



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

CICG

Centro de Investigación en
Ciencias Geológicas

5 de abril de 2019
CICG-57-2019

DIRECCION AGUA-MINAE

Señor
José Miguel Zeledón Calderón
Director
Dirección de Aguas
Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)

GERENCIA

5ABR2019 10:58

Estimado señor:

Me permito hacerle entrega física y digital del informe I-2019 del proyecto: **"Estudio geológico para la selección de pozos para el sistema de Monitoreo de Agua Subterránea en Tiempo Real-SIMASTIR (2017-2020)"**, realizado por este Centro de Investigación según Contrato N° 0432017000100096-00.

Asimismo, adjunto factura de crédito UCR # 48798 por un monto de ₡12, 500,000.00 correspondiente al primer pago del 25% del monto total del 2019. Favor acreditar en la cuenta del Banco Nacional 100-01-080-000980-6, cuenta cliente 15108010010009801.

Agradeciendo de antemano la atención, le saluda;

Cordialmente,

Dr. Percy Denyer Chavarria
Director

JGV
Archivo
Adjunto factura e informe.

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

Oficina de Administración financiera
Sección de Tesorería
Cédula Jurídica: 4-0000-42149-36

FACTURA N° 48798☐ CONTADO ☒ CRÉDITO

DÍA	MES	AÑO
05	04	2019

Factura reimpressa el día 05/04/2019

EXENTO DEL IMPUESTO DE RENTA SEGÚN ARTICULO 2 INCISO L DE LA LEY 7293 (31.3.92).

Nombre/Razón social: MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGIA

Dirección domiciliar:

Identificación/Ced Jurídica: 2100042014

Teléfono:

Email: RAILLY.SOLANORAMIREZ@UCR.AC.CR

Debe a : UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Cantidad	Descripción	Total
1	CONSULTORÍA PARA ELABORAR EL ESTUDIO EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS QUE PERMITA IDENTIFICAR Y DELIMITAR LOS ACUIFEROS CON BASE EN INFORMACION HIDROGEOLOGICA Correspondiente al primer pago del 25% del monto total del 2019 contra entrega del informe I-2019. Según Contrato 0432017000100096-00 entre la Universidad de Costa Rica y el MINAE.	12,500,000.00
	-----ÚLTIMA LÍNEA-----	
	TOTAL ¢	12,500,000.00

Valor en letras: DOCE MILLONES QUINIENTOS MIL COLONES

Notas: Favor acreditar el pago según condiciones de pago a la cuenta del Banco Nacional 100-01-080-000980-6.
Cuenta cliente 15108010010009801.

Dependencia prestataria del Servicio: CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

