

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



**“INFORME DE RESULTADOS DE VISITA DE CAMPO A TORITO DE
SÁMARA.
EVALUACIÓN DE CONDICIONES GEOLÓGICAS-
HIDROGEOLÓGICAS DEL SITIO TORITO, SÁMARA, NICOYA,
GUANACASTE”**



ASADA DE TORITO DE SÁMARA, NICOYA, GUANACASTE

Elaboró: Geól. Christian Corrales Díaz
Área Funcional de Hidrogeología

Elaboró: Geól. Mauro Fallas Solano
Área Funcional de Hidrogeología

Asistencia de campo:
Funcionarios de la ASADA de Torito, Sámara.

MSc. Viviana Ramos Sánchez, VB°
Dirección del Área Funcional de Hidrogeología

Agosto 2015



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



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

Yo, Eric Alonso Bogantes Cabezas

N° Cédula: 5-251-0327

Dependencia: Gerencia General

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

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

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



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

Firma: _____

“INFORME DE RESULTADOS DE VISITA DE CAMPO A TORITO DE SÁMARA. EVALUACIÓN DE CONDICIONES GEOLÓGICAS-HIDROGEOLÓGICAS DEL SITIO TORITO, SÁMARA, NICOYA, GUANACASTE”

I. INTRODUCCIÓN

En atención al Decreto N° 38642-MP-MAG, el día jueves 09 de julio del 2015, la Dirección del Área Funcional de Hidrogeología de la UEN de Gestión Ambiental de la Subgerencia Ambiente, Investigación y Desarrollo, por indicación de la Presidenta Ejecutiva del AyA, asiste en calidad de comitiva de la misma, a una reunión en Liberia de Guanacaste. En dicha reunión, se indica por parte de la Presidenta, MSc. Yamileth Astorga Espeleta, que existen varias ASADAS de Guanacaste con problemas de abastecimiento de agua potable, por lo cual se solicita al Área Funcional de Hidrogeología el acompañamiento, para entrevistarse con varios funcionarios de dichas ASADAS. Lo anterior con el objetivo de conocer los problemas que aquejan a las diferentes comunidades afectadas y darles la atención necesaria dentro de las facultades y funciones que competen al Área Funcional de Hidrogeología.

En cumplimiento con lo acordado en la reunión del 09 de julio del 2015, celebrada en Liberia de Guanacaste, con respecto al tema del recurso hídrico administrado por varias ASADAS de distintas comunidades de Guanacaste; el Área Funcional de Hidrogeología de la UEN de Gestión Ambiental de AyA, según indicaciones de la Presidencia Ejecutiva de AyA, realizó varias visitas de campo a las diferentes localidades y sus alrededores. Dentro de las giras se programó y realizó la visita de campo a la localidad de Torito en Sámara de Nicoya, para el día jueves 23 de julio del 2015. Lo anterior con el fin de *realizar un diagnóstico o valoración geológica de algunos sitios de interés para la ASADA*; así como, *determinar* si las condiciones geológicas existentes en la zona, permiten o no *valorar sitios para la posible perforación de un pozo de extracción de aguas subterráneas*, como medida previsor de abastecimiento futuro de la población de esta comunidad.

1.1 Objetivo General

- Visitar la zona de Torito en Sámara de Nicoya, Guanacaste, para hacer una valoración geológica-hidrogeológica de las misma, con el fin de ubicar los sitios de interés para esta comunidad (en tema de recurso hídrico), así como para evaluar si las condiciones geológicas existentes, permiten o no obtener resultados favorables para proponer la ubicación de algún punto factible de perforación futura de un pozo de extracción de aguas subterráneas en la zona (o en la localidad cercana de Torito).

1.2 Objetivos Específicos

- Visitar la zona de Torito en Sámara de Nicoya, para hacer una valoración de esta área, desde el punto de vista geológico-hidrogeológico, con el fin de poder conocer mejor las condiciones del recurso hídrico de interés para esta comunidad.

