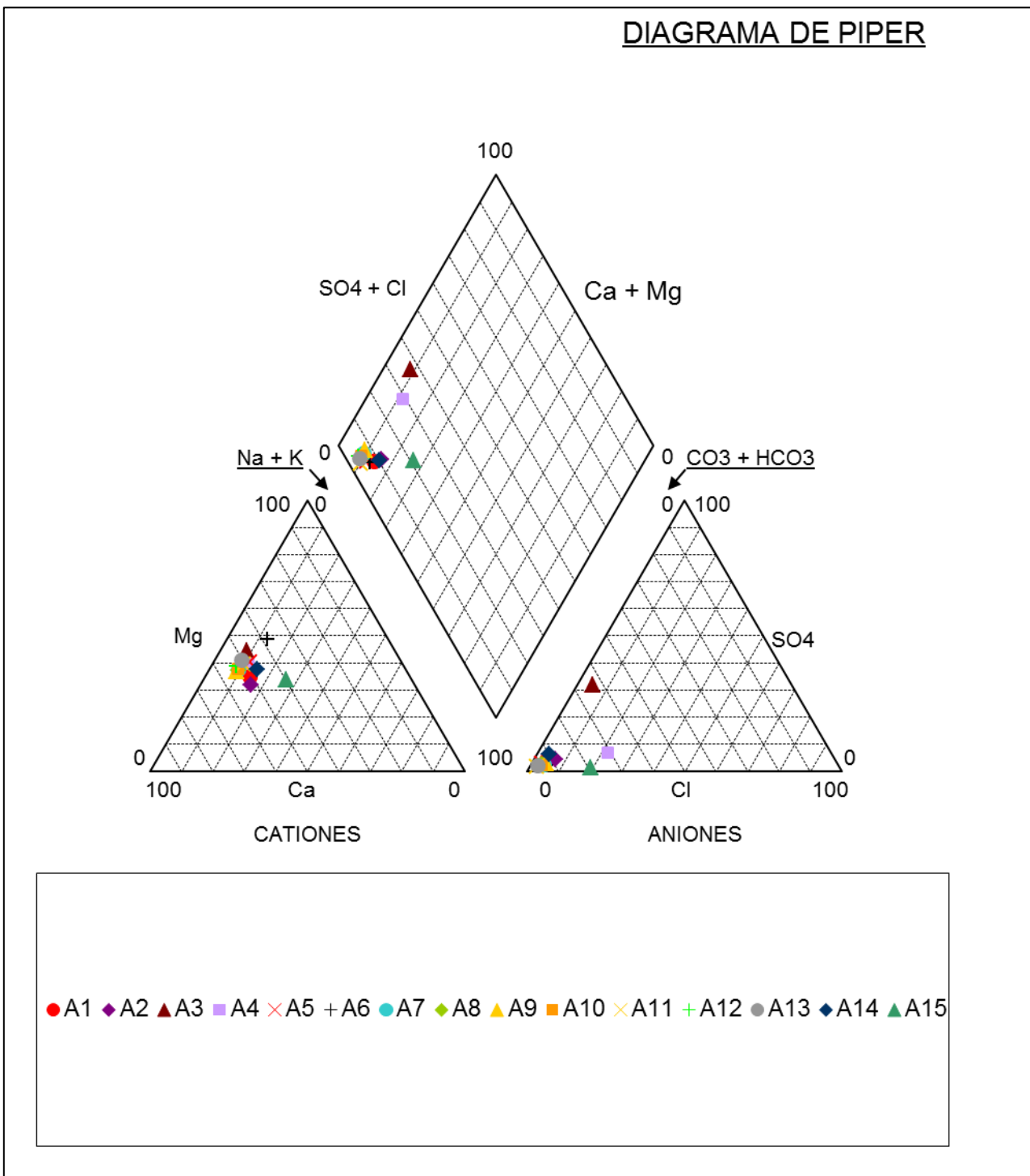
No. Muestra	Cl-	SO4=	NO3-	Br	Na+	K+	Ca++
A1: Pozo 68	4,36	7,28	1,1	N.D.	10,9	0,8	35,2
A2: Pozo 59	7,74	8,66	3,34	N.D.	14,3	0,8	41,3
A3: Pozo 41	11,42	147,85	9,98	N.D.	18,2	0,8	87,3
A4: Pozo 66	45,65	20,88	7	N.D.	16	1,4	59,8
A5: Pozo 36	2,8	4,96	2,5	N.D.	10,4	0,8	38,1
A6: Pozo 29	4,23	2,96	2,39	N.D.	9,3	0,8	24,6
A7: Pozo 76	6,58	5,79	0,81	N.D.	10,5	0,8	53,6
A8: Pozo 77	3,71	4,81	1,74	N.D.	8,9	0,8	45
A9: Pozo 21	4,86	8,33	7,58	N.D.	12,3	0,8	65,8
A10: Pozo 6	3,5	4,06	3,16	N.D.	9,3	0,8	48,4
A11: Pozo 30	2,05	2,7	0,81	-	8	0,8	36,7
A12: Pozo 57	3,47	4,47	1,14	N.D.	8,7	0,8	50,6
A13: Pozo 7	2,83	4,4	0,81	N.D.	8,3	0,8	43,5
A14: Pozo 27	3,83	13,58	2,95	N.D.	15,4	1,9	43,4
A15: Pozo 28	2,84	3,87	0,81	N.D.	26,7	2,4	37

**Tabla 25: Valores según Reglamento para la Calidad del Agua Potable, N°32327-S**

Valores recomendados					
Cl- (mg/L)	SO4= (mg/L)	NO3- (mg/L)	Na+ (mg/L)	K+ (mg/L)	Ca++ (mg/L)
25	25	25	25	-	100

Valores máximos admisibles					
Cl- (mg/L)	SO4= (mg/L)	NO3- (mg/L)	Na+ (mg/L)	K+ (mg/L)	Ca++ (mg/L)
250	250	50	200	10	-

Utilizando los valores de Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Cloruros, Sulfatos, Nitratos y Bicarbonados, dados por el Laboratorio Nacional de Aguas, se logra clasificar químicamente las aguas en ambas cuencas, a partir del diagrama triangular de Piper (Custodio & Llamas, 1983) (fig. 30). La tabla 26 ordena la clasificación dada a cada muestra analizada.



**Figura 30:** Diagrama triangular de Piper con los resultados de las 15 muestras tomadas en Potrero y Brasilito.





**Tabla 26: Clasificación química del agua en Potrero y Brasilito, a partir del diagrama triangular de Piper.**

**Potrero**

No. Muestra	Clasificación del agua
<b>A6: Pozo 29</b>	Bicarbonatada magnésica cálcica
<b>A7: Pozo 76</b>	Bicarbonatada cálcica
<b>A8: Pozo 77</b>	Bicarbonatada cálcica
<b>A9: Pozo 21</b>	Bicarbonatada cálcica
<b>A10: Pozo 6</b>	Bicarbonatada cálcica
<b>A11: Pozo 30</b>	Bicarbonatada cálcica magnésica
<b>A12: Pozo 57</b>	Bicarbonatada cálcica
<b>A13: Pozo 7</b>	Bicarbonatada cálcica magnésica

**Quebrada Brasilar**

No. Muestra	Clasificación del agua
<b>A14: Pozo 27</b>	Bicarbonatada cálcica magnésica
<b>A15: Pozo 28</b>	Bicarbonatada cálcica magnésica

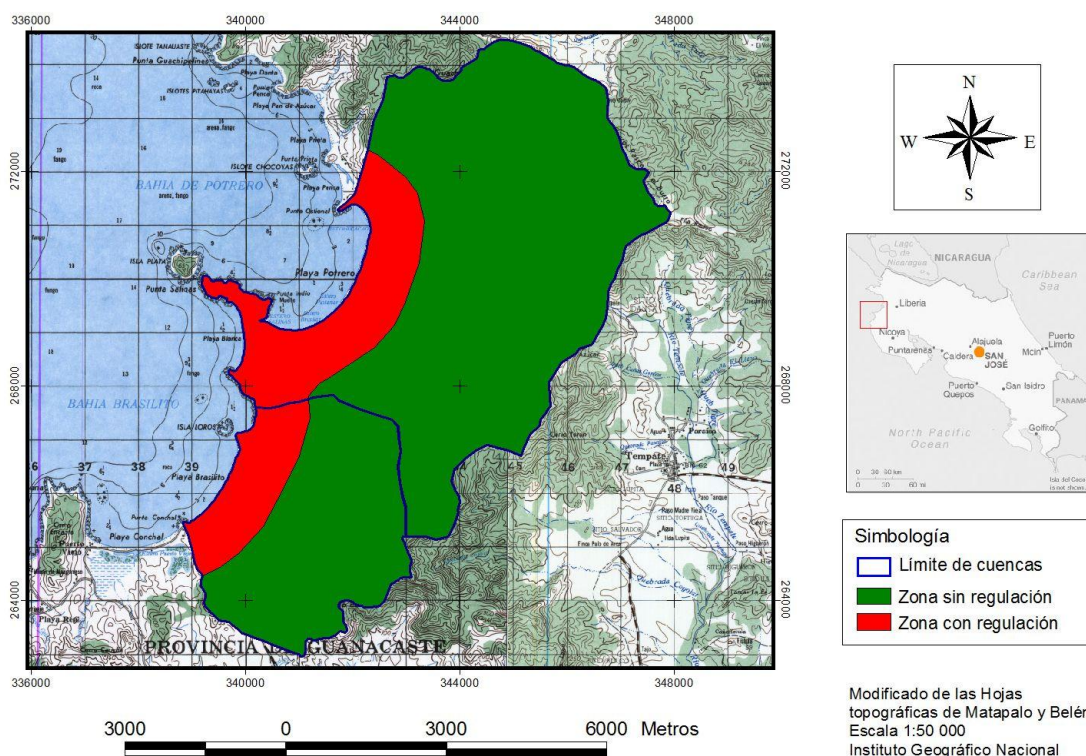
**Brasilito**

No. Muestra	Clasificación del agua
<b>A1: Pozo 68</b>	Bicarbonatada cálcica
<b>A2: Pozo 59</b>	Bicarbonatada cálcica
<b>A3: Pozo 41</b>	Bicarbonatada cálcica magnésica
<b>A4: Pozo 66</b>	Bicarbonatada cálcica magnésica
<b>A5: Pozo 36</b>	Bicarbonatada cálcica magnésica

Con el muestreo físico-químico no se encuentran suficientes evidencias de intrusión salina, sin embargo se ha observado durante los muestreos de niveles de agua, valores altos de conductibilidad eléctrica, por lo que se considera como una medida preventiva y que la zona tiene una susceptibilidad importante a procesos de intrusión salina y sumado que este momento no se tiene controles en macromedición y micromedición de pozos, es recomendable mantener, en Potrero y Brasilito, una franja de un 1 km, medida desde la línea de costa hacia el interior de la cuenca, donde se regule la perforación de pozos de producción (fig. 31). El otorgamiento de permisos de perforación fuera de esta zona de protección, queda condicionada a la cantidad de metros cúbicos disponibles en cada uno de los acuíferos.