RECIBIDO CONFORME

Elaborado por: JANIXIA GASSALY VANEGAS
GARCIA

Revisado por: PERCY DENYER CHAVARRIA

NOMBRE

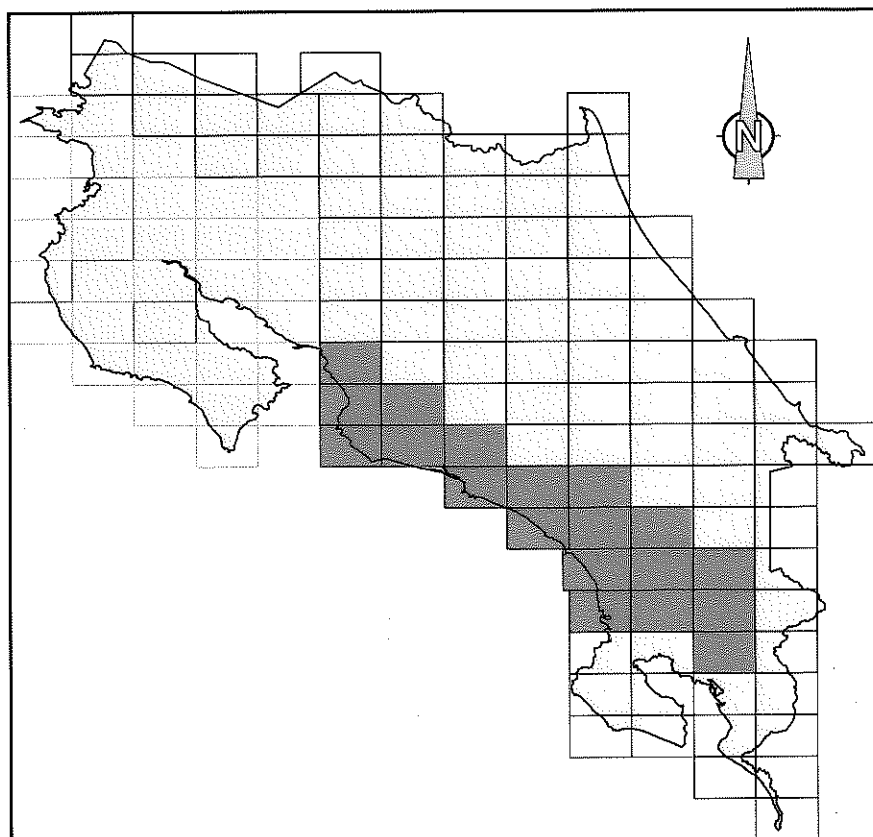
CÉDULA

FIRMA

Esta factura deberá ser cancelada dentro de un plazo de 30 día(s) natural(es) partir de su emisión. Después de esa fecha tendrá un recarga del 3% mensual, lo mismo constituye un título ejecutivo de acuerdo al artículo 460 del código de Comercio.
En el caso de efectuar pago mediante cheque favor emitido únicamente a la orden de UNIVERSIDAD DE COSTA RICA y en caso de transferencia a la cuenta número 100-01-080-000980-6 del Banco Nacional de Costa Rica y enviar comprobante al fax número (506) 2511-5418
Autorizado mediante oficio N° 04-0040-97 de fecha 80-09-97 de la DGTD.

Informe I-2019

CONSULTORÍA PARA ELABORAR EL ESTUDIO EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS QUE PERMITA IDENTIFICAR Y DELIMITAR LOS ACUÍFEROS CON BASE EN INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA



*Percy Denyer
Erick Rodríguez
Juan P. Solano
Johan Cortés
Pablo Dormond
Karla Vázquez
Juan E. Vargas*

Abril, 2019

Introducción

El monitoreo de información hidrogeológica ha sido desarrollada por la Dirección de Agua del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), ente que ha realizado esfuerzos para la obtención de información sobre acuíferos a nivel nacional. Sin embargo, la mayor cantidad de información de monitoreo es dispersa y poco integral, por tanto se limita a zonas muy específicas.

Debido a esta problemática la Dirección de Agua, ha desarrollado, desde 2015 el proyecto: *Sistema de Monitoreo de Agua Subterránea en Tiempo Real* (SIMASTIR). El objetivo de este proyecto es el desarrollo de una red de monitoreo, para el registro del nivel de agua subterránea, temperatura del agua y conductividad eléctrica, en sitios previamente seleccionados bajo criterios hidrogeológicos, con el fin de conocer el comportamiento, en tiempo real, de estas posibles variables influyentes en el acuífero.

Esta información permitirá la toma de decisiones referentes al aprovechamiento de agua, comprobar la influencia de fenómenos meteorológicos en el agua subterránea y determinar el impacto generado por el cambio climático. Algunos factores que podrán ser analizados una vez se culmine la construcción de una red de monitoreo serán:

- Conocer con mayor certeza la oferta hídrica que proporcionan los acuíferos.

- Monitorear la posible intrusión salina.

- Conocer las variaciones de niveles de las masas de agua contenidas en los acuíferos.

- Calcular indicadores que permitan la toma de decisión fundamentada en datos estadísticos.

- Realizar proyecciones de disponibilidad de agua.

- Gestionar de manera eficiente el recurso hídrico.

- Conocer el impacto de fenómenos meteorológicos como el fenómeno ENOS (El Niño-La Niña) y su impacto en la disponibilidad de agua.

