



ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA SEQUÍA EN EL ACUÍFERO SARDINAL 2015

Con la colaboración de



Febrero del 2016

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA SEQUÍA EN EL ACUÍFERO SARDINAL 2015

ANTECEDENTES

La Comisión Técnica Interinstitucional para la Gestión de Acuíferos (CTI) elaboró mediante un proceso integral, sistemático y transparente, un dictamen amplio en torno al balance hídrico y gestión del Acuífero Sardinal para atender y valorar las dudas e inquietudes de las comunidades relacionadas y otros actores sociales respecto a la seguridad hídrica del Acuífero Sardinal y el proyecto del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) denominado "Acueducto El Coco – Ocotal".

La Sala Constitucional en su voto No. 09-000262 del 14 de enero de 2009 le ordena "al Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones instalar los mecanismos que permitan la medición o monitoreo constante de la carga y recarga del mismo según se ha definido en los informes «Estudio Hidrogeológico Detallado de la parte alta de la cuenca del Río Sardinal», elaborado por el Grupo Técnico del Área de Aguas Subterráneas del SENARA; y el «Informe Técnico (Preliminar) para la Gestión de la Seguridad Hídrica del Acuífero Sardinal», emanado de la mencionada Comisión Técnica" y le indica al Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) "abocarse a la realización de un estudio hidrogeológico completo sobre el Acuífero Sardinal".

La Defensoría de los Habitantes de la República, interpone COADYUVANCIA al recurso de amparo interpuesto indicándole a la Sala constitucional:

"1) Como medida cautelar ordenar al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados la suspensión inmediata de las obras del acueducto Sardinal que beneficia a las Playas de El Coco y Ocotal, hasta tanto el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento, tal y como es su obligación legal, se pronuncie sobre la viabilidad de los pozos y/o riesgos para el acuífero Tempisque – Sardinal del proyecto en mención.

2) Declarar con lugar el presente recurso de amparo, ordenándose a todas las instituciones públicas involucradas actuar en cumplimiento del artículo 11 y 50 de nuestra Constitución Política de la República de Costa Rica, garantizando la calidad de vida a la población costarricense y un desarrollo turístico en armonía con la naturaleza."

Asimismo, la Defensoría de los Habitantes mediante Oficio No. 12810-2008-DHR emite Informe final con recomendaciones.

La Contraloría General de la República (CGR) expone el informe No. DFOE-EB-22-2008 denominado "Informe del Estudio Especial Realizado en el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, en Relación con el Desarrollo de los Proyectos de los Acueductos Sardinal y el Coco-Ocotal". Entre las disposiciones de este informe le indica al Ministro del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET):

"Coordinar con el AyA y el SENARA para que se cumplan todas las recomendaciones que se adopten en el informe final de la Comisión Técnica Acueducto Sardinal y El Coco-Ocotal, el cual deberá contemplar un Plan de monitoreo de explotación, comportamiento y extracción controlada del Acuífero Sardinal, tendiente a la protección del recurso hídrico."

La CTI realizó un proceso de participación social a través de múltiples reuniones, sesiones de trabajo e intercambio de información con los actores sociales involucrados.

A partir de su creación, la CTI sostuvo numerosas sesiones de trabajo para estudiar y analizar los documentos y estudios relacionados con el caso. Entre ellos, el estudio denominado "Estudio

Hidrogeológico del Acuífero Sardinal” realizado por AyA y las observaciones técnicas del SENARA.

Además, realizó 19 pruebas de infiltración y 19 muestreos de suelo adicionales y para detallar el modelo conceptual del acuífero, las cuales fueron coordinadas por Dirección de Agua. El análisis de suelos evaluó los parámetros de capacidad de campo, punto de marchites, densidad aparente, porosidad y textura. El Modelo Hidrológico Conceptual del Acuífero lo desarrolló la Dirección de Aguas Subterráneas del SENARA y en octubre del 2008 se entregó a la CTI como parte del documento “Estudio Hidrogeológico Detallado del Acuífero de la Parte Alta de la Cuenca del Río Sardinal”.

En la sesión del 6 de junio del 2008 de la CTI se acuerda realizar un balance hídrico. Para dar aún mayor certeza y transparencia a la elaboración del nuevo balance hídrico, se decidió contratar un experto externo de reconocido prestigio nacional e internacional en el campo hidrogeológico, el Máster Gunther E. Schosinsky Nervemann, quien desarrollo una evaluación del potencial de recarga del acuífero. Este estudio fue presentado el 5 de agosto del 2008 para ser discutido y validado por el CTI.

Luego de 6 meses de continuos trabajos, investigaciones y análisis de documentos, el día 7 de noviembre el CTI concluye el Informe Técnico (Preliminar) para la Gestión de la Seguridad Hídrica del Acuífero Sardinal.

El CTI analizó las observaciones y aportes al documento, con el fin de complementar y concluir al respecto de la disponibilidad de agua del Acuífero Sardinal y la viabilidad del aprovechamiento pretendido por el AyA. Esta etapa culminó con la elaboración del “Informe Técnico Final para la Seguridad Hídrica del Acuífero Sardinal”. El 8 de mayo del 2009 se entregó en la Municipalidad de Carrillo.