- Determinar para la localidad de Torito en Sámara de Nicoya, si las condiciones geológicas existentes en ella, permiten o no valorar sitios para la posible perforación de un pozo de extracción de aguas subterráneas, como medida previsor de abastecimiento futuro de la población en esta área.

1.3 Ubicación cartográfica de la zona de estudio

La Figura 1 muestra la amplitud de la zona de estudio en Torido de Sámara, la cual se ubica específicamente entre las coordenadas Este 370900 - 371600 m y Norte 206900 - 207700 m Costa Rica Lambert Norte, hoja topográfica Garza (IGNCR), escala 1:50 000. Además se presentan destacados los puntos de interés para la ASADA de Torito (sitios visitados), el jueves 23 de julio del 2015.

Los puntos de control levantados en la gira, fueron establecidos en el campo en los diferentes sitios visitados. Las coordenadas fueron tomadas con GPS marca Garmin Montana 650 (precisión del dato de ubicación: ± 4 m).

II. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LA GIRA

Durante la visita de inspección al área de estudio, se realizaron las siguientes actividades, las cuales se describen oportunamente en el presente capítulo:

- Visita de campo con los funcionarios de la ASADA de Torito.
- Descripción básica de campo de los sitios de interés por parte de la ASADA.
- Análisis Geológico-Estructural preliminar de la zona de estudio.
- Resultados con respecto a la posible perforación de pozos en la zona.

Cabe aclarar que el modelo geológico de sitio, fue concretado posterior a la gira. Lo anterior debido a que para este tipo de investigaciones, se hace necesario someter a verificación el modelo levantado en el campo. Se indica que se ha realizado para estos efectos, el debido proceso de correlación de la información.

2.1. Visita de campo con los funcionarios de la ASADA de Torito.

El día jueves 23 de julio del 2015, se realizó la visita a la Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados de Torito, en la cual estuvo presente el señor Victor Campos Mora presidente de la ASADA. Por parte del AyA se apersonaron: el Geól. Christian Corrales Díaz y el Geól. Mauro Fallas Solano.

Entre los temas expuestos por el señor Victor Campos (presidente de la ASADA) se mencionan los siguientes aspectos:

- 1. Cuentan con 203 usuarios con medidor, sin embargo la población beneficiada es de 700 personas aproximadamente y asciende a las 1000 personas aproximadamente en época alta cuando existe la mayor demanda.
- 2. Existe una necesidad del recurso hídrico, debido a la población actual.
- 3. Tienen una gran preocupación con el colegio de la zona, ya que el mismo atiende a gran cantidad de estudiantes provenientes de Carrillo, Sámara, Garza, Santo Domingo y Torito, por lo que asegurar el recurso el recurso hídrico para este colegio, es una las prioridades de la ASADA.

2.2. Descripción básica de campo de los sitios de interés por parte de la ASADA.

2.2.1. Pozo 1

Este pozo se ubica en las oficinas de la ASADA de Torito, y se encuentra bombeando las 24 horas. Según nos indicó Don Victor Campos (Presidente de la ASADA), el caudal ha disminuido después del terremoto del 5 de septiembre del 2012, y actualmente el caudal reportado es de 2,3 L/s.

En relación a los aspectos técnicos del pozo, el mismo se encuentra armado en PVC de 6 pulgadas, con un tubo de succión de 2 pulgadas y una profundidad total de 42 m. El pozo cuenta con una bomba de 5 HP, ya que si se le coloca una bomba de 7 HP, el nivel freático se abate a la profundidad de la bomba, por lo que no se podría bombear las 24 horas.

La antigüedad de este pozo es de diez años y es muestreado mensualmente por el Laboratorio Nacional de Aguas. Además en el momento de la visita el nivel dinámico del pozo estaba en 14,29 m.b.n.s.