Para la continuación del proyecto, la Dirección de Agua del Minae ha elaborado un plan de expansión de la red, para lo cual se necesita establecer parámetros de

prioridad y disponibilidad de pozos para incorporar dentro del proyecto SIMASTIR. Esto implica la elaboración de mapas con datos litológicos y la revisión de los archivos de pozos existentes, con el fin de hacer un filtrado adecuado para la obtención de pozos candidato a pertenecer a esta red, así como determinar las zonas más apropiadas para la realización de piezómetros en un futuro cercano.

El Centro de Investigación en Ciencias Geológicas (CICG), es un centro de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica (UCR), cuya misión es investigar los procesos geológicos que han dado origen al planeta y lo continúan modificando, esto con el propósito de brindar a partir de la Investigación, Docencia y Acción Social, los insumos necesarios para una gestión adecuada de los recursos geológicos, del territorio y del riesgo.

El CICG se ha encargado de la generación de mapas geológicos a escala 1:50.000, desde un punto de vista académico, con un total de veintiuna hojas cartográficas en la región guanacasteca y un sector de Puntarenas en la península de Nicoya. Actualmente el CICG desarrolla los mapas geológicos al norte de la provincia de Guanacaste y otras regiones del país. La simplificación de estos mapas y su adaptación al tema hidrogeológico permite su aplicación en el proyecto SIMASTIR de la Dirección de Agua (DA), de manera tal que se puedan identificar acuíferos de interés, así como regiones que requieren especial atención y gestión.

De este modo, el CICG aporta un estudio geológico que incluye los *mapas litológicos aplicados en hidrogeología*, con sus respectivos perfiles representativos, la identificación de los acuíferos existentes, la selección de pozos a ser usados en el proyecto SIMASTIR a partir de las bases de datos de pozos del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento (SENARA) y la DA y las recomendaciones que permitan la mejora de la red de monitoreo.

Según el contrato 0432017000100096-00 firmado entre el Minae y la Universidad de Costa Rica, a través del SICOP, para la realización del *Estudio geológico para la selección de pozos para SIMASTIR* y la *Oferta Académica Financiera* que presentó la Universidad de Costa Rica, a través del CICG, se presenta un programa de trabajo por 4 años (2017-2020), donde se incluye un cronograma anual por hojas topográficas según el Cuadro 1 y Figura 1, en la cual se resaltan las hojas a trabajar durante el presente año y la distribución conforme a las fases de avance definidas en la Estrategia del proyecto SIMASTIR. Esta

información será fundamental para aportar criterios técnicos a las políticas que mejoren la gestión del recurso hídrico nacional.