Conforme el análisis y discusión técnica realizado en la segunda etapa en el seno del CTI, de diciembre 2008 a enero 2009 y según las observaciones aportadas en el proceso de retroalimentación del Informe (Preliminar) para la Gestión de la Seguridad Hídrica del Acuífero Sardinal y conforme los estudios relativos a la determinación de la recarga potencial elaborados por el AyA denominado Estudio Hidrogeológico del Acuífero Sardinal, así mismo con base en el reciente Estudio Hidrogeológico Balance Hídrico y Modelo Conceptual realizada por el experto Hidrogeólogo Msc. Gunther Schosinsky, además del “Estudio Hidrogeológico Detallado del Acuífero de la Parte Alta de la Cuenca del Río Sardinal elaborado por el SENARA”, el CTI en determinación del Balance Hídrico realizado y acordado el 26 de enero de 2009, CONCLUYE el caudal aprovechable a la fecha en el acuífero Sardinal y dada las condiciones actuales concensuadas es de 371,75 litros por segundo.

Por tanto, el CTI recomendó que resulta viable la explotación del agua del Acuífero Sardinal por parte del AyA, para ser utilizada en el abastecimiento de acueducto denominado Ampliación Acueducto El Coco – Ocotol, sin que se ponga en riesgo la seguridad del agua destinada al abastecimiento de las comunidades a largo plazo, lo cual deberá realizarse teniendo en cuenta las consideraciones que se transcriben textualmente:

- *La explotación se realizará por etapas conforme el incremento real de la demanda, iniciando con una explotación de 70 litros por segundo lo cual satisface la demanda hasta el 2010.*
- *Se deberá desarrollar en pleno un Plan de Monitoreo de explotación y comportamiento del acuífero y extracción controlada.*
- *Conforme el resultado del Plan de monitoreo de explotación y comportamiento del acuífero y extracción controlada se establecerá en dos años una línea base del comportamiento del acuífero con el fin de definir su explotación futura. Durante este plazo no se otorgarán nuevos permisos de perforación en la cuenca alta Río Sardinal acordado, recomendado por el CTI el 9*

de agosto de 2008.

- *Conforme los resultados del proceso de monitoreo de explotación y comportamiento del acuífero y extracción controlada de todos los pozos en la cuenca alta del río Sardinal, que se realizará por las instituciones del Estado (AyA – SENARA – MINAET) y con la participación activa de las comunidades y sector privado, el MINAET definirá la explotación de los restantes 105 litros por segundo.*

Siguiendo estas recomendaciones, en el mes de marzo del 2009 el comité técnico inició el monitoreo del Acuífero Sardinal bajo la coordinación y supervisión del MINAE. Durante un periodo de 27 meses se llevó un control de la explotación del acuífero por medio de mediciones mensuales de los niveles freáticos en 36 pozos. También se realizan aforos mensuales en los ríos Sardinal y Brasilito para control de flujo base. Además, Trimestralmente se tomaron muestras de agua para análisis de calidad (físico-químicos y bacteriológicos) para un total de 9 muestreos de calidad durante el periodo estudiado.

De acuerdo al voto No. 16538 de la Sala Cuarta del 8 de Octubre del 2010, se tiene por cumplida la sentencia número 2009-262. Este voto indica que mediante el Informe para la Gestión de la Seguridad Hídrica del Acuífero Sardinal final, **“se cumplió (...) en lo que respeta a la elaboración de los estudios técnicos concretos que informen sobre la seguridad, certeza y posibilidad de explotación del Acuífero Sardinal (...)” (voto No. 16538).**

Aunque la Sala Constitucional dio por cumplida la sentencia, el comité consideró continuar con el Plan de Monitoreo hasta cumplir los 2 años establecidos, conforme a lo recomendado, acogido en todos los extremos por los jefes del AyA, SENARA y MINAE en el seno del Comité de Alto Nivel y que además está dispuesto en el informe de la Contraloría General de la República DFOE-ED-22-2008 del 21 de noviembre del 2008, e informe de la Defensoría 12810-2008-DHR del 18 de diciembre del 2010, de previo a plantear la propuesta técnica para la gestión de la seguridad hídrica de Acuífero Sardinal.

La Unidad de Investigación de la Dirección de Investigación y Gestión Hídrica del SENARA elaboró en el año 2011 el estudio “Determinación de la Recarga y Rendimiento Sostenible del Acuífero de Sardinal, Carrillo, Guanacaste” el cual constituye una ampliación y actualización al primer informe presentado en octubre del año 2008. Este estudio consistió en la evaluación de la recarga del acuífero Sardinal a partir de la información generada por el monitoreo de 2 años según lo acordado por el CTI en la sección del 26 de enero de 2009. Este análisis ratifica que no se está generando sobreexplotación de las aguas subterráneas en la cuenca alta del río Sardinal. El estudio realizado concluye que el caudal aprovechable es de 440 litros por segundos.

El estudio fue presentado ante el CTI el 3 de octubre del 2011 para ser analizado. **En la reunión celebrada el 13 de Octubre del 2011 la Comisión acuerda que el caudal aprovechable es de 440 litros por segundos.** *“Se ratifica lo acordado en la minuta del 26 de enero de 2009, que resulta viable la explotación de un caudal de 175 l/s del acuífero Sardinal mediante los cuatro pozos identificados como: 06-07, 06-09, 06-04 y 06-03, por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados para ser utilizados en el proyecto de Ampliación del Acueducto El Coco – Ocotol, sin que se ponga en riesgo la seguridad del agua destinada al abastecimiento de las comunidades a largo plazo.”*

Se cumplió el compromiso y por recomendación del CTI, de instalar un Estación Meteorológica automática en área del acuífero Sardinal propiedad del AyA y operada el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la cual se ubicada en las coordenadas CRTM05 1162887/344750 en propiedad de la Escuela de Sardinal y que genera datos desde abril de 2012. (Foto 1)

Foto 1
Estación Sardinal- AyA



En la reunión del 11 de febrero del 2015, Minuta CI-001-2015, la CTI acuerda retomar el monitoreo para determinar si existe afectación en el acuífero por la sequía que enfrenta la zona. A partir de abril del 2015 se retoman las mediciones en la red de monitoreo de 36 pozos los cual se mantiene realizando a la presente fecha.