Foto 1. Pozo 1. Coordenadas: 370714 E/207337 N

Debido a que la zona ha sido afectada años atrás por sismos, y a partir de la información obtenida del comportamiento que ha mostrado el pozo después del terremoto de septiembre de 2012 principalmente, se recomienda realizar una revisión del estado de la rejilla de este pozo, con el fin de determinar si existe obstrucción o algún daño en la rejilla. Se recomienda bajar una cámara por el pozo de tal manera que permita hacer una valoración cualitativa de la rejilla, así como ver el armado del pozo y la profundidad a la que se encuentra la rejilla. También es importante ubicar la bomba en un punto tal, que la turbulencia provocada por la bomba, no genere problemas por acumulación de arenas en las rejillas. Finalmente en caso de que la rejilla presente obstrucciones, se recomienda hacer una limpieza y desarrollo del pozo al igual que una prueba de bombeo, para valorar el caudal real actual.

2.2.2. Pozo 2

Se encuentra ubicado a un costado de la plaza de deportes de Torito y el mismo se encuentra armado en PVC de 6 pulgadas con un tubo de succión de 2 pulgadas, para una profundidad total de 30 m. Este pozo fue construido hace 4 años y cuenta con una bomba de 1 HP para un caudal reportado de 3 L/s. Sin embargo presenta el problema de que se abate muy rápido, por lo que se nos indicó que con una bomba de menos caballaje se ha bombeado y el pozo dura hasta 3 horas en abatir el nivel freático hasta la profundidad a la que se ubica la bomba, no obstante se nos hizo la observación de que el pozo genera mucha arena.

Para el momento de la visita el pozo no se estaba bombeado, por lo que se midió un nivel estático de 1,64 m.b.n.s.



Foto 2. Pozo 2. Coordenadas: 370703 E/207383 N

Se recomienda ingresar una cámara para realizar una revisión del estado de la rejilla de este pozo, así como determinar la profundidad a la que se encuentra la rejilla, esto con el objetivo de ubicar la bomba en el mejor punto posible, de tal manera que la turbulencia provocada por la bomba, no genere problemas por acumulación de arenas en las rejillas. Además, en caso de que la rejilla presente obstrucciones, se recomienda hacer una limpieza y desarrollo del pozo, al igual que una prueba de bombeo, para conocer el caudal real del pozo.

2.2.3. Pozo 3

Este pozo se encuentra en desuso (sin equipo de bombeo) y se ubica en las oficinas de la ASADA de Torito a 6,5 m de distancia del pozo 1.

La profundidad de este pozo es de 29,8 m, y al momento de la inspección el nivel estático era de 11,42 m.b.n.s.



Foto 3. Pozo 3. Coordenadas: 370733 E/207324 N

Debido a que este pozo se encuentra en desuso, se recomienda realizar una valoración cualitativa del estado de la rejilla, así como determinar la profundidad a la que se encuentra. Para este pozo se recomienda bajar una cámara para valorar el estado de la rejilla y determinar si existen obstrucciones en la misma. Además, en caso de que la rejilla tenga obstrucciones, se recomienda realizar una limpieza y desarrollo de este pozo, así como una prueba de bombeo.

2.2.3. Sitio 1

Este sitio fue el primero que se visitó para ser considerado entre los posibles terrenos donde perforar un pozo para la extracción de aguas subterráneas. El mismo se ubica en las coordenadas 371052 E y 207543 N, a 37 m de la calle pública y a 160 m de distancia de la margen izquierda aguas abajo del río Mala Noche.

Este terreno se ubica muy cerca del piedemonte, sin embargo el mismo se encuentra ubicado en la llanura aluvial donde afloran depósitos aluviales (aluvión), y las pendientes rondan entre 0 y 5° (Figura 2).

El propietario de este terreno está dispuesto a negociar la propiedad si este presenta las condiciones apropiadas para perforar, además de facilitar una entrada para la perforadora de ser necesario.



