

CONVENIO DE COLABORACION ESPECÍFICO CEA-UNISON-N° 02-2013, QUE CELEBRAN POR UNA PARTE, LA COMISION ESTATAL DEL AGUA, EN LO SUCESIVO "LA COMISION", REPRESENTADA POR EL VOCAL EJECUTIVO C. P. ENRIQUE ALFONSO MARTÍNEZ PRECIADO, Y POR LA OTRA PARTE, LA UNIVERSIDAD DE SONORA, EN LO SUCESIVO "LA UNISON", REPRESENTADA POR SU RECTOR, DR. HERIBERTO GRIJALVA MONTEVERDE, ASISTIDO EN ESTE ACTO POR EL DR. INOCENTE GUADALUPE ESPINOZA MALDONADO, JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA ADSCRITO A LA DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA, AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLAUSULAS:

ANTECEDENTES:

PRIMERO.- La Comisión Nacional del Agua en su nivel Central, y el Organismo de Cuenca Noroeste, así como el Estado de Sonora, coinciden sobre la necesidad de implementar acciones que incidan en los trabajos y en la consolidación de los Consejos de Cuenca mediante la aportación de recursos para apoyar sus actividades operativas, estudios, proyectos y acciones, para lo cual cada ejercicio fiscal se celebran los Convenios de Coordinación por parte del Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales "SEMARNAT" por conducto del Organismo de Cuenca Noroeste de la Comisión Nacional del Agua con la participación del Gobierno del Estado de Sonora, con objeto de conjuntar acciones y recursos para incidir en la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel cuenca y acuífero, mediante el fortalecimiento de las Gerencias Operativas de los Consejos de Cuenca.

SEGUNDO.- En el marco de lo expuesto en el antecedente primero, la Comisión Estatal del Agua celebró con la Universidad de Sonora convenio y addendum General de Colaboración vigentes con objeto de apoyarse mutuamente, en la medida de sus posibilidades técnicas y presupuestales con asistencia en la realización de Estudios y Proyectos Hidrológicos, Hidráulicos y de Ingeniería en el Estado de Sonora, y que en forma enunciativa podrán incidir en:

- a) Estudios hidrológicos en cuencas del estado de Sonora
- b) Sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en poblaciones del estado de Sonora.
- c) Proyectos de aplicaciones de tecnología especializada
- d) Desarrollos o plantas que utilicen fuentes renovables de energía.

DECLARACIONES:

I. DE "LA UNISON":

- I.1 Que conforme al artículo 4 de su ley orgánica publicada en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora el 26 de Noviembre de 1991, la Universidad de Sonora es una institución autónoma de servicio público, con personalidad jurídica y capacidad para autogobernarse, elaborar sus propios estatutos, reglamentos y demás aspectos normativos, así como adquirir y administrar sus propios bienes y recursos.

I.2 Que los artículos 5 y 6 de la Ley Orgánica vigente, señalan entre sus objetivos, la preservación, creación y difusión de la cultura científica, tecnológica y humanística en beneficio de la sociedad; la formación y capacitación de profesionales, científicos y técnicos para satisfacer las necesidades del desarrollo económico, social y político del Estado y del país, así como organizar y desarrollar la investigación humanística, científica y tecnológica teniendo en cuenta las condiciones y requerimientos regionales, nacionales y del contexto internacional.

I.3 Que su Rector, Dr. Heriberto Grijalva Monteverde, está facultado para celebrar este tipo de convenios, de acuerdo con lo previsto en los artículos 23 y 25 de la mencionada Ley Orgánica y 23 del Estatuto General de la Universidad de Sonora, asimismo el C. Dr. Inocente Guadalupe Espinoza Maldonado cuenta con nombramiento expedido por Rectoría de la Universidad de Sonora mediante oficio número 322 de fecha 22 de junio del año 2011 que lo acredita como Jefe del Departamento de Geología Adscrito a la División de Ciencias Exactas y Naturales de la Unidad Regional Centro de la Universidad de Sonora.