Por su parte, en el 2009 el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado invirtió 300 millones en la mejora integral del acueducto de la Comunidad de Sardinal, asegurando el abastecimiento de agua en cantidad y continuidad.

ANÁLISIS TÉCNICO:

Estado actual 2015 – Año seco

La región Pacífico Norte es una de las zonas más secas y cálidas del país. Se caracteriza por un período seco que va de diciembre a marzo. En este período precipita un 4% del total de lluvia anual. Los Alisios son el viento dominante. Abril es un mes de transición y en mayo se establecen las lluvias alrededor de la tercera década del mes. El primer período lluvioso se da entre mayo y agosto cuando precipita el 50% del total de lluvia anual. En junio ocurre el primer máximo de lluvia, al intensificarse los vientos suroeste, que provocan fuertes tormentas locales y fuertes aguaceros. Entre julio y agosto, los vientos Alisios vuelven a intensificarse y como consecuencia se presenta el veranillo del Pacífico o canícula. Un segundo período lluvioso se extiende de desde setiembre hasta noviembre. Durante setiembre y octubre se produce el mayor aporte de lluvia, asociado con una mayor influencia de eventos ciclónicos. El 46% de la lluvia anual precipita en este segundo periodo lluvioso. Noviembre es un mes de transición hasta el período seco. En general, presenta promedios de lluvia anual entre 1500 y 2500 mm (Atlas Climatológico de Costa Rica, IMN).

La situación de sequía que actualmente se presenta en Guanacaste corresponde a una situación que inició en el 2014, y, se intensificó en el año 2015 por la presencia del fenómeno ENOS, Fase el Niño. Las temperatura de noviembre 2015 fueron las más altas en al menos los últimos 65 años, superando a las de eventos intensos de 1982 y 1997. La variación horizontal de las anomalías de temperatura (figura 1) muestra que efectivamente el calentamiento de El Niño se encuentra en su etapa de mayor intensidad, no sólo por las altas temperaturas sino también por la extensión longitudinal y latitudinal (Boletín del ENOS No. 86, IMN).

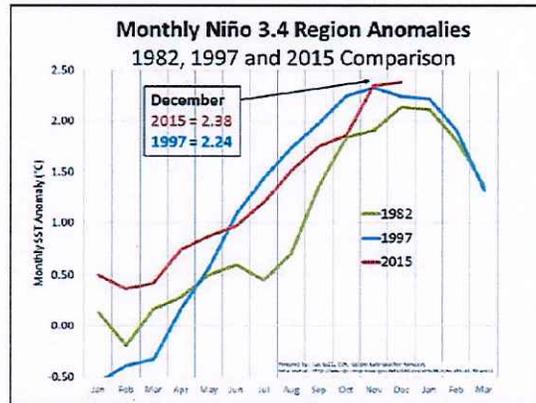


Figura 1. Comparación de las series de tiempo del índice N3.4 de 1982, 1997 y 2015(Boletín del ENOS No. 86, IMN).

El IMN utiliza para el monitoreo de El Niño el índice Multivariado del ENOS (MEI, por sus siglas en inglés). En la figura 2 se aprecia la serie de tiempo de la magnitud del MEI, donde se evidencia la presencia de El Niño desde el 2014, el cual presentó un primer máximo entre abril y mayo, luego disminuyó entre setiembre y octubre, pero desde marzo del 2015 su intensidad aumentó gradualmente, alcanzado entre agosto y setiembre un aparente máximo absoluto. Debido al valor tan alto de este máximo se considera que El Niño es de categoría “intensa”, de hecho, como lo indica la figura 3, está entre los 3 eventos más intensos desde 1950.

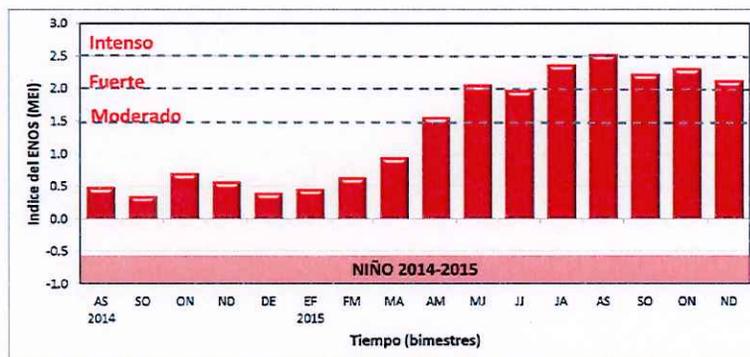


Figura 2. Variación bimensual (2014-2015) del índice Multivariado del ENOS (MEI) (Boletín del ENOS No. 86, IMN).