Foto 4. Sitio 1. Coordenadas: 371052 E/207543 N

Este punto se encuentra en la llanura aluvial, sin embargo se ubica muy cerca de la ladera (figura 2) donde el espesor del aluvión es menor, por lo cual no es recomendado.

2.2.4. Sitio 2

Este punto se localiza a 56 m de distancia de la calle pública, en la llanura aluvial del río Mala Noche, a 114 m de distancia de la margen izquierda del río aguas abajo.

El sitio se ubica en la llanura aluvial donde afloran materiales de terrazas aluviales típicas de llanuras aluviales, además hacia el sureste de este punto se encuentra una ladera denudacional donde predominan las pendientes fuertes (Figura 2), la cual además tiene forma de herradura.



Foto 5. Sitio 2. Coordenadas: 371107 E/207642 N

El propietario de este lote está anuente a donar el terreno a la ASADA de Torito, con el fin de perforar un pozo para la extracción de aguas subterráneas, sin embargo la donación dependerá de un trámite existente entre el propietario y el IMAS.

Como se puede ver en la Figura 2, este punto se ubica en las intermediciones de la llanura aluvial, donde es de esperar un espesor de aluvión importante, sin embargo se recomienda realizar una línea de sondeos eléctricos verticales (SEVs) con el fin de determinar el espesor del aluvión presente en este sitio.

2.2.5. Sitio 3

Se encuentra localizado a 40 m de distancia del río Mala Noche en la margen izquierda aguas abajo, y a 5 m de la calle pública (Figura 2). Además se ubica en la llanura aluvial donde afloran depósitos aluviales, y donde además muy cerca del sitio de interés se observó un cauce abandonado. Vía comunicación verbal, Don Victor (presidente de la ASADA de Torito), nos indicó que el cauce del río Mala Noche ha sido desviado en varias ocasiones, por lo que el cauce abandonado observado en este sitio correspondería con un antiguo cauce del río Mala Noche.

Las negociaciones para la compra de este lote se encuentran bastante avanzadas, por parte de la ASADA.



Foto 6. Sitio 3. Coordenadas: 371408 E/207784 N

En general en este punto se encuentran buenas condiciones para la perforación de un posible pozo, sin embargo se recomienda realizar una línea de sondeos eléctricos verticales (SEVs) con el objetivo de determinar el espesor de aluvión presente en este sitio.

2.2.6. Sitio 4

Este sitio se ubica en la llanura aluvial del río Mala Noche, a 60 m de distancia de la margen izquierda aguas abajo (Figura 3), donde afloran depósitos aluviales. Además se encuentra a 10 m de distancia de la carretera que comunica Sámara con Puerto Carrillo, donde de dicha carretera en un corte de la ladera, afloran rocas sedimentarias estratificadas basculadas hacia el sur. Además en el lugar se observa un poste de tendido eléctrico que colinda con la propiedad de interés, tal y como se observa en la Foto 7.



Foto 7. Sitio 4. Coordenadas: 370693 E/207141 N

Este sitio es el que se encuentra más cerca de las oficinas de la ASADA de Torito y además es de muy fácil acceso, sin embargo debido a que se encuentra a 460 m de la línea de costa, requiere de un estudio de intrusión salina, además se ubica a 30 m de la ladera donde es de esperar un bajo espesor del aluvión, por lo que se recomienda realizar una línea de sondeos eléctricos verticales (SEVs) para determinar el espesor del aluvión en este punto.

En cuanto a los permisos, es necesario esperar un acuerdo entre el propietario y la ASADA de Torito, antes de realizar los estudios geofísicos en este sitio.

2.2.7. Sitio 5

En este punto se observa en los alrededores una topografía muy irregular (Figura 3) y se encuentra ubicado muy cerca de una acequia, sin embargo el sitio de interés presenta una pequeña planicie con dimensiones muy reducidas donde afloran materiales arrastrados por las aguas superficiales que han sido erosionados de las laderas circundantes donde afloran rocas sedimentarias estratificadas basculadas hacia el sureste.