I.4 Que para efectos de este Convenio señala como su domicilio legal el ubicado Boulevard Luis Encinas Johnson y Avenida Rosales S/N, Colonia Centro, Código Postal 83000, de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

II. DE "LA COMISIÓN":

II.1 Que es un organismo público descentralizado de la administración pública estatal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, con funciones de autoridad administrativa, de conformidad con lo establecido en la ley de Agua del Estado de Sonora, publicada en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado el día 26 de junio de 2006.

II.2 *Que el C.P. Enrique Alfonso Martínez Preciado, exhibe nombramiento de 18 de septiembre de 2009 que le otorgara el C. Gobernador del Estado, Lic. Guillermo Padrés Elías, que lo acredita como Vocal Ejecutivo de la Comisión Estatal del Agua, por lo que está facultado para celebrar este tipo de convenios, de acuerdo con lo previsto en el artículo 28 fracciones I y III de la Ley de Agua del Estado de Sonora, Artículo 35 fracción X del Reglamento Interior de la Comisión Estatal del Agua.*

II.3 Que tiene por objeto entre otros, participar en la planeación, financiamiento, presupuestación y desarrollo sustentable del sector hidráulico estatal, y ejecutar, en su caso, las políticas y acciones para el establecimiento y funcionamiento del Sistema Estatal del Agua.

II.4 Que para el cumplimiento de su objeto, es de su interés celebrar el presente convenio específico de colaboración con la Universidad de Sonora, toda vez que se requiere caracterizar las condiciones geohidrológicas en el Acuífero Bacatete-Estación Oroz para determinar su disponibilidad y potencial, en función del balance de agua subterránea y el análisis hidrogeoquímico de la zona, por lo que de manera coordinada se realizarán las acciones consistentes en "Evaluación Geohidrológica del Acuífero Bacatete-Estación Oroz, Municipio de Cajeme, Guaymas, Bacum y San Ignacio Río Muerto, Sonora".

- 02a.- Fisiografía
- 02b.- Climatología
- 02d.- Geomorfología
- 02e.- Geología
- 02f.- Base de datos cartográfica.

Actividad 03.- Interpretación de la geología del subsuelo con información geofísica y geológica existente y realización de estudios complementarios.

- 03a.- Realización de estudios geoelectrónicos en la modalidad de sondeos eléctricos verticales.
- 03b.- Realización de estudios de gravimetría.
- 03c.- Interpretación de datos de Geofísica y elaboración de planos, figuras y tablas.

Actividad 04.- Compilación, Verificación e integración del censo de aprovechamientos, hidrometría y piezometría históricos.

- 04a.- Actualización del censo de pozos y ubicación con GPS
- 04b.- Hidrometría
- 04c.- Piezometría
- 04d.- Nivelación de brocales
- 04e.- Elaboración de planos, figuras y tablas

Actividad 05.- Modelo Conceptual de Funcionamiento Hidrogeoquímico

- 05a.- Muestreo y Análisis fisicoquímico de muestras de agua
- 05b.- Interpretación Hidrogeoquímica
- 05c.- Modelo Conceptual Hidrogeoquímico

Actividad 06.- Hidráulica de pozos (Definición de parámetros hidráulicos) mediante pruebas de bombeo en pozos equipados en operación.

Actividad 07.- Modelo Conceptual de funcionamiento hidrodinámico

- 07a.- Representación del Modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico
- 07b.- Elaboración de planos con la dirección del flujo subterráneo y origen de la recarga

Actividad 08.- Balance de Aguas Subterráneas (cálculo de recarga total).

Actividad 09.- Conclusiones y recomendaciones.

Actividad 10.- Edición e impresión final.