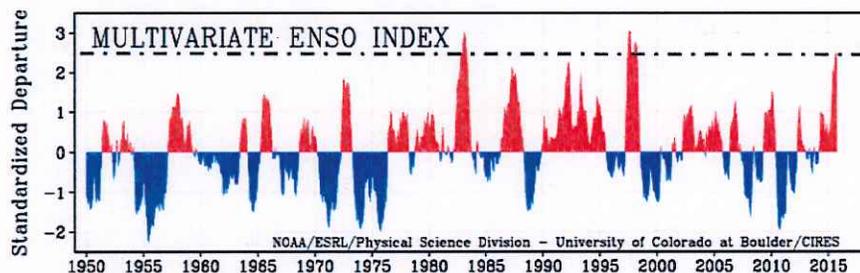


Figura 3. Variación interanual histórica (1950-2015) del índice Multivariado del ENOS (MEI) (Boletín del ENOS No. 86, IMN).

En la figura 4 se muestra el resumen del año 2015, donde puede apreciarse realmente el impacto generado por El Niño.

El Instituto meteorológico nacional pronostica para el presente año que el fenómeno de El Niño manifestará una tendencia gradual hacia la baja, no obstante mantendrá niveles intensos hasta febrero o marzo del 2016. Los modelos estiman la disipación total del fenómeno en junio o julio del 2016. Un 44% de los modelos indican la posibilidad de la transición hacia La Niña luego de la finalización del Niño (Boletín del ENOS No. 86, IMN).

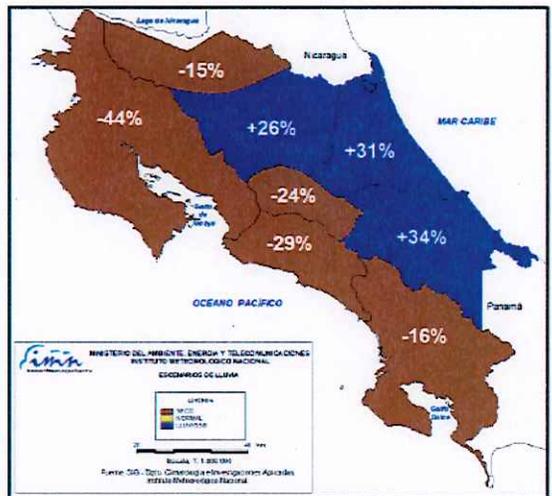


Figura 4. Balance (%) de lluvia correspondiente a todo el año 2015 en las diferentes regiones del país (Boletín del ENOS No. 86, IMN)

Según datos de la Estación Meteorológica Sardinal, ubicada en las coordenadas CRTM05 1162887/344750, se indica que la precipitación anual correspondiente al año 2015, es de 843,3 mm (Cuadro 1), lo cual representa un 49,06 %, en relación a la precipitación promedio (1718,70 mm) empleada en el estudio de Schosinsky, 2008 y SENARA 2011.

Cuadro 1
Precipitación Estación Sardinal Año 2015

| Mes | P(mm) |
|------------|-------|
| Enero | 0 |
| Febrero | 0 |
| Marzo | 0 |
| Abril | 1,1 |
| Mayo | 8,4 |
| Junio | 172,7 |
| Julio | 47,5 |
| Agosto | 94,6 |
| Septiembre | 232,2 |
| Octubre | 192,4 |
| Noviembre | 94,4 |
| Diciembre | 0 |
| Total | 843,3 |

Fuente: Estudios Básicos, 2015

De acuerdo con el Boletín ENOS No.86, IMN-Dic-2015, indica que la precipitación correspondiente al año 2015 en la Región Chorotega, presenta un déficit del 44 %, valor que concuerda con el registrado en la Estación Sardinal-AyA.

Análisis del monitoreo histórico de niveles de agua subterránea

La red de monitoreo del acuífero Sardinal consta de un total de 36 pozos, de los cuales 25 corresponden con pozos de tipo perforado y 11 corresponden con pozos de tipo excavado (mapas 1 anexo 1).

En el mes de marzo de 2009 el CTI inició el monitoreo del Acuífero Sardinal, durante un período de 27 meses (hasta Mayo de 2011) se llevó a cabo un control de la explotación del acuífero por medio de la medición mensual de los niveles de aguas subterránea y de calidad. A partir de abril de 2015 se retoman las mediciones mensuales las cuales se mantienen hasta la fecha.

Para el presente análisis se tomó una muestra de 8 pozos (figuras 5 a 12 y mapas 2 y 3 en anexo1) reflejan el comportamiento del nivel de agua subterránea del acuífero Sardinal. Los gráficos representan las fluctuaciones de los niveles del agua subterránea desde el inicio del mes de marzo (inicio de la época seca).

En el siguiente cuadro se muestran los períodos de monitoreo y el efecto climatológico asociado a este periodo de medición.

Cuadro 2. Monitoreo de niveles y la influencia del fenómeno ENOS.

| Periodo de monitoreo | Efecto ENOS | Comportamiento de los niveles del agua subterránea en el acuífero |
|-----------------------------|---|---|
| 2009-2010 | Fenómeno El NIÑO pero en menor intensidad que el actual | Niveles moderados con un comportamiento estable en el acuífero* |
| 2010-2011 | Fenómeno La NIÑA** | Niveles altos con un comportamiento estable dentro del acuífero* |
| 2015-2016 | Fenómeno El NIÑO, de fuerte a Intenso (IMN, 2016)*** | Niveles con mayor descenso sin embargo con un comportamiento estable dentro del acuífero* |

* Sin descensos o incrementos abruptos del agua subterránea en el acuífero, puntos coincidentes de los niveles en los gráficos para los pozos monitoreados en la red establecida durante los periodos de medición.