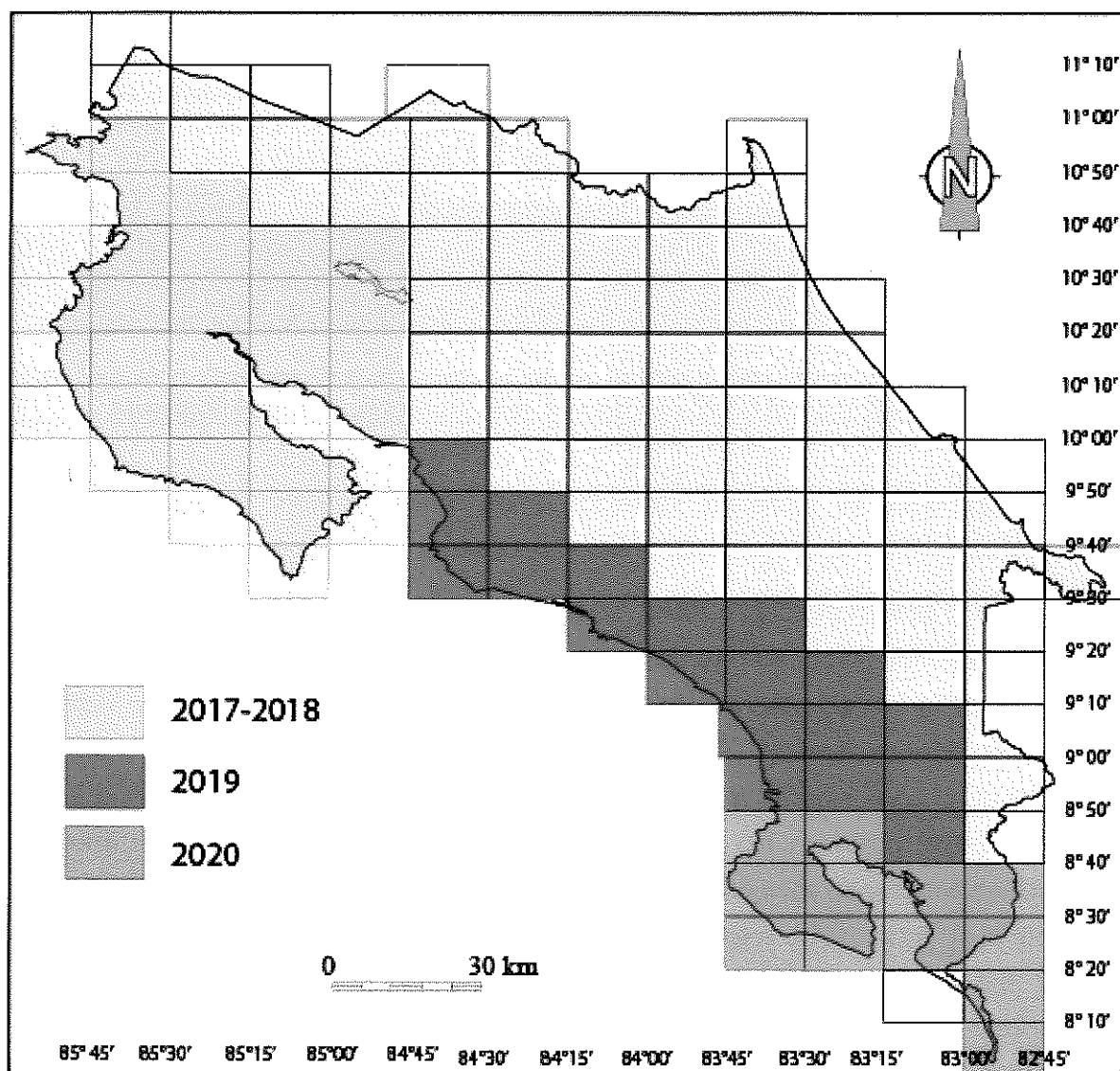


Figura 1. Ubicación de hojas topográficas por año.

Cuadro 1. Distribución de hojas topográficas por año

Año	Hojas topográficas
2017	Belén, Carrillo Norte, Matambú, Matapalo, Punta Gorda, Villarreal.
2018	Abangares, Ahogados, Berrugate, Cabuya, Cañas, Cerro Azul, Chapernal, Cerro Brujo, Curubandé, Golfo, Diriá, Garza, Juntas, Marbella, Monteverde, Murciélagos, Santa Elena, Puerto Coyote, Río Ario, Talolinga, Tambor, Tempisque, Tierras Morenas, Tilarán, Venado.
2019	Barranca, Buenos Aires, Cabagra, Candelaria, Changena, Coronado, Coto Brus, Dominical, Dota, General, Herradura, Parrita, Quepos, Piedras Blancas, Repunta, Savegre, San Isidro, Tárcoles, Térraba.
2020	Burica, Canoas, Cañas Gordas, Carate, Golfito, Golfo Dulce, Laurel, Llorona, Madrigal, Pavón, Puerto Armuelles, Rincón, Río Caña Blanca, Sierpe.

Este primer informe tiene como objetivo presentar el plan de trabajo, características y cronograma de actividades para el 2019.