## Zona de regulación para perforación de pozos de producción



**Figura 31:** Zonas de regulación para perforación de pozos de producción.

Se mantiene vigente el requerimiento de presentar estudios de intrusión salina cuando las perforaciones de pozos se ubiquen a menos de 1 kilómetro de la costa. Lo anterior de acuerdo al Decreto Ejecutivo No. 17390, publicado en la Gaceta No. 14 con fecha miércoles 21 de enero de 1987, donde dice:

“El MNAE (Dirección de Aguas) no autorizará la explotación de las aguas subterráneas de los acuíferos costeros cuando los pozos se hagan a una distancia menos de mil metros de la pleamar. Para el otorgamiento de las concesiones de dichas zonas el Servicio nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados emitirán un criterio obligatorio en el cual se pronuncien sobre los fenómenos con contaminación por intrusión salina u otros que puedan inutilizar o alterar sensiblemente el acuífero.”



## Conclusiones

- Las cuencas de Playa Potrero y Playa Brasilito abarcan un total de 51,48 m<sup>2</sup>, y en esta zona se encuentran basaltos, gabros y radiolaritas del Complejo de Nicoya, así como aluviones en las partes más bajas.
- Las principales morfologías en la zona consisten de zonas denudacionales y zonas planas, donde se depositan los aluviones. El drenaje es dendrítico en las partes más altas, y muy recto, poco sinuoso, en las partes bajas y planas.
- Se encontraron 82 pozos en el campo, de los cuales se monitorean 59. A partir de los datos medidos en el campo (pozos inscritos y no inscritos) y de la información de concesiones de la Dirección de Agua del MINAET, se estima una extracción de 132,49 L/s en Potrero y 147,478 L/s en Brasilito.
- De la estimación total de extracción en Potrero y Brasilito, los caudales de los pozos inscritos (ASADAS y A y A), con concesión otorgada, solicitudes nuevas en trámite, prorrogas en trámite, concesiones canceladas, solicitudes nuevas de registro de pozos sin número (amnistía), inscritos en la Base de datos de Dirección de Aguas es de 70,58 litros por segundo en Potrero y 98,72 litros por segundo en Brasilito, lo que significa que la diferencia (total estimado menos lo registrado en el MINAET) se trata de un caudal que actualmente es utilizado (sin registrar) que deberá a partir de un debido proceso regularse por parte de la Dirección de Aguas del MINAET.
- En ambas cuencas se identifican 2 litologías que forman parte de los acuíferos: gabros del Complejo de Nicoya y aluviones. Estas litologías tienen conexión hidráulica entre ellas. Los gabros se consideran como alterados o fracturados, ya que muchos pozos en la zona se encuentran captando esta litología.
- La precipitación anual es de 1743,1 mm (2055,8 L/s en Potrero y 789,5 L/s en Brasilito), tomada de la estación meteorológica en Santa Cruz.
- Utilizando el método de balance hídrico de suelos, se obtiene una recarga potencial de 470,14 L/s en Potrero y 199,59 L/s en Brasilito.
- Mediante el método de hidrogramas de pozos, la recarga a los acuíferos es de 432,5 L/s en Potrero y 186,6 L/s en Brasilito.



- El rendimiento sostenible se estima a partir de la recarga obtenida mediante el hidrogramas de pozos (incluida la explotación actual), y considerando un 40% de este caudal. El caudal utilizable en Potrero es de 173 L/s, y de 74,64 L/s en Brasilito.
- Los análisis físico-químicos incluyendo Bromuros realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas de A y A no evidencian intrusión salina, en ninguno de los dos acuíferos. El análisis incluyó los pozos MTP-123 y MPT-125 (pozos 27 y 28 de la red de monitoreo) y otros en las cuencas de Potrero Brasilito. En cuanto a la calidad se encontró que la mayoría de parámetros están por debajo de los valores máximos permisibles. Los pozos serán parte de la red de monitoreo de la calidad recomendada.
- Si bien no hay una manifestación de los procesos de intrusión salina en los pozos analizados, se recomienda a un kilómetro de la costa, hacia el continente para solicitudes nuevas de perforación presentan un estudio de intrusión salina exhaustivo (método de Glover) y los caudales recomendados para su explotación serán bajos, así mismo se dará prioridad al uso de consumo humano.



## Recomendaciones

1. Se recomienda mantener el monitoreo de pozos (de al menos 1 año) para observar las fluctuaciones de niveles y el comportamiento de los acuíferos. Valorar la posibilidad de instrumentar automáticamente algunos pozos ubicados en zonas de alta extracción de aguas subterráneas.
2. Se recomienda regular el caudal extraído mediante la instalación de caudalímetros en todos los pozos y en particular en la zona de regulación (1 km de la costa).
3. Analizar la posibilidad de realizar modelos numéricos y generar escenarios de explotación futura. Una vez generada toda la información histórica de niveles, calidad y nuevas perforaciones, se recomienda a las instituciones Dirección de Aguas-SENARA-A y A reevaluar el balance hídrico.
4. Proseguir el monitoreo de la calidad de las aguas, con especial atención de las zonas cercanas a la costa y sitios de alta extracción (zona de regulación).



## Referencias bibliográficas

- ARELLANO, F., PADILLA, A., SÁNCHEZ, F. & SUÁREZ, J.; 2011(a): Estudio Hidrogeológico Playa Potrero. Santa Cruz, Guanacaste. – 127 págs. Hidrogeotecnia Ltda., San José.
- ARELLANO, F.; SUÁREZ, J. & LEANDRO, C.; 2011(b): Informe del Estudio Hidrogeológico – Geofísico, Zona de Brasilito – Guanacaste. – 48 págs. Hidrogeotecnia Ltda., San José. [Informe contratación N° 2011CDS-000167-PR1, AyA].
- AUGUSTITHIS, S. S.; 1978: Atlas of textural patterns of basalts and their genetic significance. – Elsevier, Amsterdam, 323 págs.
- CUSTODIO, E., 1983: Hidrogeoquímica. – En: CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. (ed.): Hidrología Subterránea. Ediciones Omega S.A: 1003-1095.
- DENYER, P. & ARIAS, O.; 1993: Geología del Norte de la Península de Nicoya, Costa Rica. - Revista Geológica de América Central 16: 69-84.
- DENYER, P. & KUIJPERS, E., 1979: Mineralizaciones de manganeso intercaladas en basaltos del Complejo de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. – Instituto Geográfico Nacional, Informe semestral julio – diciembre: 91-108.
- GLOVER, R. E.; 1959: The pattern of fresh-water flow in coastal aquifer. – En: CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. R.; 1983: Hidrología subterránea. – Ediciones Omega: 1355-1389.
- GURSKY, H. J; 1989: Presencia y origen de rocas sedimentarias en el basamento ofiolítico de Costa Rica.-Revista Geológica de América Central 10: 19-66.
- HARGREAVES, G.H. & SAMANI, Z.A., 1985: Reference crop evapotranspiration from temperature.- Applied Eng. in Agric., 1(2): 96-99.
- IMN; 2011: Promedios mensuales de datos climáticos (de 0 a 24 horas).
- IMN; s.f: Clima en Costa Rica. Pacífico Norte. - [http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/pacifico\\_norte.html](http://www.imn.ac.cr/educacion/climacr/pacifico_norte.html). [Consulta: 23 de enero del 2012].



- KUYPERS, E. P; 1980: La geología del Complejo Ofiolítico de Nicoya, Costa Rica.-Inf. Semestral Instituto Geográfico Nacional, Costa Rica, Julio- Diciembre: 15-75.
- MESCHEDE, M., SICK, M. & FRISCH, W.; 1988: Interpretación geodinámica de los Complejos Ofiolíticos de Costa Rica. – Revista Geológica de América Central 8: 1-18.
- MORERA, S.; 1995: Estudio de intrusión salina en Playa Potrero y Flamingo. – 28 págs. SENARA, San José [Inf. Interno N°197].
- PONCE, V.M., 2007: Rendimiento sostenible del agua subterránea.- <http://rendimiento.sdsu.edu/> [Consulta: 29 de junio del 2011].
- RODRIGUEZ, C., VARGAS, N., JARAMILLO, O., PIÑEROS. A. & CAÑAS, H., 2010: Oferta y uso de agua subterránea en Colombia.- <http://intranet.ideam.gov.co:8080/openbiblio/Bvirtual/021888/ENA2010Cap4.pdf>
- RODRÍGUEZ, H.; 2011: Hidrogeología de la Microcuenca de la Quebrada Brasilar. Proyecto Residencial Alegría. Cabo Velas, Santa Cruz, Guanacaste. – 19 págs. + mapas. Hidroestrato S.A., Palmares, Alajuela.
- SCHOSINSKY, G.; 2006: Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. - Revista Geológica de América Central 34-35: 13-30.
- VAN ZUIDAM, R.; 1986: Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. - 443 págs. Smits Publishers, The Hague, The Netherlands.
- WILDBERG, H.; 1987: High level and low level plagiogranites from Nicoya Ophiolite Complex, Costa Rica, Central America. – Geol. Rundschau, 76 (1): 285 – 301.