** Fenómeno La NIÑA: Exceso de lluvia para la Vertiente Pacífica de Costa Rica

*** Fenómeno El NIÑO: Déficit de lluvia para la Vertiente Pacífica de Costa Rica

De acuerdo al análisis espacial de los pozos usados como referencia, se observa que tanto en la parte alta como en la parte baja de la cuenca en pozos que captan tanto las rocas del Complejo de Nicoya como los materiales aluvionales recientes, el comportamiento del nivel de agua en el acuífero es similar, mostrando una tendencia de disminución no significativa. Aún y cuando durante el período 2015-2016 se ha presentado una disminución en la precipitación y en la recarga, solo algunos de los pozos excavados han tenido una afectación en el descenso del agua subterránea. Un ejemplo puntual es el del pozo "VICTOR AMPIE", el cual ha presentado históricamente un comportamiento estable sin llegar a secarse.

Durante el fenómeno de La NIÑA (2010-2011) los niveles del agua subterránea se encuentran por

encima con respecto a los niveles presentes durante el fenómeno El NIÑO (2015-2016), lo cual indica que el sistema demuestra una respuesta directamente proporcional a la recarga por medio de la precipitación.

En las curvas que muestran el efecto del Fenómeno El NIÑO (2009-2010 / 2015-2016), se observa que los niveles del acuífero son más bajos que el promedio, siendo más crítico el período actual debido a su intensidad, lo cual es concordante con una disminución de un 44% de la precipitación regional durante el año 2015 y con el Índice Multivariado del ENOS, donde a nivel mundial las precipitaciones del fenómeno ocurrido durante el año 1997-1998 son similares en magnitud a las presentes en el año 2015.

En las figuras 5-12 se muestran los gráficos relacionados con las fluctuaciones de los niveles de agua subterránea de los pozos seleccionados.