Cabe mencionar que el sitio no es apto para realizar un sondeo eléctrico vertical, ya que se encuentra con mucha vegetación que impide el desplazamiento libre a través del sitio, y además no hay suficiente espacio para la apertura de los electrodos.

Aguas arriba del sitio de interés se ubica un pozo privado (coordenadas 370894 E/207124 N) el cual cuenta con una bomba de 3 HP, según nos indicó el presidente de la ASADA (Don Victor) suministra agua a una casa de un extranjero que se ubica en la parte alta de la

ladera. Se procedió a buscar en la base de datos de SENARA, sin embargo no se encontró registro de algún pozo inscrito en las coordenadas donde se encuentra el pozo privado.

El propietario del terreno se encuentra anuente a negociar el terreno con la ASADA en caso de ser apto para la perforación de un pozo.



Fotos 8. Sitio 5. Coordenadas: 370870 E/207089 N

Aunque este sitio presenta condiciones geológicas favorables para la extracción de aguas subterráneas, se debería de realizar un estudio de intrusión salina debido a que se encuentra 540 m de la línea de costa, además también requiere un estudio de interferencia de pozos ya que el pozo privado ubicado aguas arriba se encuentra a 45 m del sitio propuesto.

2.3. Análisis Geológico-Estructural de la zona de estudio.

2.3.1. Geología Regional.

La zona de estudio se encuentra constituida por un basamento ígneo del Cretácico y una cobertura sedimentaria del Cretácico Superior y Paleógeno, además de los depósitos recientes del Cuaternario (Figura 5). Las unidades de roca han sido correlacionadas con unidades litológicas formales (Formaciones geológicas), las cuales se describen en este apartado desde la más antigua hasta la más reciente.

La distribución geográfica de las unidades de roca que afloran en la zona de estudio y sus alrededores, puede ser observada en el mapa geológico de la figura 4, en el cual también se encuentra señalado los diferentes sitios visitados.

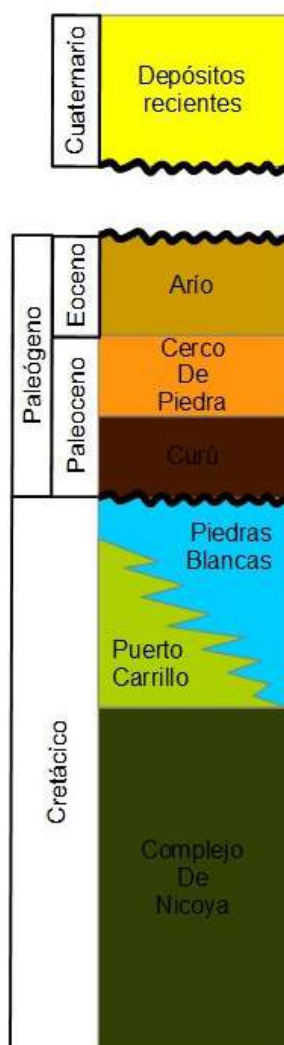


Figura 4. Columna estratigráfica de la zona de estudio.

2.3.1.1. Complejo de Nicoya (Basaltos)

Corresponde con flujos de basaltos masivos, los cuales están cruzados por varias generaciones de fracturas y vetillas en su mayoría zeolitas y algunas síliceas. Además presentan estructuras de almohadilla con corteza de hialoclastita fracturada, producto del enfriamiento y en cortes transversales se observan las fracturas radiales y una estructura concéntrica mostrando una mejor cristalización en la parte central (Denyer et al., 2014).

Asociado con los basaltos también se presentan brechas que se formaron como autobrechas o como brechas de explosión de las almohadillas (Denyer et al., 2014).

Los basaltos toleíticos del Complejo de Nicoya son de grano fino, en general afíricos, compuestos por plagioclasa, augita, clorita y óxidos de hierro y titanio inmersos en una matriz afanítica (Denyer et al., 2014).