## Anexos



**Anexo 1: Información de las muestras de suelo tomadas en el campo**

<b>No.</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Altura (m.s.n.m.)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Lugar</b>	<b>Observaciones</b>
1	344754	272899	41	0,95	Cruce Finca Laureles-Nuevo Colón	Suelo arenoso con grava color café claro
2	344005	271581	31	0,18	Cruce Finca Danta-Nuevo Colón	Arcilla-limo-arena fina color café oscuro. Granos de máx. 5mm (10%)
3	344982	271593	48	0,57	Base Cerro Danta	Material limo arenoso color café claro. Capa más arenosa en superficie (20cm)
4	345892	271466	67	0,4	Base Cerro Danta	Material limo arcilloso color café rojizo
5	346421	269370	190	0,37	Divisoria camino a Tempate	Suelo arcilloso color café rojizo
6	345608	269614	93	0,57	Camino a Tempate, tajo	Suelo arcillo-arenoso por meteorización del basalto
7a	343844	270973	46	0,8	Camino a Tempate, por quebrada	Suelo limo arenoso color café claro
7b	343844	270973	46	1,45	Camino a Tempate, por quebrada	Suelo arcilloso café oscuro brillante
8	341775	273450	54	1	Hacia Pan de Azúcar	Suelo residual arenoso café amarillento con evidencia de roca alterada
9	342138	271751	30	0,26	Hacia Pan de Azúcar	Suelo limo arenoso color café
10	343312	270901	25	0,32	Al lado de Case Orquídeas, camino a pozo asada Potrero, 1er vado.	Suelo limo arenoso color café
11	341547	268830	25	0,63	Pozos conflicto	Limo arcilloso color café claro

12	341389	268681	20	1	Pozos conflicto	Limo arcilloso con algunos granos de arena gruesa. Color café. Fragmentos alterados de roca (cm)
13	341182	266004	52	0,5	Camino por detrás de Catalina Cove	Limo arenoso color café
14	342263	266868	87	2,1	Vista del Mar	Arena limosa con restos de roca alterada
15	339899	265873	12	0,24	Hotel 5ta Esencia	Suelo areno limoso, con grava fina, color café oscuro
16	340462	264983	33	0,52	Entrada por puente Brasilito	Suelo arcillo arenoso con fantasmas de roca. Tonos rosas y verdosos
17	340174	263911	48	1,34	Saliendo de Brasilito, quebrada	Limo arenoso color café amarillento
18	340456	263059	69	1,04	Saliendo de Brasilito, sobre recta	Base de cerro. Limo arcilloso con pequeños granos mm de roca. Color café rojizo
19	339941	263815	72	0,45	Reserva Conchal	Suelo arenoso con residuos de roca madre
20	339601	265282	45	1,14	Reserva Conchal (escombrera)	Suelo limo arcilloso color rojizo con sectores arenosos

**LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES**

**REPORTE DE ENSAYO**

CIA-SC12-03-I01-R01 (v1)

**Nº DE REPORTE: 41996**

USUARIO: MINAET

SUBCLIENTE:

RESPONSABLE: ANDREA BARRANTES

CORREO: abarrantes@imn.ac.cr

TELÉFONO: 2221-7514

FAX:

PROVINCIA: GUANACASTE

ANÁLISIS:

TEXTURA

FECHA RECEPCIÓN: 05.12.11

CANTÓN: SANTA CRUZ EMISIÓN DE REPORTE: 13.12.11

LOCALIDAD: N° DE MUESTRAS TOTAL: 20

CULTIVO: SIN CULTIVO PÁGINA: 1/1

**ANÁLISIS DE TEXTURA EN SUELOS**

ID USUARIO	ID LAB	(%)			Clase Textural
		ARENA	LIMO	ARCILLA	
MUESTRA # 1	RN-1478-11	50	15	35	FRANCO ARCILLO ARENOSO
MUESTRA # 2	RN-1479-11	57	8	35	FRANCO ARCILLO ARENOSO
MUESTRA # 3	RN-1480-11	62	10	28	FRANCO ARCILLO ARENOSO
MUESTRA # 4	RN-1481-11	12	15	73	ARCILLOSO
MUESTRA # 5	RN-1482-11	23	9	68	ARCILLOSO
MUESTRA # 6	RN-1483-11	23	37	40	FRANCO ARCILLOSO
MUESTRA # 7	RN-1484-11	20	18	62	ARCILLOSO
MUESTRA # 8	RN-1485-11	50	10	40	ARCILLO ARENOSO
MUESTRA # 9	RN-1486-11	18	40	42	ARCILLOSO
MUESTRA # 10	RN-1487-11	48	12	40	ARCILLO ARENOSO
MUESTRA # 11	RN-1488-11	25	22	53	ARCILLOSO
MUESTRA # 12	RN-1489-11	25	20	55	ARCILLOSO
MUESTRA # 13	RN-1490-11	30	18	52	ARCILLOSO
MUESTRA # 14	RN-1491-11	50	15	35	FRANCO ARCILLO ARENOSO
MUESTRA # 15	RN-1492-11	40	18	42	ARCILLOSO
MUESTRA # 16	RN-1493-11	30	20	50	ARCILLOSO
MUESTRA # 17	RN-1494-11	34	18	48	ARCILLOSO
MUESTRA # 18	RN-1495-11	32	25	43	ARCILLOSO
MUESTRA # 19	RN-1496-11	50	20	30	FRANCO ARCILLO ARENOSO
MUESTRA # 20	RN-1497-11	48	4	48	ARCILLO ARENOSO

Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.  
COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES

1. Resultados expresados como porcentajes. 2. Procedimiento de textura de acuerdo al CIA-SC09-03-P02 Determinación de Textura en Suelos por el Método del Hidrómetro de Bouyoucos. 3. El muestreo es responsabilidad del usuario. 4. Los resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas. 5. El tiempo de custodia es de 45 días a partir del ingreso de la muestra. 6. El Reporte de Ensayo válido es el original, firmado y sellado, cuando el usuario solicita el envío del reporte por correo electrónico o fax libera al Laboratorio de resguardar la integridad y confidencialidad e sus resultados.

**LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES  
 REPORTE DE ENSAYO**

**N° DE REPORTE 41997**

USUARIO: MINAET  
 SUBCLIENTE:  
 RESPONSABLE ANDREA BARRANTES  
 CORREO: abarrantes@imn.ac.cr  
 TELÉFONO: 2221-7514

FAX: ANÁLISIS: CH,D.Ap,D.Part.R.Hum,% Hum,  
 PROVINCIA: GUANACASTE FECHA RECEP 05.12.11  
 CANTÓN: SANTA CRUZ EMISIÓN DE R 13.12.11  
 LOCALIDAD: N° DE MUESTRA/20  
 CULTIVO: SIN CULTIVO PÁGINA: 1/1

ID USUARIO	ID LAB	ANÁLISIS DE RETENCIÓN DE HUMEDAD			ANÁLISIS DE DENSIDAD Y CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA			Humedad %
		%RETENCION		% AGUA	Densidad aparente	Densidad Particulas	Conduct. Hidráulica	
		0,33	15	UTIL	g cm <sup>-3</sup>	g cm <sup>-3</sup>	cm h <sup>-1</sup>	
MUESTRA # 1	RN-1498-11	23	19	4	1,51	2,34	NR	26
MUESTRA # 2	RN-1499-11	29	16	13	1,62	2,35	NR	26
MUESTRA # 3	RN-1500-11	27	14	13	1,01	2,58	NR	32
MUESTRA # 4	RN-1501-11	44	36	8	1,16	2,09	NR	47
MUESTRA # 5	RN-1502-11	35	29	6	1,59	3,22	NR	38
MUESTRA # 6	RN-1503-11	36	28	8	1,39	2,70	NR	44
MUESTRA # 7	RN-1504-11	34	25	9	1,22	2,21	NR	34
MUESTRA # 8	RN-1505-11	46	22	24	1,07	2,21	NR	37
MUESTRA # 9	RN-1506-11	28	21	7	1,39	2,76	NR	32
MUESTRA # 10	RN-1507-11	28	18	10	1,54	2,56	NR	27
MUESTRA # 11	RN-1508-11	27	15	12	1,53	2,36	NR	30
MUESTRA # 12	RN-1509-11	30	22	8	1,62	2,38	NR	31
MUESTRA # 13	RN-1510-11	26	19	7	1,62	2,58	NR	29
MUESTRA # 14	RN-1511-11	34	19	15	1,69	2,33	NR	26
MUESTRA # 15	RN-1512-11	20	15	5	1,89	2,56	NR	17
MUESTRA # 16	RN-1513-11	18	13	5	1,60	2,43	NR	28
MUESTRA # 17	RN-1514-11	35	20	15	1,45	2,21	NR	36
MUESTRA # 18	RN-1515-11	38	25	13	1,43	2,16	NR	36
MUESTRA # 19	RN-1516-11	30	20	10	1,32	2,63	NR	22
MUESTRA # 20	RN-1517-11	44	29	15	1,18	2,48	NR	45

Ing. Agr. Rafael Mata Chinchilla M.Sc.  
 COORDINADOR DEL LABORATORIO DE RECURSOS NATURALES

**Anexo 2: Información de aforos realizados en las playas Potrero y Brasilito.**



**COPIA**

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

**COPIA**

29 de abril de 2011  
SUB-G-AID-UEN-GA-2011-712



Ing. José Miguel Zeledón  
Dirección de Aguas  
MINAET

*Recibido 2*

*SENARA*  
*[Signature]*

Estimado señor:

De acuerdo a lo acordado por Comité de Alto Nivel-Jerarcas del SENARA, MINAET (Dirección de Aguas) y AyA y el Comité Técnico, debido a la directriz de la Sala Cuarta, en relación a la Elaboración del Estudio Hidrogeológico-Balance Hídrico en la zona de Potrero y Brasilito, se hace entrega de la tabla 1, que contiene los aforos diferenciales, los cuales fueron realizados por el Area Funcional Estudios Básicos-UEN Gestión Ambiental-AyA. Además se adjunta la figura con la ubicación de los mismos.