Todo lo anterior de conformidad al **ANEXO DENOMINADO TÉRMINOS DE REFERENCIA EVALUACIÓN GEOHIDROLÓGICA DEL ACUÍFERO BACATETE-ESTACIÓN OROZ, MUNICIPIOS DE CAJEME, GUAYMAS, BACUM Y SAN IGNACIO RIO MUERTO, SONORA**, el cual consta de 27 fojas, el cual se agrega al presente Convenio para formar parte integral del mismo.

- 02a.- Fisiografía
- 02b.- Climatología
- 02d.- Geomorfología
- 02e.- Geología
- 02f.- Base de datos cartográfica.

Actividad 03.- Interpretación de la geología del subsuelo con información geofísica y geológica existente y realización de estudios complementarios.

- 03a.- Realización de estudios geoelectricos en la modalidad de sondeos eléctricos verticales.
- 03b.- Realización de estudios de gravimetría.
- 03c.- Interpretación de datos de Geofísica y elaboración de planos, figuras y tablas.

Actividad 04.- Compilación, Verificación e integración del censo de aprovechamientos, hidrometría y piezometría históricos.

- 04a.- Actualización del censo de pozos y ubicación con GPS
- 04b.- Hidrometría
- 04c.- Piezometría
- 04d.- Nivelación de brocales
- 04e.- Elaboración de planos, figuras y tablas

Actividad 05.- Modelo Conceptual de Funcionamiento Hidrogeoquímico

- 05a.- Muestreo y Análisis fisicoquímico de muestras de agua
- 05b.- Interpretación Hidrogeoquímica
- 05c.- Modelo Conceptual Hidrogeoquímico

Actividad 06.- Hidráulica de pozos (Definición de parámetros hidráulicos) mediante pruebas de bombeo en pozos equipados en operación.

Actividad 07.- Modelo Conceptual de funcionamiento hidrodinámico

- 07a.- Representación del Modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico
- 07b.- Elaboración de planos con la dirección del flujo subterráneo y origen de la recarga

Actividad 08.- Balance de Aguas Subterráneas (cálculo de recarga total).

Actividad 09.- Conclusiones y recomendaciones.

Actividad 10.- Edición e impresión final.

Todo lo anterior de conformidad al **ANEXO DENOMINADO TÉRMINOS DE REFERENCIA EVALUACIÓN GEOHIDROLÓGICA DEL ACUÍFERO BACATETE-ESTACIÓN OROZ, MUNICIPIOS DE CAJEME, GUAYMAS, BACUM Y SAN IGNACIO RIO MUERTO, SONORA**, el cual consta de 27 fojas, el cual se agrega al presente Convenio para formar parte integral del mismo.

TERCERA.- OBLIGACIONES DE "LA COMISION":

Para el cumplimiento del objeto del presente Convenio, "LA COMISION" adquiere los siguientes compromisos consistentes en realizar el pago por un importe total de \$600,000.00 (seiscientos mil pesos 00/100 m.n.) de la siguiente forma:

- I. Realizar un primer pago por el importe de \$200,000.00 (Doscientos mil pesos 00/100 m.n.) a realizarse al inicio de los trabajos del estudio por parte de "LA UNISON".
- II. Realizar el segundo pago por el importe de \$100,000.00 (Ciento mil pesos 00/100 m.n.) al 50% (cincuenta por ciento) de avance de los trabajos.
- III. El tercer y último pago por el importe de \$300,000.00 (Trescientos mil pesos 00/100 m.n.) al 100% (cien por ciento) de los avances de los trabajos y una vez que se haya concluido el estudio para lo cual deberá entregarse por parte de "LA UNISON" el estudio terminado a entera satisfacción de "LA COMISION".