Las actividades 2019 incluyen la creación de los *mapas litológicos aplicados a la hidrogeología* (Cuadro 1), con sus perfiles asociados y su descripción geológica, que son de vital importancia para la clasificación de pozos en el marco del proyecto Sistema de Monitoreo de Agua Subterránea en Tiempo Real (SIMASTIR). Además, la base de datos de pozos, previamente filtrados según los criterios establecidos en conjunto con la DA y que contiene la información requerida según la estrategia del proyecto SIMASTIR, lo que permite ubicar los pozos seleccionados en los mapas geológicos generados de tal modo que se puedan identificar áreas acuíferas, esta base de datos de pozos va de la mano de la *Matriz de Clasificación de Importancia de Pozos para SIMASTIR* (CIPS) que integra parámetros como calidad de las descripciones, caudal y existencia de armado, que permiten calificar la importancia del pozo. Finalmente se generarán mapas de acuíferos para las hojas topográficas mencionadas, utilizando como base los *mapas litológicos aplicados a la hidrogeología* y la información generada en la base de datos de pozos.

Metodología y sus limitantes

A continuación se describe la metodología para la elaboración de los insumos del año 2019, estos incluyen una serie de *mapas litológicos aplicados a la hidrogeología*, con sus perfiles correspondientes por hoja topográfica, una base de datos de pozos de las veinticinco hojas topográficas acompañada de la matriz de *Clasificación de Importancia de Pozos para SIMASTIR* (CIPS) y los mapas de acuíferos generados para las mismas hojas topográficas mencionadas.

Mapas litológicos

Se incluirán las hojas topográficas: Barranca, Buenos Aires, Cabagra, Candelaria, Changena, Coronado, Coto Brus, Dominical, Dota, General, Herradura, Parrita, Quepos, Piedras Blancas, Repunta, Savegre, San Isidro, Tárcoles y Térraba.

Una vez digitalizada la información geológica a detalle de los mapas geológicos, se procede a la simplificación de los mismos y la obtención de los *mapas litológicos aplicados a la hidrogeología*. De este modo se establecen preliminarmente las siguientes unidades litológicas:

Depósitos aluviales

Depósitos coluviales

Depósitos lacustres

Paleoterrazas

Ignimbritas del Pleistoceno

Sedimentos volcánicos del Mio-Pleistoceno

Vulcanismo Post-Intrusivo Talamanca

Vulcanismo Mio-Plioceno

Intrusivo de Talamanca

Sedimentos del Mioceno

Sedimentos del Oligoceno

Calizas Eoceno Superior

Sedimentos del Paleoceno-Eoceno

Calizas del Cretácico

Basamento oceánico

Además, se incluirán los rasgos tectónicos principales: fallas, pliegues, buzamientos medidos en el campo, así como tendencias fotogeológicas.

En reunión con la geóloga Lic. Syra Carrillo, de la Dirección de Agua del MINAE, se acordó que la escala más conveniente de presentación de la información es la misma de la base cartográfica de Costa Rica 1:50 000.

Se usará la base cartográfica del proyecto TERRA y del Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) del MINAE, así como la información de del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de 1 arcosegundo, base de datos USGS (<https://lta.cr.usgs.gov/>). Se unen las hojas para que correspondan exactamente con el área de las hojas escala 1:50 000 del Instituto Geográfico Nacional. Algunos caminos se actualizan con base en los *tracks* de GPS que se obtuvieron durante el trabajo de campo. También se utilizarán los mapas oficiales escala 1:500000 del Instituto Geográfico Nacional, así como la información del SNIT (Infraestructura Nacional de Datos Espaciales de Costa Rica).

Los mapas se harán en un sistema de información geográfico (ArcMap 10.5), luego se pasaron al programa de edición de Adobe Illustrator CC, donde se insertaron los perfiles litológicos.

Perfiles litológicos

En este año los perfiles se harán en la penúltima etapa (Segundo informe de avance). Esto con el fin de que los perfiles incorporen la información de pozos y sean así de una mayor utilidad.

Los perfiles se presentarán en cada mapa, excepto cuando representan líneas que pasan a otro mapa, o cuando no caben en el mapa, entonces se presentarán en láminas

de perfiles con el fin de que estos tengan continuidad entre las hojas topográficas y brindar una perspectiva más amplia del comportamiento de la geología en la zona.