Sin otro particular, atentamente se suscribe,

*[Signature]*  
Hidrog. Viviana Ramos S.  
Directora Área Funcional de Hidrogeología  
UEN GESTIÓN AMBIENTAL



*[Signature]*  
*2/mayo/2011*

CC: Ing. Eduardo Lezama-Subgerente General  
Ing. German Mora-Subgerente AID  
Geog. Gerardo Ramírez Villegas-Director G.A  
Ing. Bernal Soto-Gerente General SENARA  
Lic. Roberto Ramírez-Area de Investigación  
INTERNO 172



Hoja 1

Programa de medición de caudales diferenciales en microcuencas del río Cacao y río Zapote y otros microsistemas tributarios de Bahía Potrero y Brasillito, Distrito 04 Tempate - Cantón 03 Sta. Cruz, P.v.									
Nombre del punto de aforo	Latitud	Longitud	Elev. (m.s.n.m.)	H. Cartog.	Caudal (L/s)	Fecha del aforo	Observaciones		
Queb. Pilas - A - #1 Inferior	271467	342364	5	Matapalo	0	05/04/11	En puente - Centro de Potrero		
Queb. Pilas - A - #2 Superior	273225	343127	84	Matapalo	0	05/04/11	En puente camino a Potrero		
Queb. Sin nombre - B - #1 Inferior	270817	342652	5	Matapalo	0	05/04/11			
Queb. Sin nombre - B - #2 Superior	272078	343558	73	Matapalo	0	05/04/11			
Río Cacao - C - #1 Inferior	270617	342611	5	Matapalo	40	05/04/11	Aguas arriba del puente camino a Potrero		
Río Cacao - C - #2 Superior	270935	343292	9	Matapalo	0	05/04/11	En paso de camino por el cauce		
Río Cacao - C - #3 Medio-Union del río con queb. Danta	271628	344312	17	Matapalo	0	05/04/11	En paso de camino por el cauce		
Union quebradas Burro y Danta-E-F-#1	271722	344312	29	Matapalo	0	05/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Burro-E-#2 Superior	271441	345788	52	Matapalo	0	05/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Danta-F-#1 Superior	271321	345691	52	Matapalo	0	05/04/11			
Quebrada Nancital-D-#1 Medio	272445	344861	40	Belen	0	05/04/11			
Quebrada Nancital-D-#2 Superior	273302	345295	40	Matapalo	0	05/04/11			
Quebrada Guapes-G-#1 Inferior	270615	343275	10	Matapalo	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Guapes-G-#2 Intermedio	270503	344604	18	Matapalo	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Guapes-G-#3 Superior	270430	343003	21	Belen	0	06/04/11			
Quebrada Guapes-G-#4 Superior	270008	345111	35	Belen	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Guapes-G-#5 Superior	269807	342341	38	Belen	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Cucaracha-H-#1 Inferior	269520	342503	8	Matapalo	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Cucaracha-H-#2 Medio	269123	343956	36	Matapalo	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Cucaracha-H-#3 Superior	267933	344360	63	Matapalo	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Cucaracha-H-#4 Intermedio	268148	343975	51	Matapalo	0	06/04/11	En la playa		
Quebrada Cusuca-I-#1 Inferior	269351	342755	12	Matapalo	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Brasil-J-#1 Inferior	269265	341585	1	Matapalo	0	06/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Celba-K-#1 Inferior	267117	340762	8	Matapalo	0	06/04/11	Nota: El microsistema de la queb. Ceiba es tributario de		
Quebrada Celba-K-#2 Superior	266811	342126	56	Matapalo	0	06/04/11	En paso de carretera principal		
Quebrada Rejoya-L-#1 Inferior	266181	340568	8	Matapalo	0	07/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada Rejoya-L-#2 Superior	265728	341038	24	Matapalo	0	07/04/11	En paso de carretera principal		
Quebrada Rejoya-L-#3 Superior	265593	341430	38	Matapalo	0	07/04/11	En paso de carretera principal		
Quebrada Rejoya-L-#4 Inferior	265455	340671	8	Matapalo	0	07/04/11	Aguas arriba puente sobre la carretera principal en el ca		
Río Zapote-M-#1 Inferior	265764	339545	2	Matapalo	0	07/04/11	En paso de camino por el cauce		
Río Zapote-M-#2 Intermedio	264977	340500	23	Matapalo	0	07/04/11			
Río Zapote-M-#3 Superior	264919	341352	51	Matapalo	0	07/04/11	En paso de camino por el cauce		
Quebrada madera-O-#1 Inferior	265203	339925	18	Matapalo	0	07/04/11	En la unión con la queb. Canelo, no se podía medir		
Quebrada madera-O-#2 Intermedia	264609	340132	23	Matapalo	0.2	07/04/11			
Quebrada madera-O-#3 Superior	263558	340348	37	Matapalo	0	07/04/11			
Quebrada sin nombre-P-#1 Inferior	265566	339211	1	Matapalo	0	07/04/11	En la playa - Manglar		



ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UEN. GESTIÓN AMBIENTAL  
DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGÍA  
Elaboró Christian Corrales Díaz

Figura 1  
Mapa de Ubicación de afloros  
realizados en cuencas  
Potrero & Brasilito

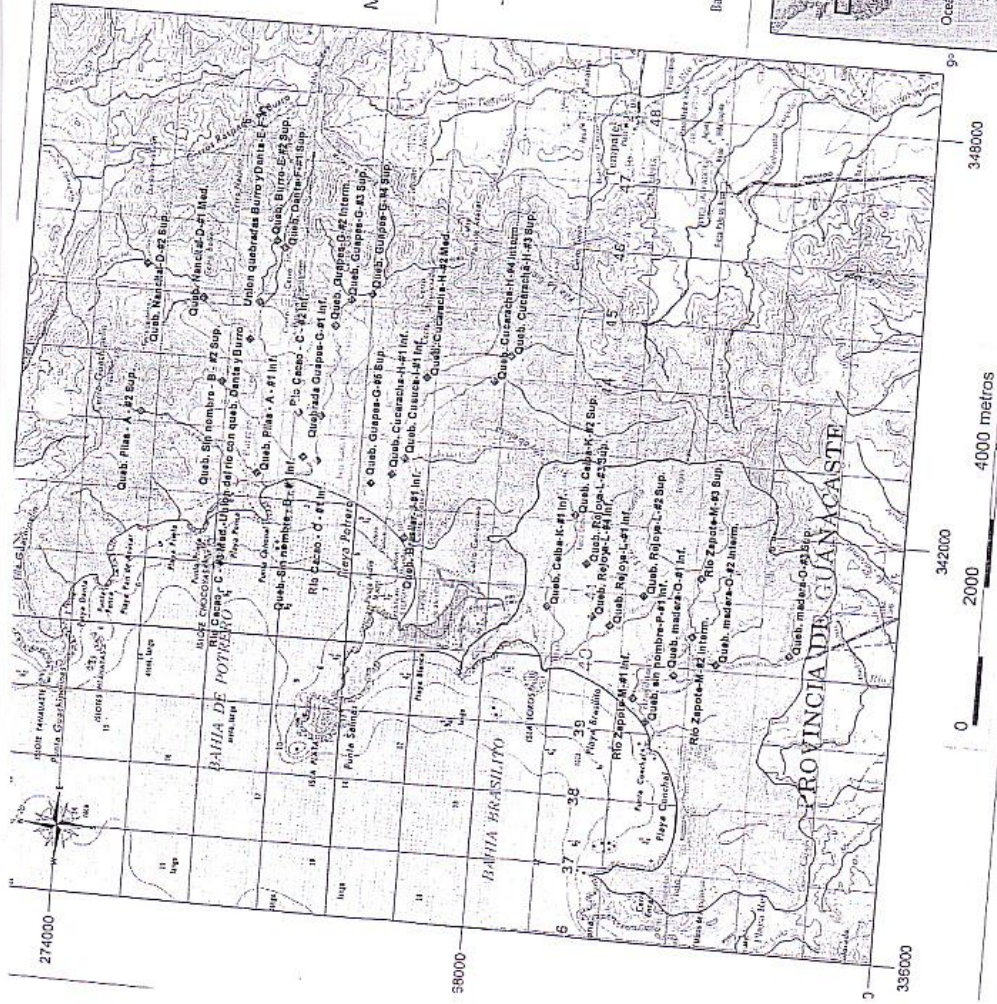
- ◊ Punto de Aforo
- ~ Red de drenaje

Cuenca Potrero (Área: 41,02 km<sup>2</sup>)

Cuenca Brasilito (Área: 19,32 km<sup>2</sup>)

Aluvion

Base Topográfica: Hojas Matapalo & Bején.  
Escala 1:50 000



**Anexo 3: Inventario de pozos encontrados en el campo.**

<b>Inventario de pozos en Playa Potrero y Playa Brasilito</b>									
<b>No. Pozo</b>	<b>Lugar</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Contacto</b>	<b>Tipo de pozo</b>	<b>Diámetro armado (cm)</b>	<b>Brocal (m)</b>	<b>Profundidad de pozo (m)</b>	<b>Observaciones</b>
1	Brasilito	340985	268034		Perforado				No se puede medir N, no línea de aire. No se habla con propietario
2	Potrero	344769	273173	Prop. Hernesto Artillano	Excavado	100	0,88	19,2	Armado en concreto, no se conoce profundidad. Finca Los Laureles. Muchos perros. Quebrada a 10 m de pozo, seca
				Omar Mayorga permanece en la finca					
3	Potrero	344888	273201	Prop. Hernesto Artillano	Perforado	4 "			Armado en PVC, bomba 1 Hp, 230V, Franklin Electric sumergible. Finca Los Laureles. Se puede muestrear pero no medir nivel, no tiene línea de aire.
				Omar Mayorga permanece en la finca					
4	Potrero	344746	272956	Prop. Idanuel Abarca	Perforado	6"	0,06		Uso ocasional para la casa de Rigoberto. 1,5" succión. <b>HACER INFORME</b>
				Rigoberto Vanegas, encargado Finca La Conga					



5	Potrero	344722	272675	Prop. Ermida Peralda / Jorgelino Contreras, esposo	Excavado	150	0,87	13-15 (Rep)	Camino a N. Colón. Bomba sumergible y manual. Armado de concreto. No se seca en verano sino que quedan como 3m de columna. Si el yurro que está cerca se seca, el pozo baja el nivel. Se llena rápido apenas llueve. Bomba F.E. 0.5 Hp, 230V. Huevos de gallina criolla
6	Potrero	342513	271477	Vic. Jorge Méndez	Perforado	6"	0,5		ASADA de Potrero (1), Q=7.5 L/s. Armado en PVC. Bomba F.E. sumergible, 230V, 10Hp. Mejor de los 2 pozos. <b>HACER INFORME</b>
				Tesor. Ronald Moreno					
7	Potrero	343383	270290	Vic. Jorge Méndez	Perforado	6"	-		ASADA de Potrero (2), en 4 calles de Potrero. Bomba F.E. 7 Hp. Armado en PVC. Tienen tubo para medición de niveles. Cachera para aforos. Q=5.5 L/s. <b>HACER INFORME</b>
				Tesor. Ronald Moreno					
				Font ?. Jorge Moreno					
8	Potrero	342786	270090	Daniel	Perforado			18	No se puede medir N, no línea de aire. Propietario no da permiso
9	Potrero	343177	270182	Prop. Gerardo Huarte	Perforado	4"	0,2		Pozo en desuso. Armado en PVC. Señor ebrio.