CUARTA.- OBLIGACIONES DE "LA UNISON":

Para el cumplimiento del objeto del presente Convenio, "LA UNISON", a través del Grupo de trabajo del Departamento de Geología, de la División de Ciencias Exactas y Naturales de "LA UNISON", adquiere los siguientes compromisos:

- I. Realizar la "Evaluación Geohidrológica del Acuífero Bacatete-Estación Oroz, Municipio de Cajeme, Guaymas, Bacum y San Ignacio Río Muerto, Sonora", de conformidad al Anexo descrito en la cláusula segunda del presente convenio.
- II. Atender oportunamente todas las consultas relativas a las actividades conforme al objeto del presente convenio.
- III. Elaborar los informes respecto al avance de los trabajos realizados conforme al objeto del presente convenio y entregarlos a "LA COMISION" previo a la realización de los pagos que ésta última deberá realizar de conformidad con la cláusula tercera del presente convenio.
- IV. Entregar a "LA COMISION" a entera satisfacción de la misma, el Estudio terminado, objeto del presente convenio.

QUINTA.- Los responsables de la ejecución de las acciones que contempla el presente Convenio, serán por "LA COMISION", El Dr. Jesús Antonio Cruz Varela, Director General de Infraestructura Hidroagrícola, y por "LA UNISON", el Dr. Inocente Guadalupe Espinoza Maldonado, Jefe del Departamento de Geología, Adscrito a la División de Ciencias Exactas y Naturales de la Unidad Regional Centro e Ismael Minjárez Sosa, Profesor Investigador adscrito al citado Departamento.

SEXTA.- RESPONSABILIDAD CIVIL:

Las partes convienen que no tendrán responsabilidad por los daños y perjuicios que pudieran causarse por paro de labores académicas o administrativas, así como por casos fortuitos o causas de fuerza mayor que impidan la consecución del objeto del presente Convenio.

Convenio de Colaboración Específico CEA-UNISON-N° 02-2013- "Evaluación Geohidrológica del Acuífero Bacatete-Estación Oroz, Municipios de Cajeme, Guaymas, Bacum y San Ignacio Río Muerto, Sonora."

SEPTIMA.- El personal de cada una de las partes que intervenga en las actividades motivo del presente Convenio, no modifica por ello su relación laboral, y por lo mismo, la otra parte no se convertirá en patrón sustituto, quedando bajo la responsabilidad de cada una, los asuntos laborales relacionados con su propio personal.

OCTAVA: VIGENCIA:

El presente convenio surtirá efecto a partir de la fecha de su firma con fecha 25 de Noviembre de 2013 y estará vigente hasta el día 30 de Abril de 2014, pudiendo ser renovado por mutuo acuerdo entre las partes.

NOVENA.- MODIFICACIONES:

El presente Convenio podrá ser modificado por acuerdo por escrito entre las partes; así mismo, podrá darse por terminado en cualquier tiempo; previo aviso por escrito de una de las partes a la otra con 10 días naturales de anticipación; pero en este caso se tomarán las providencias necesarias a efecto de que dicha modificación y/o terminación no afecte el desarrollo y culminación de las acciones que en ese momento se estén ejecutando.

DECIMA. TERMINACION ANTICIPADA:

Las partes convienen que serán causas de Terminación Anticipada del presente instrumento jurídico las siguientes:

- a) El consentimiento mutuo de las partes, el cual manifestarán por escrito expresando las causas que justifican y dan origen a tal decisión;
- b) La imposibilidad física o jurídica de cualquiera de las partes, para continuar con el objeto del presente Convenio de colaboración.
- c) El caso fortuito o fuerza mayor, que impida proseguir con los fines del presente instrumento;
- d) El incumplimiento de alguna de las partes a las obligaciones adquiridas en el cuerpo de este Convenio de colaboración; y
- e) Cuando ocurran razones de interés general debidamente justificadas.

En este caso las partes, se obligan a notificar por escrito la fecha de terminación y las causas que la motivaron.