Figura 5. Gráfico de niveles de agua subterránea pozo Nacascolo

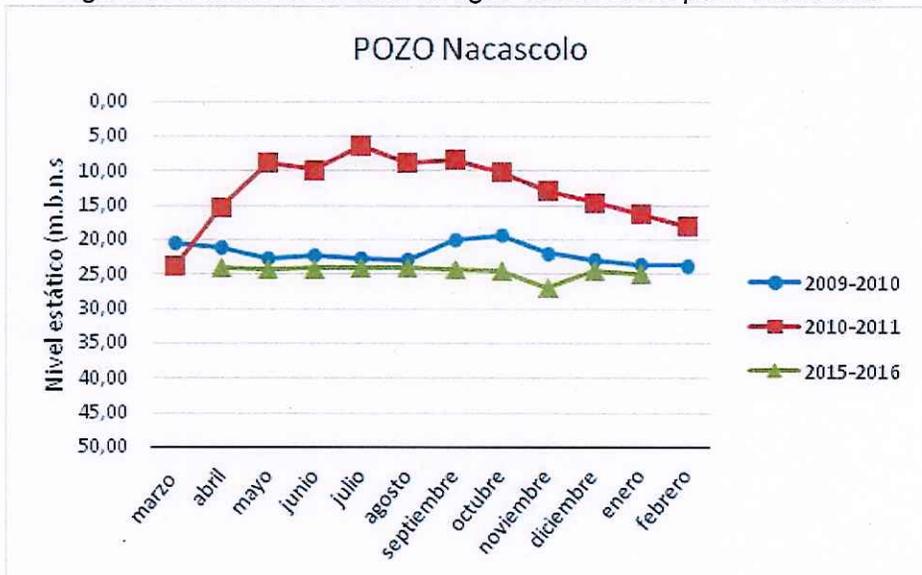


Figura 6. Gráfico de niveles de agua subterránea pozo Artola 4

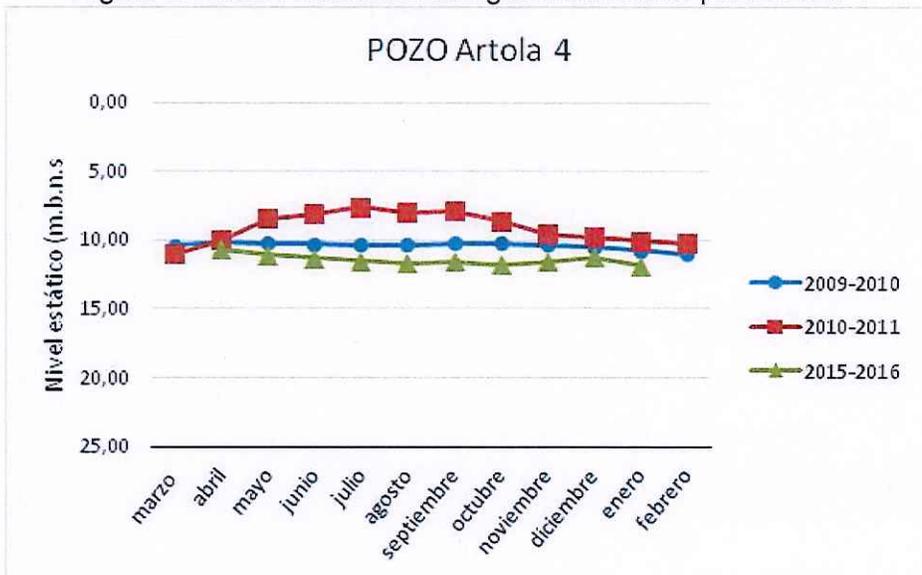


Figura 7. Gráfico de niveles de agua subterránea pozo Victor Ampie

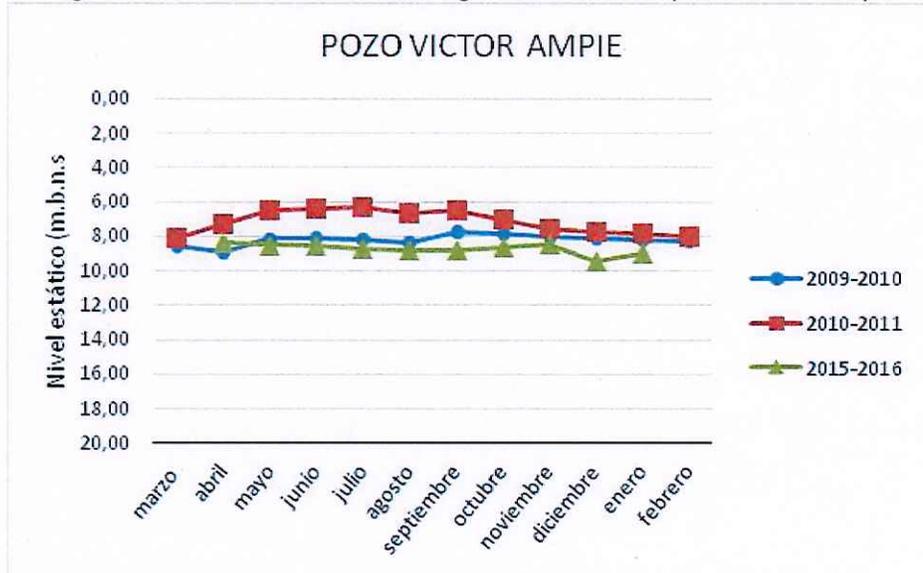


Figura 8. Gráfico de niveles de agua subterránea pozo Exporpack CN171

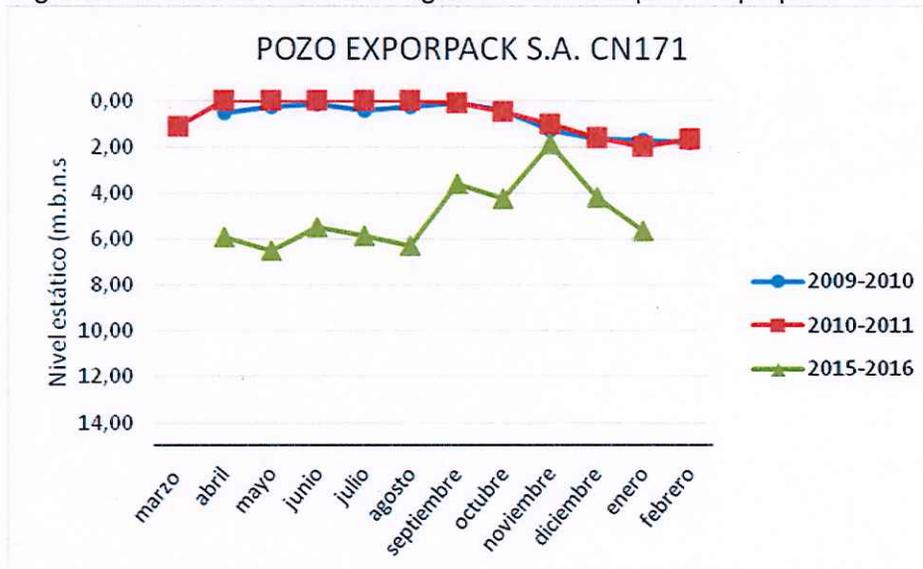


Figura 9. Gráfico de niveles de agua subterránea pozo Centro Educativo Nuevo Colón