				Erlinda Álvarez (alquila)					
10	Potrero	343249	270239	Ronald Morales	Perforado	4"	0,2	5	Bomba no sumergible, 0.5 HP, 110-115V, Q=5-35 L/s, armado en PVC. Pozo en desuso, solo para regar un poco. Pozo se seca en verano. Zona de inundación
11	Potrero	343286	270679	Benito Moraga	Excavado	100	0,93	6	Armado en concreto y formateado
12	Potrero	343326	270725	Rodrigo Vázquez Contreras	Excavado	100	0,71	3	Se usa para regar. Bomba 0.5 Hp, 110 V.
13	Potrero	343300	271028	Juan Manuel Caravaca (se habla con Alexander)	Excavado	100	0,68	12-15	Bomba no sumergible, 110V, 1 Hp. Armado revestimiento de concreto. Alacrán
14	Potrero	342256	271923		Perforado				MTP-89. No se mide nivel. Pozo cerrado
15	Potrero	342770	272339	Hernán Moreno Caravaca	Excavado	100	0,51	13	Lleva 2 años en desuso. Armado en concreto. Casa usa tubería de ASADA. No se seca nunca. Se usa para riego de la propiedad.
16	Potrero	344176	270880		Perforado				Pozo cerrado. Camino a Tempate. Casita rosado claro con puerta negra
17	Potrero	343449	271131	Cecilia Rojas	Excavado	100	0,85	8	Armado de alcantarillas. No se seca el pozo. Bomba no sumergible, 1.2 Hp, 220 V. Agua la usan para riego y piscina.

18	Potrero	344779	271672						Pozo encerrado?? Camino a "Finca Danta" (Monte Real?)
19	Potrero	344759	271905	Juan Villareal	Perforado				Pozo dentro de Vista Flamingo. No se puede medir nivel, no tiene línea de aire. Bomba sumergible 5 Hp. En invierno se rebalsa el agua del pozo. Donde está la casa bonita
20	Potrero	342978	271431	Admin. Giovanni Gurrieri (Juan, Luis, Carlos)	Perforado				Villaggio 2. Bomba 3 Hp, 220V. Tiene para muestreo de agua. Sellado, no tiene línea para medición de niveles. Tiene clorador. No tienen problemas de agua, ni en verano. Hay meses en que no hay gente en los condominios. Turismo italiano
21	Potrero	343059	271498		Perforado	6"	0,24		Villaggio 1. Restaurante Flor del Pacífico. Bomba F.E. 0.5 Hp, 230V. Armado en PVC. Tiene clorador.
22	Potrero	342806	271514		Perforado				Bomba sumergible, 5 Hp. Tiene sistema de cloración. No tiene línea para medición de niveles. Hay 2 huecos por los que salen los cables. Este pozo es el de mayor producción. Al lado están los tanques de almacenamiento. El agua deposita material calcáreo? en los tanques, pero con el cloro disminuye. No tiene para tomar muestra.

23	Potrero	342878	269635	Robert Taylor	Excavado	4"	0,19	27ft	Se hizo hace 9 años. Está en desuso. No se seca en verano.
24	Potrero	342633	269791						Pozo con letrero de "Se vende"
25	Potrero	341555	268765		Excavado		0,79		Armado de concreto.
26	Potrero	341555	268765		Perforado	8"	0,05		Armado en PVC. Bomba en desuso. Tubo de 1 1/2 para bomba. A los 10-15 m hay una quebrada con agua corriendo.
27	Potrero	341372	268768	Abog. Fernando López	Perforado	6"	0,45	dentro	Armado PVC. Suamos. MTP-123 y MTP-125
28	Potrero	341453	268834				0,73	cerca calle	
29	Brasilito	340740	268005	Arnoldo (AyA)	Perforado	6"	0,2		Pozo 1 de AyA Flamingo donde están los tanques. Cangrejo. Hay también un tanque de bombeo.
30	Potrero	343105	269964			6"	0,27	28,5 (Rep)	Pozo principal de AyA Flamingo. F.E. sumergible, 20 Hp, 480V, Armado en tubo de metal.
31	Potrero	343105	269964			8"	0,4		No se puede medir nivel. Al lado del pozo anterior. Se puede usar como piezómetro. No está en uso aún. Pozo nuevo
32	Potrero	342592	270880	Eligio / Allan McIluf	Excavado	100	0,83		Revestido de concreto. Dentro de potrero donde están haciendo redondel. Buscar permiso con señor en Bar Costa Azul (por plaza de Potrero). Inversiones Pochote??

33	Potrero	342311	271498	Benigno Moreno Vázquez	Excavado	100	0,78		Pozo en desuso. No se mide nivel, dueño no está y el inquilino no deja. La lora
				Prop. Dani Moreno					
34	Potrero	342317	271441	Antonio Moreno Canales	Excavado	100	0,89	7	Quebrada al lado de la casa. El pozo no se seca. Pozo de adentro de la casa.
				Rosa Julia Moreno Peralta (hija)					
35	Potrero	342366	271417	Antonio Moreno Canales	Excavado	100	0,71		Bomba centrífuga, 0.5 Hp, 110V, revestimiento en concreto
36	Brasilito	339662	265560	Julio López López / Julio López Flores / Yineth Flores Carmona	Perforado	6"	0,25	16 (Rep)	Hotel Rest. Nany. Bomba a 15 m. Armado en PVC. Succión 1 1/4". Bomba F.E. 1/2HP, 230V. No se usa
37	Brasilito	340820	266203		Perforado	6"	0,33	40 (Rep)	No tiene línea de aire. Requiere llave. Portón negro largo metálico. Bomba F.E. sumergible 5HP. Armado PVC. Succión 2", hierro galvanizado.
38	Brasilito	340936	265974		Perforado	6"		43 (Rep)	Dentro de la finca. Pozo que da al tanque. Bomba 5HP, 230V, 1 1/4" succión. No se puede medir nivel, se pega sonda.
39	Brasilito	340841	265760		Perforado	6"		48 (Rep)	No tiene línea de aire. Posible pegarse en hule de empaque. Carretera a Flamingo, rótulo New Beach County 100 m.

40	Brasilito	340573	266072	Jim Cramer	Perforado	6"			No hay línea de aire. Armado en PVC. Succión 1,5". Tanque hidroneumático. Bomba F.E. sumergible 2HP, 230V. Entrada Texas ticos, primero en curva negocio papaya.
41	Brasilito	339683	265450	Trino Salazar Montero	Perforado			8	Centro recreacional Licenciados y profesores. No tiene línea de aire.
42	Brasilito	339692	265450		Excavado		0,15	8	A nivel de terreno. Sin relleno=5.79
43	Brasilito	339869	265984	Carlos "El Gato" Alfaro	Excavado	100	0,9		Frente portones y luego de pozo de acueducto. Frente a entrada de Catalina Cove
44	Brasilito	340266	266236	Marcos Rojas	Perforado	6"	0,39		Le da mantenimiento del tesorero de la ASADA (Daniel Vargas). Está dentro de la finca. Llanta quemada. Rótulo "We need to talk with you", camino Flamingo. Armado PVC.
45	Brasilito	340581	266269	Carlos "El Gato" Alfaro	Perforado	8"	0,67		Metiendo finca en pura vuelta, por letrero de New Beach Community. Armado en PVC. Por entrada Julio Acosta. Ddentro de finca
46	Brasilito	340857	267233	Carlos "El Gato" Alfaro / Massiel Muñoz	Perforado	6"	0,1		Al lado de Carlos & Carlos Ristorante. Tiene tapa problemática, no se puede medir, quizá sonda de Ingrid. Armado en PVC. Bomba 1,5HP, 230V. Tanque hidroneumático. Muchacha en el baño.

47	Brasilito	340334	267206	Carlos "El Gato" Alfaro	Perforado	6"	-		Final de Playa Brasilito, entrada izquierda de Ristorante C&C y luego izquierda y luego en finca, cerca de alambre. Armado en PVC. Tubo quebrado, detrás cornizuelo en palillos.
48	Brasilito	340882	267099		Perforado	6"	0,53		Entrando por Potrero en finca antes de Carlos & Carlos. Con llave. 20 m antes de palo caído en camino terciario. En desuso.
49	Brasilito	341012	266960		Perforado	8"	0,54		Armado en PVC. A unos 30 m del camino interno, parqueo a la sombra. Poste quebrado 2310 / 005. Está bajo el árbol seco, mano izquierda.
50	Potrero	343247	270198	Álvaro Chinchilla Chavarría	Perforado	4"	0,28	25	Armado en PCV. Uso doméstico. 30 años de haberse hecho. No tiene bomba puesta ahora. Bomba 110V, 1HP. Sr. De los 25 hijos.
51	Potrero	343249	271440	Ángela Peralta	Excavado	100	0,74	14-15	Está en desuso. Pozo del cruce entre Tempate y camino hacia Artola
52	Potrero	343254	271376	Dominico?	Excavado	100	1,03		Pozo en desuso. Frente a casa de pozo 51. Pozo diabólico.

53	Potrero	344037	268446		Perforado				'Rincón Largo'. Entrada por el pozo de ASADA de Potrero (2). No tiene para medir niveles.
54	Potrero	343322	270291	Edier Peralta Moreno	Excavado	100	0,54		Revestido de concreto. Tiene bomba manual. Cerca de tanque y entrada de pozo ASADA Potrero (2)
55	Potrero	342346	271589	Ángel Moreno Caravaca	Excavado	100	0,8		Uso doméstico. Por la escuela
56	Potrero	342398	271524		Perforado	4"			No se puede medir nivel. No línea de aire. Armado en PVC. Bomba F.E. 1HP, 230V. Frente a cruce en Potrero. Muro azul de Hotel Villas.
57	Potrero	342580	270236	Soledad Dávila Abarca	Perforado	4"	0,53		Bomba centrífuga. Papás de fontanero de la ASADA de Potrero. Bar y rest. Conchita, cerca de cruce para ir a pozo 23. Bomba 115 V, 0,5HP
58	Brasilito	340740	268005	Armando Morales (AyA)	Perforado		0,26		Pozo 2 de AyA Flamingo donde están los tanques. Cultito. Armado en metal.
59	Brasilito	339750	265992	Font. Luciano / Greivin Dinarte	Perforado	6"	0,98		Pozo ASADA Brasilito. Armado PVC. Tubo de succión de 3" HG. Bomba F.E. 7,5HP
60	Brasilito	339782	265674	Gerardo Brenes	Perforado				No se puede medir porque todo está tapado. No está en uso. Cerca de la entrada del guarda y del palo de mangos. Catalina Cove (entrada inmediatamente después de pozo de la ASADA, camino a Potrero, a mano derecha, portón gris, calzada



									de piedra)
61	Brasilito	341030	265672		Perforado	6"	0,48		Pozo N° 4 de la finca. Armado en PVC. Tubería de succión en 3" HG. Es el único que se usa. Bomba F.E. 7,5 HP, 230V. Catalina Cove
62	Brasilito	340948	265650		Perforado	6"			Armado en PVC, 2" succión, 8" de protección. No se usa, se mantiene para reserva. Pozo N° 3. No se puede medir nivel. Catalina Cove
63	Brasilito	339619	265466	Carlos Alvarado	Excavado	100	0,98		Team CRT. En desuso. No tiene bomba. Bajo palo de marañones. Al lado de pozos 41 y 42. Pozo más adentro de la propiedad. Al lado del centro de recreo.
64	Brasilito	339593	265458		Excavado	100	0,74		Pozo de casa alquilada. En desuso. Team CRT.
65	Brasilito	339638	265516	Gloria	Excavado	100	0,76	8,30 (Rep)	Cabinas La Gloria. Concreto. En desuso