En el supuesto de que se den por terminados anticipadamente los trabajos objeto del presente Convenio de colaboración, "LA COMISION" entregará a "LA UNISON", la cantidad correspondiente a los gastos erogados y el costo de los trabajos que "LA UNISON", haya realizado hasta la fecha de notificación por escrito de la terminación anticipada, en este caso "LA UNISON" entregará un informe detallado de los avances que se tengan a partir del inicio de la vigencia del presente instrumento y hasta la fecha de notificación de la terminación anticipada y solamente se aportará la cantidad correspondiente a los trabajos realizados.

DECIMA PRIMERA.- CONTROVERSIA E INTERPRETACION:

Las partes convienen que los términos y condiciones que no se encuentren expresamente previstos en el presente Convenio, así como las dudas o controversias que pudieran surgir con motivo de la interpretación y cumplimiento del mismo, se resolverán de común acuerdo, por escrito, por sus representantes.

DECIMA SEGUNDA.- JURISDICCION:

En caso de que no se llegara a un acuerdo entre las partes, espresamente manifiestan que se someten a la Jurisdicción y Competencia de los Tribunales competentes en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, renunciando a cualquier otro fuero que pudiera corresponderles en razón de su domicilio presente o futuro o por cualquier otra causa.


Leído por las partes el contenido del presente Convenio y enteradas de su valor y alcance legal, lo firman por triplicado en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México al día 25 del mes de Noviembre del año 2013.

POR "LA COMISION"



C.P. ENRIQUE A. MARTÍNEZ PRECIADO
VOCAL EJECUTIVO DE LA
COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA

POR "LA UNISON"



DR. HERIBERTO GRIJALVA MONTEVERDE
RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

TESTIGOS POR "LA COMISION"




LIC. MANUEL GPE. RUIZ CASTELO
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y
FINANZAS DE LA COMISIÓN ESTATAL DEL
AGUA

REVISÓ




LIC. JESÚS TRINIDAD COTA PEINADO
DIRECTOR JURÍDICO DE LA COMISIÓN
ESTATAL DEL AGUA

TESTIGOS POR "LA UNISON"



DR. INOCENTE GPE. ESPINOZA MALDONADO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA DE
LA UNISON



LIC. GILBERTO LEÓN LEÓN
Abogado General
UNIVERSIDAD DE SONORA



EVALUACION GEOHIDROLÓGICA DEL ACUÍFERO BACATETE-ESTACION OROZ,
MUNICIPIOS DE CAJEME, GUAYMAS, BACUM Y SAN IGNACIO RIO MUERTO,
SONORA

**EVALUACION GEOHIDROLÓGICA DEL ACUÍFERO BACATETE-ESTACION OROZ,
MUNICIPIOS DE CAJEME, GUAYMAS, BACUM Y SAN IGNACIO RIO MUERTO,
SONORA**

CONTENIDO

	Pág.
I ANTECEDENTES-----	3
II OBJETIVOS-----	5
III ESPECIFICACIONES GENERALES-----	6
IV ESPECIFICACIONES TÉCNICAS-----	8
V PROPUESTA TÉCNICA-----	9
V.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES-----	9
V.2 METODOLOGÍA PARA DESARROLLAR LAS ACTIVIDADES-----	10
VI PROPUESTA ECONÓMICA-----	25

I. ANTECEDENTES

En México, la Ley de Aguas Nacionales en su Artículo 13 contempla y ordena el establecimiento de Consejos de Cuenca, para facilitar la coordinación de las políticas y programas hidráulicos entre los tres niveles de gobierno: Federal, Estatal y Municipal y para propiciar la concertación de objetivos, metas, estrategias, políticas, programas, proyectos y acciones, entre la autoridad federal del agua y los usuarios de la misma debidamente acreditados en grupos y organizaciones diversas de la sociedad.

Para su operatividad, Los Consejos de Cuenca cuentan con organizaciones auxiliares al nivel de Subcuenca, Microcuenca y Acuífero. Entre sus objetivos principales esta conciliar en cada cuenca la oferta de agua disponible con la demanda existente y concretar acciones para prevenir y controlar la contaminación de las corrientes y cuerpos de agua.