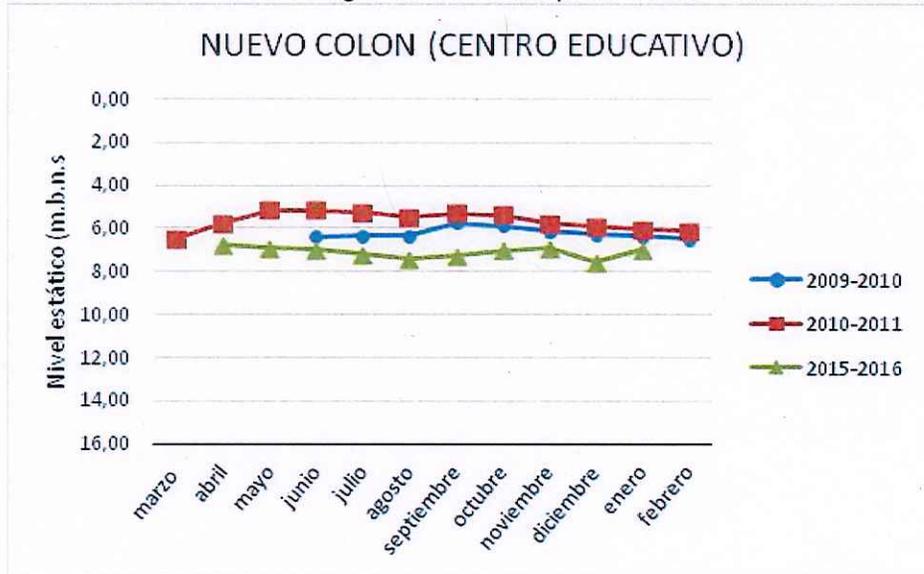


Figura 10. Gráfico de niveles de agua subterránea pozo Sistemas Productivos MISA

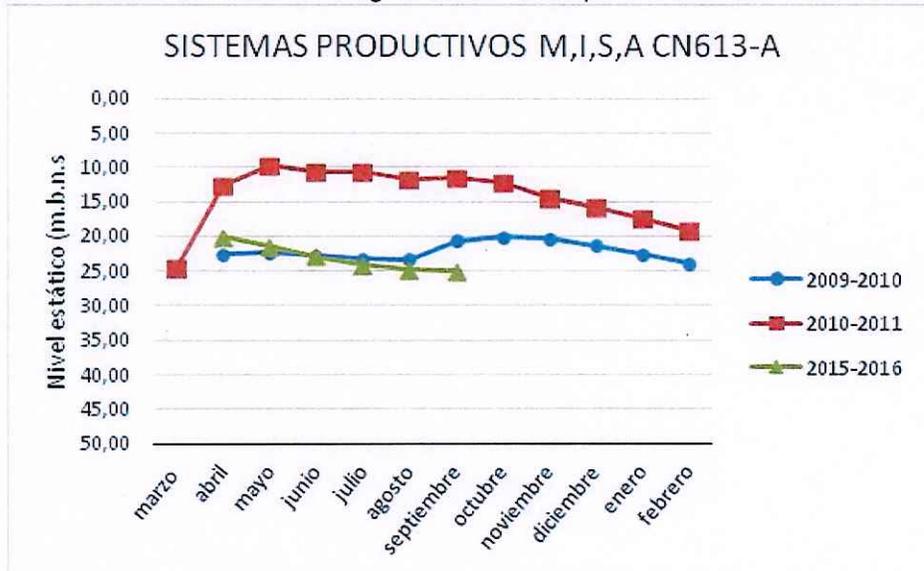


Figura 11. Gráfico de niveles de agua subterránea pozo Colegio de Sardinal CN207

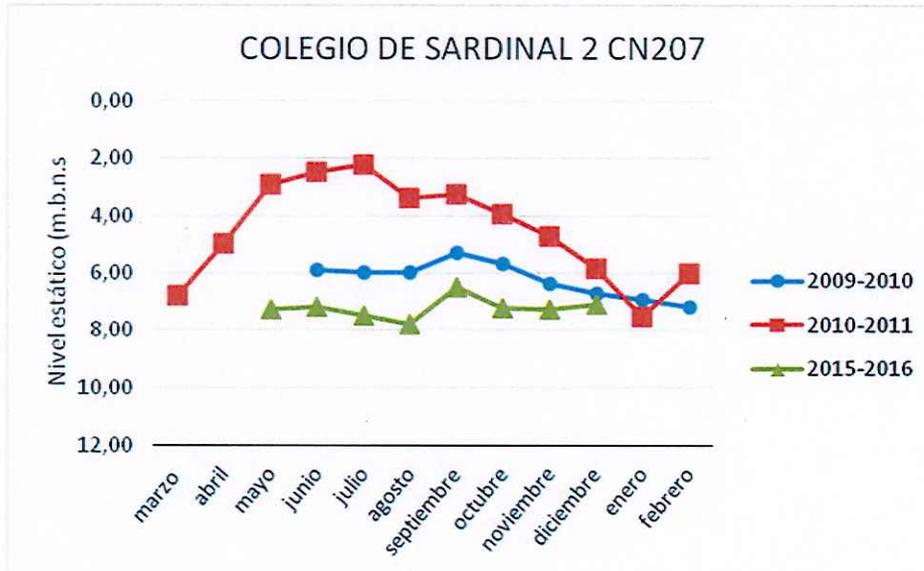
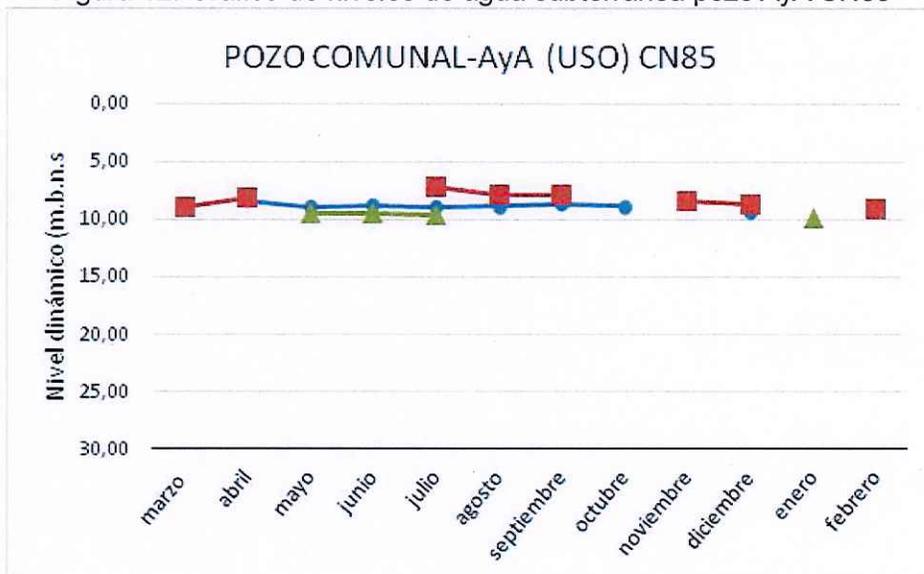