Dengo (1962) menciona que el complejo está formado por grauwacas macizas y sedimentos síliceos que se alternan con rocas ígneas, principalmente coladas de basalto, aglomerados de basalto e intrusiones de gabro, diabasa y diorita cuyo emplazamiento posiblemente fue contemporáneo con las extrusiones de basalto.

Los estudios más recientes, hecho por Denyer & Gazel (2009) indican una edad del complejo más antiguo que el Santoniano-Campaniano Inferior (≥ 83 Ma).

2.3.1.2. Formación Puerto Carrillo

Sprechman (1984) describe esta unidad como formada por brechas mal estratificadas constituidas por fragmentos basálticos, pedernales amarillos y rojos, y ocasionalmente clastos de gabro. Denyer et al. (2014) reporta que los granos son angulosos a subredondeados, hasta bien redondeados en algunas localidades, constituyendo conglomerados de color verde oscuro, resaltando los clastos de pedernal rojos y amarillos. Además indica que esta unidad presenta lentes de arenitas y calcilitas que están intercaladas con las brechas; las cuales se encuentran mal seleccionadas y presentan granulometría variable.

A esta unidad se le asigna una edad inferida por Sprechman (1984) Santoniano Superior-Campaniano Inferior, sin embargo Denyer et al. (2014) reporta una interdigitación de las facies de Piedras Blancas con Puerto Carrillo, por lo que la ubica temporalmente la Formación Puerto Carrillo dentro del Campaniano.

2.3.1.3 Formación Piedras Blancas

Se encuentra constituida de sedimentos hemipelágicos ricos en globotruncanas del Cretácico Superior (Denyer et al., 2014). Además Flores et al. (2003) reporta calcilitas blancuzas y rojizas con intercalaciones de areniscas medias a finas rojas y grises-carbonatadas y ligeramente síliceas.

Fernández (1981) reporta *Globotruncana cortusa* (Cushman) del Maastrichtiano medio en una muestra tomada en la quebrada Limón de la hoja Talolinga (escala 1:50000, IGN). Por su parte, Alvarado (1981) reporta la presencia de *Globotruncana arca* (Cushman) del

Campaniano Superior al Maastrichtiano Medio en una muestra tomada en la quebrada Salitral de la hoja Talolinga.

2.3.1.4 Formación Curú

Corresponde con una secuencia de origen turbidítico, depositada durante el Maastrichtiano al Paleoceno Inferior (Denyer et al., 2014).

Esta unidad fue descrita por Astorga (1987) como mezclas de arena y lodo en proporciones variables y algo de gravas. Además indica que son de origen volacnolástico básico (basáltico), caracterizado por la abundancia de feldespatos, la carencia casi total de cuarzo, la abundancia relativa de magnetita y de minerales ferromagnéticos.

Denyer et al. (2014) reporta que presenta cinco tipos de facies:

- Flujos turbulentos lodo-arenosos
- Flujos turbulentos arenosos
- Flujos turbidíticos retrabajados
- Flujos turbulentos gravosos
- Flujos de escombros

Astorga (1987) le asigna un rango de edad Maastrichtiano Medio/Superior a Paleoceno Superior basal.

2.3.1.5 Miembro Cerco de Piedras (Fm. Curú)

Esta unidad corresponde con una serie de sedimentos arenosos y conglomerádicos de origen turbidítico, regular a mal seleccionados, con fragmentos angulares a redondeados de hasta 30 cm, predominantemente andesíticos, de calizas, y de pedernales (Denyer et al., 2014).

Sprechmann (1982) reporta que microscópicamente, la matriz corresponde con wackes líticas. Areniscas conglomerádicas de mal a moderadamente seleccionadas, redondeadas a subredondeadas, con cemento calcáreo, son de color gris a gris verdoso.

Rivier (1983) menciona que en la parte inferior predominan los conglomerados volcánicos, y en la parte superior se desarrollan areniscas conglomerádicas, mal seleccionadas con matriz arenosa-lutítica. Además le asigna una edad entre el Paleoceno Medio a Superior.