66	Brasilito	339607	265749	Janio Zúñiga Cruz / Shely Martin	Perforado	1,5"	0,27		Hotel Brasilito (frente a la playa, por plaza). Tiene tanque hidroneumático. Entrada al pozo por puente de Brasilito, por el ceda. Bomba sumergible Grundfos 1,5 HP. Se puede medir solo en las mañanas.
67	Brasilito	339629	265801	Olga López	Perforado	6"	0,05		A nivel del suelo. Bomba sumegible 1HP. Después del puente, detrás de la policía
68	Brasilito	339910	265841	Gambalonga Walter	Excavado	100	1	10 (Rep)	Pozo se usa para el jardín. César Villalta tiene descripción del pozo. Q=2,5L/s. Hotel 5ta Esencia (detrás de apartamentos de César Villalta). Bomba 1/3 HP, 115-230 V
69	Brasilito	339975	265961	Alexis Vásquez	Excavado	100	0,5		En desuso. Tico Adventure. Cuidate...
70	Brasilito	340618	266241	Carlos "El Gato" Alfaro	Excavado	100	0,62		Al lado de la cerca, en la curva del negocio papaya. Después de entrada de New Beach Community. Finca pozo 45
71	Brasilito	340936	267291		Perforado	6"	0,38		Detrás de Carlos & Carlos, pozo que quebró Roberto. Armado en PVC. Bomba sumergible, Grundfos 1HP, 230V. Tanque hidroneumático
72	Brasilito	340765	266108	María Rosa López Gutiérrez	Perforado	6"			Bomba 1HP, 230V. 1,25" succión. No se puede medir nivel. A mano izquierda y al fondo, luego de entrar a Texas Ticos. Señora nos da fresco

73	Brasilito	340780	266204	Allen López	Excavado	100	0,46	13 (Rep)	En desuso. Entrada en curva de letrero New Beach Community
74	Potrero	343033	270046	Bobby	Perforado	6"	0,66		Tiene clorador. Bomba 15HP, 460V, sumergible. ASADA Surfside Potrero. 300 abonados.
				Juan Carlos Munguía (Mantenimiento)					
75	Potrero	342454	271083		Excavado	100	0,6		Alcantarilla. Al lado de abrevadero, bajo árbol, cerca de la calle, frente a casa naranja pálido.
76	Potrero	342395	271376	Sarita Vásquez	Excavado	100	0,6		Concreto. Cabinas Marcel. Al lado de pozo 34. Bomba 2HP, 115-230V, centrífuga
77	Potrero	342379	271497	María Elsa Peralta Rodríguez / José David Ugarte Peralta	Excavado	100	0,55		Concreto. Bomba F.E. sumergible 1/2HP, 115V. Es de los primeros pozos en la zona.
78	Brasilito	339631	265613	Beat Lustenberger	Perforado	6"	0,2	20 (Rep)	Bomba a 12 m. Q=1L/s. 15s para recuperar. Armado en PVC. 1,5" succión. Bomba enciende y apaga autom. Pozo excavado al lado. Bomba F.E. sumergible, 1HP, 230V. Cabinas Ojos Azules

79	Potrero	343252	270594		Perforado	6"			No se puede medir nivel, no entra la sonda. Para uso habitacional. Registrado. Armado PVC. 1,5" succión. Bomba sumergible. MTP-29?? Abastece Forestales La Marcela S.A. Casita verde, puerta roja, camino a tanque de ASADA Potrero. Después del río. Abate 40 cm. Tiene medidor
80	Brasilito	339529	265697	Ángela Dinarte	Excavado	100		6 (Rep)	No se seca nunca. En invierno se llena dejando 1m hasta la superficie. 2 ó 3m de agua cuando está más bajo. Uso doméstico, no para tomar. Bomba centrífuga. Al lado de la ASADA
81	Potrero	342398	271524	Adrián	Excavado		0,1		En desuso. No tiene bomba. Revestido de concreto. Frente a cruce en Potrero. Muro azul de Hotel Villas. Al lado de pozo perforado
82	Potrero	343076	270075	Bobby Juan Carlos Munguía (Mantenimiento)	Perforado		0,5	22 m (Rep)	Asada Surfside Potrero (2), Bomba de 5 HP, 230V

**Anexo 4: Resultados de muestreo de agua para análisis químicos.**

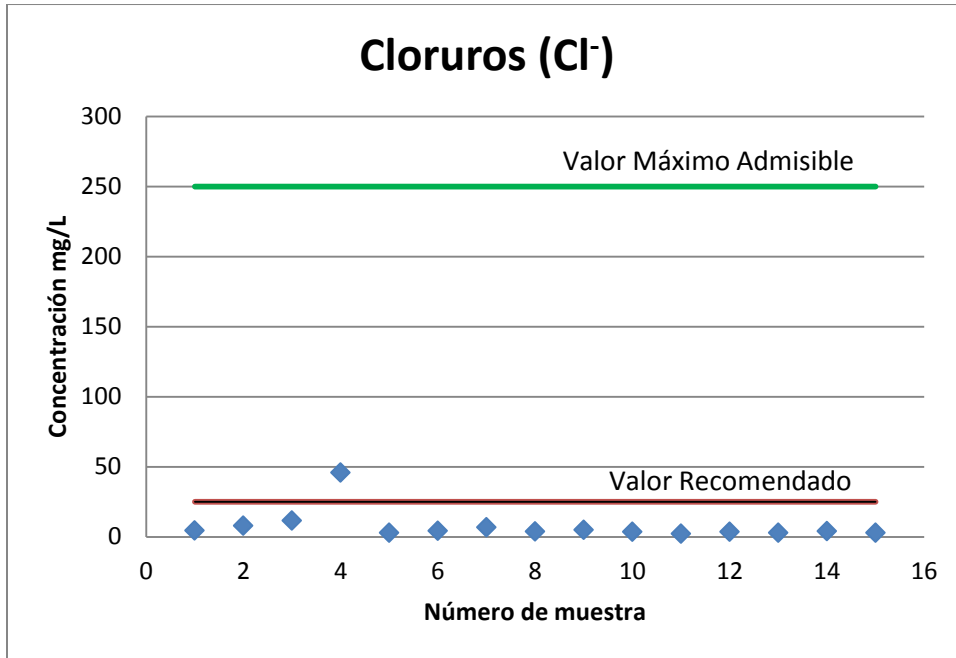


Gráfico 1: Análisis del anión cloruro.

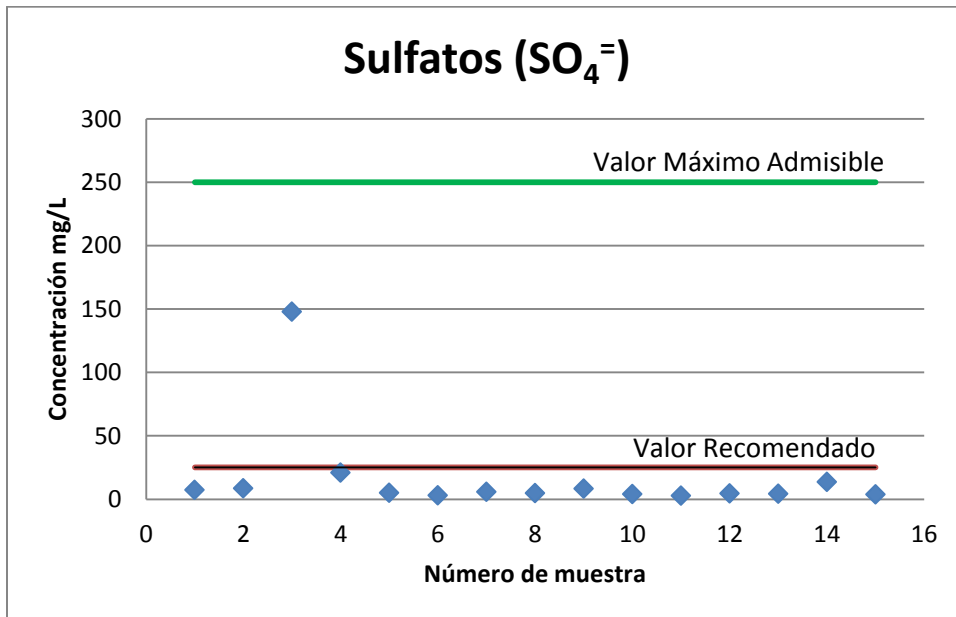


Gráfico 2: Análisis del anión sulfato.

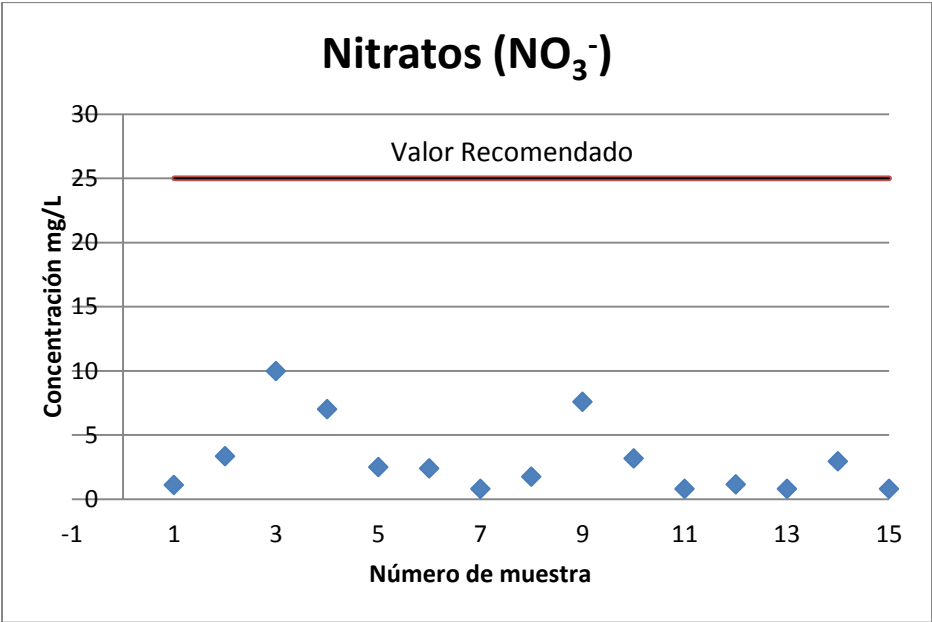


Gráfico 3: Análisis del anión nitrato.