Figura 12. Gráfico de niveles de agua subterránea pozo AyA CN85



Análisis de datos

A partir de los datos obtenidos en el año 2015 se recalcula la recarga del acuífero, los datos se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3

| Parámetros | Año promedio | Efecto Niño 2015 |
|----------------------|--------------|------------------|
| Precipitación mm/año | 1718,7 | 843,3 |
| Recarga (26%) mm/año | 446,68 | 219,25 |
| Area (Km2) | 89,6 Km2 | 89,6 |
| Recarga (l/s) | 1100 | 622,93 |

Dado que:

- I. La precipitación promedio de todo el registro de la estación meteorológica utilizada en el estudio del Sr. Gunther Schosinsky, 2008 y del SENARA de 2011, equivalente a 1718,7 mm/año muestra una recarga de 1100 l/s en condiciones normales.
- II. Según información de precipitación medida en la estación Sardinal, la lluvia acumulada en el 2015 fue de 843,3 mm/año; considerando una recarga al sistema de un 26 % (valor de parámetro utilizado en estudios anteriores), muestra una recarga de 219,25 mm/año, equivalente a un caudal de 622,93 l/s.
- III. Conforme Registro Nacional de Concesiones que administra Dirección de Aguas del MINAE, existe una extracción de 188,16 l/s.
- IV. Los sistemas de acuíferos deben ser sujetos de evaluación y monitoreo permanente. El valor del rendimiento seguro de un acuífero debe ser evaluado conforme exista mayor detalle y comprensión del comportamiento del sistema y las condiciones climáticas.
- V. A partir del comportamiento registrado durante el monitoreo en niveles del agua subterránea, se determina que el Acuífero Sardinal, aún con un período de precipitación por debajo del promedio, no muestra evidencias de afectación por sobreexplotación, donde los descensos normales son debidos a una disminución en la recarga, condición que se presenta a nivel regional.

Se concluye que:

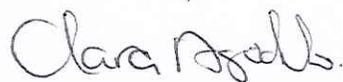
Se mantiene el criterio de que es viable el aprovechamiento de agua del Acuífero Sardinal por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, para ser utilizada en el abastecimiento de acueducto denominado Ampliación Acueducto El Coco – Ocotol, sin que se ponga en riesgo la seguridad del agua destinada al abastecimiento de las comunidades a largo plazo; y retomando el acuerdo del CTI del 13 de octubre del 2011, la explotación debe iniciar con una extracción de 70 litros por segundo, lo cual deberá realizarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La Dirección de Agua del MINAE, implementará la orden de instalación de sistemas de control como caudalímetros en los pozos con aprovechamiento autorizado (concesión), para regular la extracción.
2. La Dirección de Agua con el apoyo del SENARA, el AyA y las comunidades, debe realizar y ejecutar proceso de levantamiento y cierre (cuando procede) de los pozos realizados sin permiso.
3. El AyA debe definir la demanda real de cada sistema de acueducto de las ASADAS y la oferta de agua que disponen. Además de promover y apoyar la implementación de la mejoras en los sistemas de acueductos para reducir las pérdidas.
4. El SENARA, Dirección Aguas de MINAE y AyA integrantes del CTI, continuará con el monitoreo sistemático, mensual y que además se reforzará con la implementación de la red automatizada del proyecto Sistema de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Tiempo Real (SIMASTIR) el cual es que se ejecuta con las Nacionales Unidas para el Desarrollo de Proyectos (UNOPS) con fondos de canon de agua. Se tiene previsto incorporar 6 piezómetros (2 SENARA y 4 Dirección de Agua del MINAE) a la red de monitoreo SIMASTIR ubicados directamente en el área estudiada.
5. El AyA a través del Laboratorio Nacional de Agua monitoreara de forma periódica (cada 6 meses) la calidad de aguas.
6. Acompañamiento de las universidades a los procesos de investigación y gestión.
7. Continuar con el análisis periódico y sistemático de la información para control del comportamiento del acuífero, que permita una evaluación y caracterización del comportamiento en el tiempo.
8. El SENARA implementará un Plan de Aprovechamiento Sostenible del acuífero Sardinal, con una amplia participación social.
9. Reactivar la Comisión de Acompañamiento Plan de Monitoreo Acuífero Sardinal en las localidades involucradas y sus reuniones periódicas, con el fin de compartir la información y recibir retroalimentación.

Elaborado por:



Andrea Barrantes Acuña
Dirección de Agua, MINAE



Clara Agudelo
Jefe, Dirección de Gestión Hídrica
SENARA



Viviana Ramos Sánchez
Directora Hidrogeología
UEN Gestión Ambiental
AYA



Mauricio Zúñiga Calderón
A.F Hidrogeología
UEN Gestión Ambiental
AYA



Con la colaboración de
Mario Arias
Universidad de Costa Rica

ANEXO 1

Mapa 3. Ubicación de pozos monitoreados y niveles de agua subterránea