2.3.1.6 Formación Arío

Astorga (1987) se refiere a esta unidad como depósitos de turbiditas de grano fino e intercalaciones de sedimentos pelágicos. Además describe los depósitos a como se detalla a continuación:

- Depósitos de corrientes de turbidez de baja concentración, los cuales los subdivide en dos clases, primero los depósitos tipo lodoso (turbiditas calcilutíticas) con estratificación de delgada a media. Segundo los depósitos tipo arenoso, que

corresponden a arenas turbidíticas silicoclásticas de grano medio a fino, moderadamente seleccionadas y de estratificación muy delgada.

- Depósitos pelágicos-hemipelágicos, que son pelitas negras, ricas en materia orgánica, de estratificación delgada a media.
- Depósitos de flujos turbulentos arenobioclásticos de alta concentración, que retribujan y resedientan depósitos carbonáticos neríticos, ricos en macroforaminíferos y fragmentos de erizos.
- Depósitos de flujos turbulentos arenogravosos, los cuales corresponden con rellenos de canal.

La edad de esta unidad geológica reportada por Astorga (1987) es de Paleoceno Superior-Eoceno Superior/Oligoceno Inferior.

2.3.1.6 Depósitos recientes

Estos depósitos corresponden en esencia con depósitos aluviales y depósitos de playa arenosa del Cuaternario. Los depósitos aluviales se encuentran formados por aluviones que recubren las planicies, pero de un espesor muy reducido según lo reporta Denyer et al. (2014), quienes indican además que estos depósitos recubren levemente una superficie de erosión.

En cuanto a los depósitos de playa arenosa, afloran a lo largo de toda la costa, y aunque se diferencian de los aluviones, este contacto es difícil de trazar, por lo que en varias ocasiones sólo se indica con una franja de 100 m de arenas costeras en el límite litoral (Denyer et al., 2014).

2.4. Resultados con respecto a la posible perforación de pozos en la zona.

Como ya fue expuesto en el apartado 2.2, los sitios 4 y 5 se encuentran cercanos a la línea de costa, por lo requieren de estudio adicionales de intrusión salina, además en el caso particular del sitio 4, este requiere un estudio de interferencia de pozos, ya que aguas arriba, muy cerca del sitio propuesto se ubica un pozo privado.

En el caso del sitio 1, es necesario realizar ensayos geofísicos para determinar el espesor del aluvión, además presenta la desventaja de que se ubica muy cerca de la ladera, donde el aluvión se adelgaza, por tal motivo este punto no es recomendado.

El sitio 2 es el que presenta la mejores condiciones de todos los sitios propuestos, ya que se encuentra ubicado en las inmediaciones de la llanura aluvial, donde es de esperar los espesores de aluvión más importantes. Sin embargo es necesario realizar ensayos geofísicos para determinar el espesor del aluvión en este sitio.

En cuanto al sitio 3, es necesario realizar ensayos geofísicos para determinar el espesor de aluvión en este punto, ya que el mismo presenta condiciones favorables para la extracción de aguas subterráneas, sin embargo a diferencia del sitio 2, este punto se encuentra más

cercano al río Mala Noche (40 m de distancia), por lo que se recomienda ser considerado como segunda opción para una posible perforación.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. El pozo 1 de la ASADA de Torito, a bajado su eficiencia después del terremoto de septiembre de 2012, por lo que se recomienda bajar una cámara por el pozo de tal manera que permita hacer una valoración cualitativa de la rejilla así como ver el armado del pozo, esto con objetivo de ubicar la bomba en un punto tal, que la turbulencia provocada por la bomba, no genere problemas por acumulación de arenas en las rejillas. Finalmente en caso de que la rejilla presente obstrucciones, se recomienda hacer una limpieza y desarrollo del pozo al igual que una prueba de bombeo para valorar el caudal real del pozo.