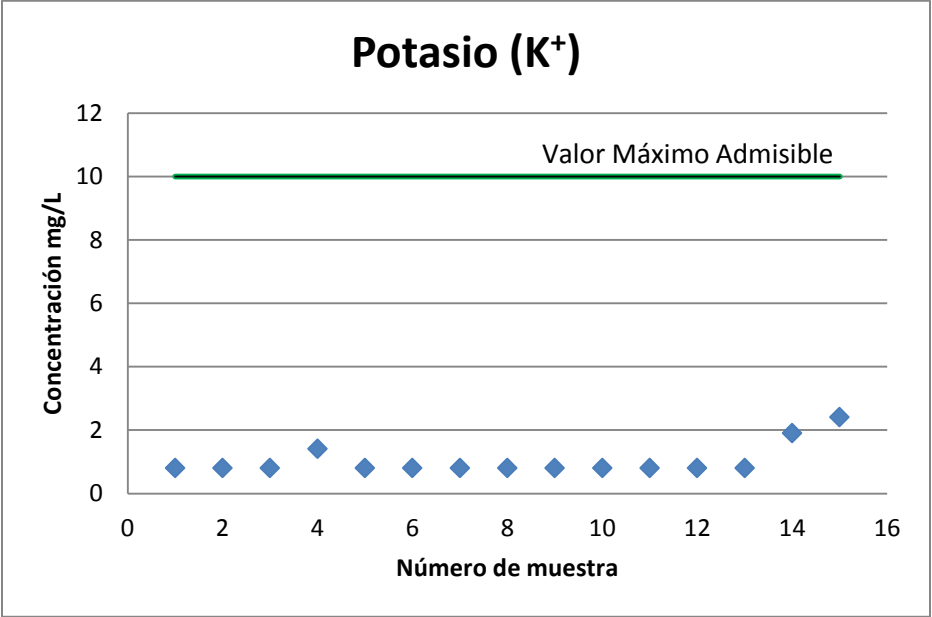


Gráfico 4: Análisis del catión potasio.

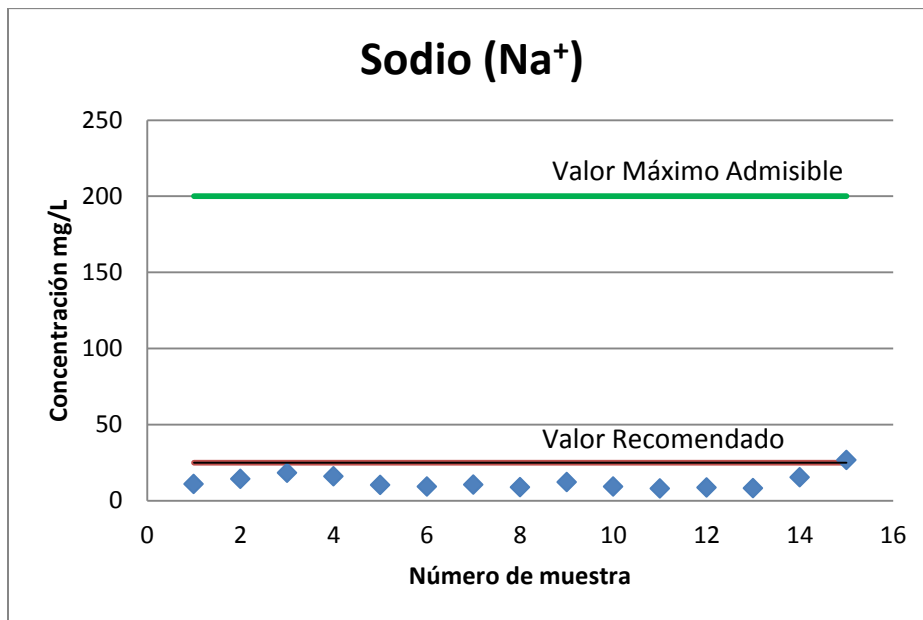


Gráfico 5: Análisis del catión sodio.

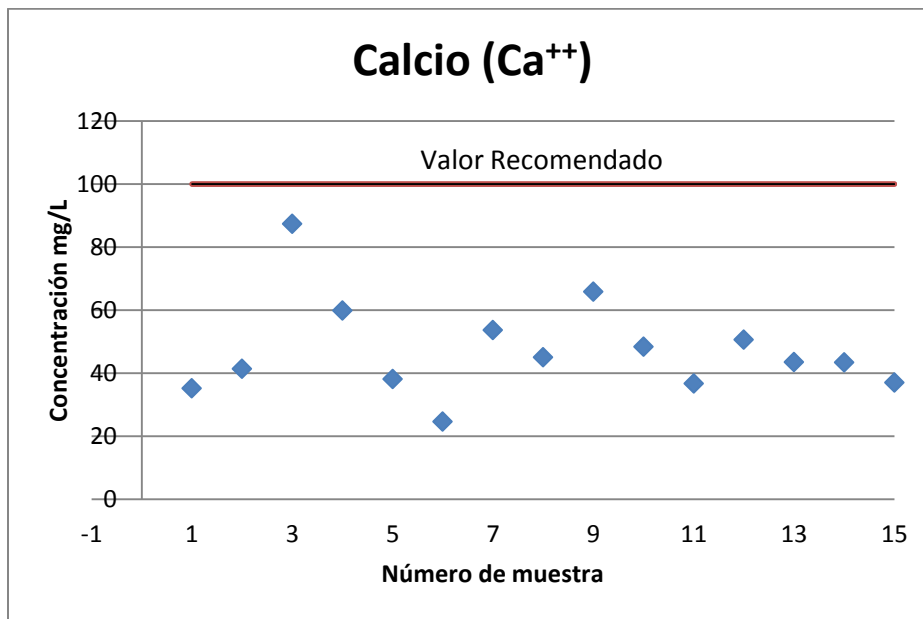


Gráfico 6: Análisis del catión calcio.



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

# INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

**AYA-ID-01372-2012**

## DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	<b>SANTA CRUZ FLAMINGO</b>		<b>Fecha de muestreo</b>	06-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	07-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 29 AYA (FLAMINGO)		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 29 AyA ( Flamingo)		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	Bagaces	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	15:02

## DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	147	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	3	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	24,6	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	4,23	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	3	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	314	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	62	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	140	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	22	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	19,0	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	2,39	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	6,86		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	9,3	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	2,96	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	29,1	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,4	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por <b>AYA 2006</b></p>	<p><b>Aprobado por:</b> <b>Dr. Darner Mora Alvarado</b></p>
---------------	--	---





LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279-5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01372-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

### Observaciones:

Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable.

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

# INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

**AYA-ID-01373-2012**

## DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	PLAYA BRASILITO		<b>Fecha de muestreo</b>	06-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	07-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 68 HOTEL QUINTA ESENCIA		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Poza 68 Hotel Quinda Esencia en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:arojas@aya.go.cr">arojas@aya.go.cr</a>	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	12:47

## DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	154	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	35,2	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	4,36	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	4	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	383	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	88	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	149	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	766	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	14,7	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	30	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	1,10	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	6,90		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	10,9	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	7,28	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	29,0	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	3,0	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por <b>AYA 2006</b></p>	<p><b>Aprobado por:</b> <b>Dr. Darner Mora Alvarado</b></p>
---------------	--	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01373-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo muy ventoso y soleado.

El agua de estos pozos la usan para riego y piscina y otros usos menos para consumo, excepto el de la asada.

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

AYA-ID-01374-2012

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	PLAYA BRASILITO		<b>Fecha de muestreo</b>	06-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	07-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 59 ASADA DE BRASILITO		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 59 Asada de Brasilito en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	13:15

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	179	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	3	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	41,3	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	7,74	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	417	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	103	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	166	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	8	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	15,2	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	3,34	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	7,19		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	14,3	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	8,66	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	29,2	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	2,7	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	Editado e impreso por AYA 2006	Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado
---------------	-----------------------------------	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01374-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo muy ventoso y soleado.

El agua de estos pozos la usan para riego y piscina y otros usos menos para consumo, excepto el de la asada.

### Observaciones:

Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable.

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

AYA-ID-01375-2012

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	PLAYA BRASILITO		<b>Fecha de muestreo</b>	06-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	07-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 41 CENTRO DE RECREACIÓN PROFESORES		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 41 Centro de Recreación Profesores en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	13:42

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	306	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	87,3	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	11,42	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	822	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	218	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	425	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	15	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	50,2	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	5	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	9,98	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	6,64		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	18,2	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	147,85	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	29,0	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,3	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	Editado e impreso por AYA 2006	Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado
---------------	-----------------------------------	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279-5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01375-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo muy ventoso y soleado.

El agua de estos pozos la usan para riego y piscina y otros usos menos para consumo, excepto el de la asada.

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

AYA-ID-01376-2012

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	PLAYA BRASILITO		<b>Fecha de muestreo</b>	06-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	07-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 66 HOTEL BRASILITO		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 66 Hotel Brasilito en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	14:07

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	224	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	3	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	59,8	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	45,65	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	600	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	150	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	270	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	30	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	29,4	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	7	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	7,00	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	6,95		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	1,4	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	16,0	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	20,88	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	28,8	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,4	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por AYA 2006</p>	<p>Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado</p>
---------------	---	---





LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01376-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo muy ventoso y soleado.

El agua de estos pozos la usan para riego y piscina y otros usos menos para consumo, excepto el de la asada.

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

AYA-ID-01377-2012

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	PLAYA BRASILITO		<b>Fecha de muestreo</b>	06-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	07-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 36 HOTEL NANI		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 36 Hotel Nani en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	14:24

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	175	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	3	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	38,1	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	2,80	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	365	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	95	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	175	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	18	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	19,3	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	2,50	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	7,20		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	10,4	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	4,96	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	30,9	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,7	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por AYA 2006</p>	<p>Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado</p>
---------------	---	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01377-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo muy ventoso y soleado.

