

ANEXO - USO DE AGUA GEOTÉRMICA

Localización del área de estudio

La zona de estudio propuesta abarca una superficie de 8,700 km² y se encuentra enmarcada en el polígono con vértices: 2568156 y 971059, 2647000 y 971259, 2647497 y 862009, 2568274 y 861761.

Abarca los acuíferos Irapuato-Valle, Valle de Celaya, Ciénega Prieta-Moroleón, Salvatierra-Acámbaro, una porción de Valle de la Cuevita, Valle de Acámbaro, Lago de Cuitzeo, en el estado de Guanajuato; Maravatío-Contepec-EpitacioHuerta, Ciudad Hidalgo-Tuxpan y Morelia-Queréndaro, en el estado de Michoacán.

Recopilación, análisis e interpretación de la información.

Se recopilará, analizará e interpretará toda la información disponible del área de estudio, relacionada con el tema de los recursos hídricos, como son: hidrogeológicos, geológicos, geofísicos, hidrológicos y todos aquellos útiles a los objetivos de esta propuesta de estudio.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- a. Marco físico
 - i. Topografía
 - ii. Estratigrafía de la zona de estudio
 - iii. Geología
 - iv. Análisis estructural
- b. Hidrometría
 - i. Censo de pozos y manantiales
 - ii. Censo de cuerpos de agua superficial
 - iii. Medición de niveles piezométricos del acuífero aprovechable
- c. Geofísica
 - i. Perfiles y modelos de resistividad para definir la geometría del yacimiento, la capa de arcillas hidrotermales y las unidades de emplazamiento del yacimiento y del acuífero explotable
- d. Hidrogeología
 - i. Determinar las características hidráulicas del acuífero (permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, transmisividad)
 - ii. Perfil de temperatura del acuífero en función de la profundidad
- e. Geoquímica
Análisis in situ en aguas subterráneas y en aguas superficiales de: pH, Eh, alcalinidad total, dureza, conductividad eléctrica (Ce), sólidos totales disueltos (STD), temperatura (°C) y, en su caso, niveles y caudal de agua;

Toma de muestras en aguas subterráneas (especialmente en el acuífero explotado para uso Público Urbano) y en aguas superficiales y análisis de los parámetros: pH, Eh, alcalinidad total, dureza, conductividad eléctrica (Ce), sólidos totales disueltos (STD), temperatura (°C) así como de los iones

mayoritarios, metales, metaloides y traza siguientes: Calcio (Ca^{+2}), Magnesio (Mg^{+2}), Potasio (K^{+}), Sodio (Na^{+}), Fluoruro (F^{-}), Amonio (NH_4), Carbonatos (CO_3), Bicarbonato (HCO_3), Cloruros (Cl^{-}), Sulfato (SO_4^{-2}) Arsénico (As), Bario (Ba), Boro (B), Cadmio (Cd), Cesio (Cs), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Litio (Li), Mercurio (Hg), Manganeseo (Mn), Plomo (Pb), Rubidio (Rb) y Silicatos (SiO_2), (todos en mg/l) y las mediciones isotópicas: dD, (Deuterio), d18O (Oxígeno), d13C(Carbono).

Entregables:

- a. El informe que incluirá los siguientes mapas:
 - i. Localización del área
 - ii. Ubicación de sitios de censo de pozos, manantiales y cuerpos de agua
 - iii. Puntos de medición piezométrica
 - iv. Muestreo de agua
 - v. Ubicación de secciones geofísicas
- b. Bases de datos en formato Excel (*.xlsx) de los resultados de laboratorio, mediciones piezométricas, censo de cuerpos de agua subterráneas y superficiales.
- c. El informe incluirá diagramas de clasificación del agua subterránea elaborados a partir de los resultados de laboratorio.
- d. Los resultados originales de laboratorio.
- e. Perfiles geofísicos de resistividades y perfiles hidrogeoquímicos.
- f. Mapas que muestren la distribución espacial de sólidos totales disueltos, temperatura, características geoquímicas y de la conductividad eléctrica del agua subterránea.
- g. Shapes generados para la elaboración del Informe

ENTREGA DE INFORMES

Durante el desarrollo del proyecto y para su evaluación técnica y financiera, se entregarán informes parciales que deberán contener el avance de cada actividad por etapa; estos informes deberán cumplir los requerimientos especificados en el Sistema en línea del CONACYT y los determinados por el Sector para los informes en extenso.

Los informes parciales para el Sector, deberán contener un Informe Ejecutivo no mayor a 10 cuartillas y entregarse 2 ejemplares en formato impreso, así como una copia en medio magnético USB (en formato Word y no en PDF). Las observaciones, sugerencias y recomendaciones derivadas de su revisión se entregarán con oportunidad para subsanarlas, las cuales deberán reflejarse en el informe final.

Considerar con la entrega del segundo informe parcial, una presentación de los avances del proyecto.

En términos generales, para el INFORME FINAL se deberán desarrollar los siguientes capítulos:

- I. Un Informe ejecutivo, no más de 10 cuartillas, con énfasis en los resultados finales y el cumplimiento de objetivos del proyecto.

- II. Ubicación geográfica de la zona de estudio.
- III. Descripción fisiográfica y geomorfológica.
- IV. Geología superficial y del subsuelo, a partir de evidencias directas e indirectas.
- V. Modelo conceptual del sistema hidrotermal.
 - Ambiente hidrogeológico e hidrogeoquímico.
 - Establecer las unidades hidroestratigráficas.
 - Estimar parámetros hidráulicos mediante métodos numéricos y analíticos.
 - Analizar el comportamiento de los acuíferos.
 - Determinar las zonas de recarga, descarga de los acuíferos y todos los componentes del sistema hidrotermal.
 - Establecer las relaciones isotópicas entre las muestras tomadas en los diferentes horizontes acuíferos.
 - Régimen de aguas subterráneas.
 - Censo de aprovechamientos de agua subterránea y manantiales.
 - Historial potenciométrico hasta el actual.
 - Historial hidrométrico hasta el actual.
 - Comportamiento piezométrico (hidrógrafos y configuraciones en planta y perfil).
 - Conclusiones y recomendaciones de los resultados del estudio.
- VI. Bibliografía específica consultada
- VII. Anexos
 - Tablas en formato Excel (*.xlsx) de las bases de datos utilizadas.
 - Archivos generados en este estudio no incluidos en el cuerpo del informe como imágenes, diagramas, gráficas mapas, textos, etc.
 - Los shapes generados
 - Resultados originales de laboratorio
 - Resultados de la geofísica desarrollada

Se entregarán cinco ejemplares del informe final impreso y 2 ejemplares en formato digital, además 3 copias digitales (en memorias USB 2.0 o 3.0) de toda la información generada en este proyecto, ordenada en subdirectorios, en archivos Word y Excel, etc. Adicionalmente, se debe entregar aparte el informe final con todos los anexos en un solo archivo formato PDF.