3.2. Para el pozo 2 de la ASADA de Torito, se recomienda ingresar una cámara para realizar un revisión del estado de la rejilla de este pozo, así como determinar la profundidad a la que se encuentra la rejilla, esto con el objetivo de ubicar la bomba en el mejor punto posible, de tal manera que la turbulencia provocada por la bomba, no genere problemas por acumulación de arenas en las rejillas. Además, en caso de que la rejilla presente obstrucciones, se recomienda hacer una limpieza y desarrollo del pozo, al igual que una prueba de bombeo para determinar el caudal real del pozo.

3.3. En relación con el pozo 3 de la ASADA de Torito, debido a que este pozo se encuentra en desuso, se recomienda bajar una cámara por el pozo para valorar el estado de la rejilla y determinar si existen obstrucciones en la misma. Además, en caso de que la rejilla tenga obstrucciones, se recomienda realizar una limpieza y desarrollo de este pozo, así como una prueba de bombeo para determinar el caudal real del pozo.

3.4. Los sitios 4 y 5 requieren estudios de intrusión salina debido a la cercanía con la línea de costa, además en el caso del sitio 5, este requiere un estudio de interferencia de pozos ya que a 40 m aguas arriba se localiza un pozo privado.

3.5. Los sitio 1, 2 y 3 requieren de ensayos geofísicos (sondeos eléctricos verticales) para determinar el espesor de aluvión presente en estos sitios, sin embargo en el sitio 1 es de esperar un espesor bajo de aluvión debido a la cercanía con el piedemonte, a diferencia de los sitios 2 y 3 donde es de esperar los espesores mas significativos. De tal manera se concluye que los sitios más aptos para perforación-exploración son los sitios 2 y 3, entre los cuales el sitio 2 es el presenta las mejores condiciones ya que se ubica en las intermediaciones de la llanura aluvial y no se encuentra tan cerca del río Mala Noche, ya que el sitio 3 se encuentra a 40 m de distancia.

IV. REFERENCIAS

ALVARADO, F., 1981: Estudio geológico de la región de Sabana Grande, cantón de Nicoya, provincia de Guanacaste, Costa Rica.- 64 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Inf. Campaña Geológica].

ASTORGA, A., 1987: El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente Pacífica de Nicaragua Meridional y Costa Rica Septentrional: origen y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica.- 250 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Teis Lic.]

DENGO, G., 1962: Tectonic-igneous sequence in Costa Rica.- Petrologic studies, volume in honor of A.F. Buddington, Geol. Soc. Am.: 133-161.

DEYER, P., AGUILAR T. & MONTERO W., 2014: Cartografía Geológica de la Península de Nicoya Costa Rica.- 207 págs. Ed. UCR, San José.

DENYER, P. & GAZEL, E., 2009: The Costa Rican Jurassic to Miocene oceanic complexes: Origin, tectonics and relations.- Jour. South Amer. Earth Sci., 28: 429-442.

FERNÁNDEZ, J. A., 1981: Geología del Area de Matamba y alrededores, cantón de Nicoya, provincia de Guanacaste, Costa Rica. 40 págs. Escuela Centroamericana de Geología, UCR [Inf. Campaña Geológica].

FLORES, K., DENYER, P. & AGUILAR, T., 2003: Nueva propuesta estratigráfica: geología de las hojas Matambú y Talolinga, Guanacaste, Costa Rica.- Rev. Geol. América Central, 28: 131-138.

RIVIER, F., 1983: Síntesis geológica y mapa geológico del área de bajo Tempisque, Guanacaste, Costa Rica.- Inf. Sem. IGN, 1983(1): 7-30.

SPRECHMANN, P., 1982: Estratigrafía de Costa Rica (América Central), I: unidades estratigráficas sedimentarias.- ActasV Cong. Latinoamericano Geol. Buenos Aires, 1: 55-71.

SPRECHMANN, P., 1984: Manual de Geología de Costa Rica.- 320 págs. Ed. UCR, San José.