El agua de estos pozos la usan para riego y piscina y otros usos menos para consumo, excepto el de la asada.

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

# INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

AYA-ID-01421-2012

## DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	POZOS PLAYA POTRERO		<b>Fecha de muestreo</b>	07-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	08-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 76 CABINAS MARCELL		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 76 Cabinas Marcell en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	09:20

## DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	226	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	53,6	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	6,58	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	491	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	134	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	229	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	20	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	23,2	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	5	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	0,81	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	7,01		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	10,5	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	5,79	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	28,1	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,1	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por AYA 2006</p>	<p>Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado</p>
---------------	---	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01421-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo soleado, muy ventoso.

Se muestrea por primera vez, debido a un recurso de amparo

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-01422-2012

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación No.LE-049  
Acreditado a partir de: 11.02.2008  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	POZOS PLAYA POTRERO		<b>Fecha de muestreo</b>	07-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	08-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 77 MARÍA ELENA PERALTA		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 77 María Elena Peralta en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:arojas@aya.go.cr">arojas@aya.go.cr</a>	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	09:55

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	190	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	45,0	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	3,71	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	404	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	112	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	191	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	68	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	19,0	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	5	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	1,74	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	6,98		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	8,9	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	4,81	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	27,9	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,2	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por AYA 2006</p>	<p>Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado</p>
---------------	---	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01422-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo soleado, muy ventoso.

Se muestrea por primera vez, debido a un recurso de amparo

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

**AYA-ID-01423-2012**

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación No.LE-049  
Acreditado a partir de: 11.02.2008  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	POZOS PLAYA POTRERO		<b>Fecha de muestreo</b>	07-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	08-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 21 HOTEL VILLAGGIO		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 21 Hotel Villaggio en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:arojas@aya.go.cr">arojas@aya.go.cr</a>	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	10:27

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	268	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	65,8	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	4,86	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	567	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	165	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	276	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	7	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	27,0	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	7,58	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	6,95		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	12,3	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	8,33	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	29,5	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,1	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por <b>AYA 2006</b></p>	<p><b>Aprobado por:</b> <b>Dr. Darner Mora Alvarado</b></p>
---------------	--	---





LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01423-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo soleado, muy ventoso.

Se muestrea por primera vez, debido a un recurso de amparo

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

# INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

AYA-ID-01424-2012

## DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero
<b>SISTEMA:</b>	POZOS PLAYA POTRERO		<b>Fecha de muestreo</b>	07-mar-12
			<b>Fecha de ingreso :</b>	08-mar-12
<b>Muestreo:</b>	POZO 6 ASADA POTRERO		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12
<b>Dirección:</b>	Pozo 6 Asada Potrero en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>	
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	<b>Hora de recolección:</b>	11:10
				2223-13-16

## DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	202	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	48,4	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	3,50	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	425	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	121	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	206	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	8	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	20,6	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	3,16	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	7,14		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	9,3	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	4,06	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	28,6	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,1	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por AYA 2006</p>	<p>Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado</p>
---------------	---	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01424-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo soleado, muy ventoso.

Se muestrea por primera vez, debido a un recurso de amparo

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-01425-2012

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación No.LE-049  
Acreditado a partir de: 11.02.2008  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	POZOS PLAYA POTRERO		<b>Fecha de muestreo</b>	07-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	08-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 57 SOLEDAD DAVILA		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 57 Soledad Dávila en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:arojas@aya.go.cr">arojas@aya.go.cr</a>	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	12:40

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	214	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	50,6	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	3,47	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	443	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	126	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	218	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	10	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	22,3	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	1,14	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	7,01		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	8,7	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	4,47	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	28,6	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,4	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por AYA 2006</p>	<p>Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado</p>
---------------	---	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01425-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo soleado, muy ventoso.

Se muestrea por primera vez, debido a un recurso de amparo

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

# INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

AYA-ID-01426-2012

## DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	SANTA CRUZ FLAMINGO		<b>Fecha de muestreo</b>	07-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	08-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 30 FLAMINGO EN PL POTRERO		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 30 Flamingo en PL Potrero en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua	
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	11:10

## DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	166	mg/L	1,0	2	3	2320		
Calcio	*	36,7	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	2,05	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	2	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	345	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	92	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	163	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Magnesio	*	17,3	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Nitratos	*	0,81	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	7,36		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	8,0	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	2,70	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	28,6	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	0,2	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:  
Tiempo soleado muy ventoso.

Página 1 de 2	Editado e impreso por AYA 2006	Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado
---------------	-----------------------------------	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01426-2012**

Se realiza este muestreo a solicitud de la Sra. Viviana por motivo de un recurso de amparo

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-01435-2012

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación No.LE-049  
Acreditado a partir de: 11.02.2008  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero
<b>SISTEMA:</b>	POZOS PLAYA POTRERO		<b>Fecha de muestreo</b>	07-mar-12
			<b>Fecha de ingreso :</b>	08-mar-12
<b>Muestreo:</b>	POZO 7 ASADA POTRERO		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12
<b>Dirección:</b>	Pozo 7 Asada Potrero en la salida		<b>Inicio Análisis MIC:</b>	
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:arojas@aya.go.cr">arojas@aya.go.cr</a>	<b>Fax:</b>	<b>Hora de recolección:</b>	15:50
				2223-13-16

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	203	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	43,5	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	2,83	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	3	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	423	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	109	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	197	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	46	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	21,5	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	5	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	0,81	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	7,09		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	0,8	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	8,3	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	4,40	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	29,1	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

\*\* Ensayo no acreditado

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por AYA 2006</p>	<p>Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado</p>
---------------	---	---





LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01435-2012**

### Condiciones Ambientales:

Datos de campo:

Tiempo soleado, muy ventoso.

Se muestrea por primera vez, debido a un recurso de amparo

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B



Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)

AYA-ID-01457-2012

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4	
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero	
<b>SISTEMA:</b>	SANTA CRUZ FLAMINGO		<b>Fecha de muestreo</b>	08-mar-12	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	09-mar-12	
<b>Muestreo:</b>	POZO 27 NTP 2325		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12	
<b>Dirección:</b>	Pozo 27 NTP 2325		<b>Inicio Análisis MIC:</b>		
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16	
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b>	Bagaces	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b>	13:30

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	196	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	43,4	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	3,83	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	8	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	435	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	108	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	194	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	284	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	20,9	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	25	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	2,95	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	6,99		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	1,9	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	15,4	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	13,58	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	29,0	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	6,3	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por AYA 2006</p>	<p>Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado</p>
---------------	---	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01457-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Pozos muestreados después bombeo 2 horas cada uno.

Pozo 27: Profundidad 948 metros, Caudal 1,5 litros. Pozo con caudal constante, agua con cloro, sin sabor a sal, sin olor.

Pozo 28: Profundidad 9,10 m, caudal 0,47 L/s. Pozo con olor fango y mal sabor.

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-01458-2012

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e-mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación No.LE-049  
Acreditado a partir de: 11.02.2008  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Gestión Ambiental		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-4
<b>Contacto:</b>	Luis Carlos Vargas Fallas		<b>Muestreado por</b>	Viquez Guerrero
<b>SISTEMA:</b>	SANTA CRUZ FLAMINGO		<b>Fecha de muestreo</b>	08-mar-12
			<b>Fecha de ingreso :</b>	09-mar-12
<b>Muestreo:</b>	POZO 28 NTP 2325		<b>Fecha de Reporte:</b>	16-mar-12
<b>Dirección:</b>	Pozo 28 NTP 2325		<b>Inicio Análisis MIC:</b>	
			<b>Teléfono:</b>	2223-13-16
<b>PROVINCIA:</b>	Guanacaste	<b>CANTON:</b> Bagaces	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
<b>e-mail:</b>	arojas@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	2223-13-16	<b>Hora de recolección:</b> 15:45

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.REC	V.MAX
Alcalinidad	*	214	mg/L	1,0	2	3	2320		
Arsénico	*	N.D.	µg/L	1,0	1	3	3500-As B		10
Bromuros	*	N.D.	µg/L	0,084	0,61	0,86	Agilent-HP		
Calcio	*	37,0	mg/L	0,80	1,0	1,0	3500-Ca D	100	
Cloruros	*	2,84	mg/L	0,084	0,25	0,71	Agilent-HP	25	250
Color Aparente	*	4	UPT-Co	1,0	1	4	2120 C		
Conductividad	*	448	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Dureza de Calcio	*	92	mg/L	2,0	2	3	3500-Ca D		
Dureza Total	*	170	mg/L	2,0	2	3	2340 C	400	500
Fluoruro	*	0,10	mg/L	0,01	0,05	0,10	4500-F		0,7-1,5
Hierro	*	227	µg/L	2,0	2	7	3500-Fe B		300
Magnesio	*	18,9	mg/L	0,10	0,5	1,0	3500-Mg E	30	50
Manganeso	*	103	µg/L	1,0	1	5	3500-Mn B	100	500
Nitratos	*	0,81	mg/L	0,084	0,81	1,43	Agilent-HP		50
pH	*	7,07		0,10	0,10	0,2	4500-H+	6,5-8,5	
Potasio	*	2,4	mg/L	0,10	0,3	0,8	3500-K D		10
Sodio	*	26,7	mg/L	0,11	0,22	0,75	3500-Na D	25	200
Sulfatos	*	3,87	mg/L	0,084	1,28	1,79	Agilent-HP	25	250
Temperatura	*	28,6	°C	0,10			2550 B	18 a 30°C	
Turbiedad	*	5,6	UNT	0,010	0,01	0,05	2130 B	<1	5

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

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

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

N.D.: No detectado, nivel bajo el límite de detección

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

Página 1 de 2	<p>Editado e impreso por <b>AYA 2006</b></p>	<p>Aprobado por: <b>Dr. Darner Mora Alvarado</b></p>
---------------	--	--



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

## INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 279-5118  
Fax: (506) 279 5973  
e mail: [dmora@aya.go.cr](mailto:dmora@aya.go.cr)



**AYA-ID-01458-2012**

\*\* Ensayo no acreditado

### Condiciones Ambientales:

Pozos muestreados después bombeo 2 horas cada uno.

Pozo 27: Profundidad 948 metros, Caudal 1,5 litros. Pozo con caudal constante, agua con cloro, sin sabor a sal, sin olor.

Pozo 28: Profundidad 9,10 m, caudal 0,47 L/s. Pozo con olor fango y mal sabor.

### Observaciones:

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

Lic Marco Sequeira Barquero  
Jefe del Laboratorio Química