El trazado del rumbo de cada uno de los sesenta perfiles será definido en una reunión con la geóloga de la Dirección de Aguas, Lic. Syra Carrillo, donde se tomarán en cuenta los objetivos e intereses para proyecto.

Debido a que se trabajará un área muy grande a escala regional, con una litología simplificada y a veces en zonas con poca variación topográfica, los perfiles litológicos pueden ser dibujados con un factor de exageración vertical variable de hasta 10x.

Base de datos de pozos

Para su elaboración se parte de la base nacional de pozos del SENARA, proporcionada por la Dirección de Agua, la cual contiene información básica de cada pozo como hoja y número de pozo, coordenadas en Lambert Norte y Sur y propietario del mismo. Los pozos serán revisados y filtrados, con el objetivo de crear una base de datos que contenga la siguiente información:

- ↳ Código de pozo
- ↳ Propietario
- ↳ Coordenadas
- ↳ Profundidad (m b.n.m.)
- ↳ Nivel estático (m b.n.m.)
- ↳ Resumen de litología
- ↳ Información hidrogeológica
- ↳ Prueba de bombeo
- ↳ Armado
- ↳ Caudal (l/s)
- ↳ Uso

Para lograrlo, se realizará el seleccionado de los pozos de las 19 hojas topográficas a trabajar durante el año 2019 (Cuadro 1). Se seguirá una serie de actividades que se especifican en la Figura 2.

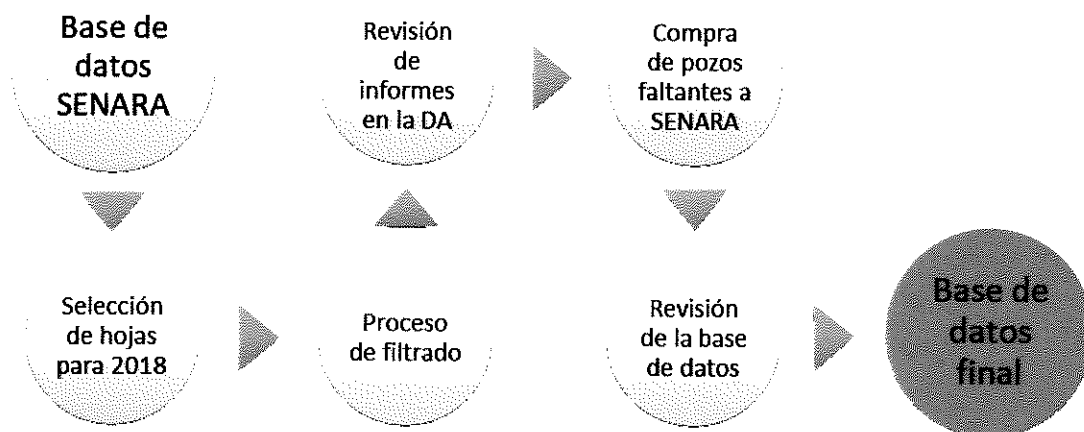


Figura 2. Pasos a seguir para elaboración de la base de datos.

Productos entregables (cronograma)

Los productos se entregarán según el Cuadro 2.

Id	Nombre	Contenido	Plazo
1	Documento de inicio del proyecto	Los puntos indicados en el apartado 6.1 de este documento.	08 de abril, 2019
2	Primer Informe de Avance	Los mapas deberán ser georreferenciados y aportarse los archivos en formato shapes vectoriales además deberán ser presentados de forma impresa en formato A1.	28 de junio, 2019
3	Segundo Informe de Avance	Se aportan los perfiles que deberán ser georreferenciados y aportarse los archivos en formato shapes vectoriales además deberán ser presentados de forma impresa en formato A1. Base de datos de la selección de pozos con base en los criterios indicados en las actividades, así como la base de datos de la información de los pozos seleccionados tabulada en formato Excel.	30 de agosto, 2019
4	Documento Final	Todos los puntos indicados por la DA	15 de noviembre, 2019