En lo que respecta al agua subterránea, la zona de estudio ha sido comprendida en los Acuíferos oficiales denominados Valle del Río Yaqui y Valle de Guaymas. Ambos han sido objeto de diversos estudios desde el año 2002 soportados tanto por la Sociedad de Usuarios del Distrito de Riego Río Yaqui y CONAGUA, y realizados por la Universidad de Sonora.

Particularmente, el estudio denominado "Actualización Geohidrológica de los acuíferos del Valle del Río Yaqui", sirvió de base para establecer el Balance de Aguas Subterráneas y el cálculo de Disponibilidad de Aguas Subterráneas, que permitió a CONAGUA la publicación de la nueva disponibilidad de los acuíferos.

Sin embargo, los estudios anteriores adolecen de información detallada del área comprendida dentro del Distrito de Riego 018 Colonias Yaquis, que por otra parte presenta una problemática geohidrológica y de explotación del recurso particular. En especial presenta una baja eficiencia de aplicación del agua, alcanzando esta del orden del 29% del volumen aplicado. Además de la existencia de la intención gubernamental de explorar la posibilidad de abrir una mayor cantidad de hectáreas al cultivo y así apoyar el desarrollo de la etnia yaqui.



Por otro lado y a iniciativa del Organismo de Cuenca Noroeste de la Comisión Nacional del Agua se ha creado un nuevo acuífero oficial denominado "Bacatete-Estación Oroz", que cubre una parte importante del Distrito de Riego 018. Este hecho plantea la oportunidad de realizar estudios geohidrológicos tendientes a establecer políticas particulares para la explotación del agua subterránea que combinadas con las aguas superficiales generen un incremento en la eficiencia del uso de las aguas subterráneas y superficiales y con ello un mejor aprovechamiento de la agricultura en beneficio de los pobladores de la región.

Dada la importancia de conocer la situación actual y el potencial de la zona acuífera y continuar con los estudios que ayuden a ampliar los conocimientos y de esta manera coadyuvar en la recuperación, el mantenimiento, ordenamiento y aprovechamiento sustentable del acuífero de Bacatete-Estación Oroz, el Gobierno Estatal aporta los recursos necesarios para que se realice el estudio: **"EVALUACION GEOHIDROLÓGICA DEL ACUÍFERO BACATETE-ESTACION OROZ, MUNICIPIOS DE CAJEME, GUAYMAS, BACUM Y SAN IGNACIO RIO MUERTO, SONORA"**, apegándose a los siguientes Términos de Referencia.

9. Establecer el modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico subterráneo (ambiente hidrogeológico y régimen de agua subterránea), con base en los sistemas de flujo.
10. Establecer cuantitativamente el balance de aguas subterráneas del acuífero Bacatete-Estación Oroz, definiendo explícitamente las componentes de esta ecuación y los mecanismos que controlan la distribución del recurso en tiempo y espacio.
11. Determinar la Disponibilidad de Aguas Subterráneas de acuerdo a la Norma NOM-011-CNA-2000.

III. ESPECIFICACIONES GENERALES

Se entenderá por especificaciones generales, al conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que estipula La Dependencia, para regir la ejecución de los trabajos objeto del presente contrato y para normar la actuación de las partes involucradas en el mismo.

La Dependencia y La Contratista están obligadas a cumplir las disposiciones que a continuación se enlistan:

- 1) Los precios cotizados por La Contratista cubren todos los gastos directos e indirectos que tenga que efectuar para realizar los trabajos del contrato correspondiente.
- 2) Las cantidades de trabajo y los costos de los conceptos considerados en el presupuesto respectivo, podrán ser ajustados de común acuerdo entre ambas partes, siempre que ello no implique modificaciones en el costo total y en la duración del trabajo.
- 3) Todas y cada una de las etapas del estudio se deberán desarrollar de acuerdo con el calendario de actividades, en forma continua e ininterrumpida, procurando que los tiempos de suspensión (si los hubiera) sean mínimos con objeto de cumplir a satisfacción completa de La Dependencia.
- 4) La Contratista deberá presentar el análisis de los precios unitarios de las diferentes actividades que se contemplan dentro del presente estudio al momento de presentar su propuesta técnico-económica para realizar el presente estudio con el objeto de que en igualdad de cotizaciones se analicen los costos unitarios de las actividades propuestas, se opte por La Contratista que presente el mejor análisis de precios unitarios, y que

además cuente con los recursos humanos, financieros y materiales necesarios para el desarrollo sin interrupciones y con la calidad requerida para el presente estudio.

- 5) En caso de igualdad de cotizaciones presentadas por dos o más contratistas, se seleccionará la que presente el personal mas altamente calificado a juicio de la Dependencia y su fallo será inapelable.
- 6) La Contratista deberá contar con personal especializado y con experiencia comprobada en Hidrología, Hidrogeología y Geofísica. También estar suficientemente enterado de las especificaciones motivo del contrato con objeto de poder dar solución a los problemas y ordenamientos técnicos de La Dependencia, que se presenten durante el desarrollo del presente estudio.
- 7) La Contratista está obligada a proporcionar la relación de su personal técnico (de campo y gabinete) así como el personal encargado del control de la calidad de sus trabajos anexando *currículos vitae* de cada uno de ellos.
- 8) La Contratista está obligada a colaborar con La Dependencia, para que ésta realice en tiempo y forma, la supervisión de los trabajos que correspondientes a este estudio.
- 9) La Dependencia nombrará al personal que lleve a cabo la supervisión durante la ejecución de los trabajos de campo, procesamiento e interpretación de los resultados obtenidos.
- 10) La Dependencia se reserva el derecho de cambiar dentro de los límites del proyecto original otorgado a contrato la localización de puntos y zonas especiales a estudiar que no será motivo de reclamación alguna por parte de La Contratista.
- 11) En caso de igualdad de cotizaciones presentadas por dos o más Contratistas, se seleccionará la que presente el personal más altamente calificado a juicio de La Dependencia.

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Como resultado de las actividades de carácter hidrogeológico, La Contratista cumplirá técnicamente y en forma clara y precisa con los siguientes puntos:

- 1) Resumen, conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis y procesamiento de la información obtenida en campo, respaldada con la información previa e histórica de la zona en estudio, interpretada y presentada en función de los objetivos generales y específicos establecidos.
- 2) Resumen de las actividades de campo realizadas de acuerdo al programa y especificaciones técnicas del estudio, incluyendo la presentación en tablas de Excel como anexos, la información generada y obtenida en campo.
- 3) Determinar las condiciones climatológicas y características hidrológicas superficiales que imperan en la zona de estudio.
- 4) Definir génesis y condiciones del contexto geológico e hidrogeológico que conforma la zona de estudio.
- 5) Evaluar el estado actual de explotación de las aguas subterráneas del acuífero de Bacatete – Estación Oroz .
- 6) Establecer la geometría espacial de la zona del acuífero Bacatete – Estación Oroz, (extensión, espesor, límites, fronteras y barreras hidrogeológicas, etc.).
- 7) Desarrollar e interpretar pruebas de bombeo para definir características hidráulicas de la zona acuífera y verificar (reinterpretación) las existentes en estudios anteriores.
- 8) Establecer cuantitativamente el balance de aguas subterráneas del acuífero de Bacatete – Estación Oroz, definiendo explícitamente las componentes de esta ecuación y los mecanismos que controlan la distribución del recurso en tiempo y espacio.
- 9) Establecer el modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico subterráneo (ambiente hidrogeológico y régimen de agua subterránea), con base en los sistemas de flujo.
- 10) Todos los planos y mapas generados para el informe, deberán elaborarse a escala 1:50,000 o menor según el nivel de detalle que se requiera.

V. PROPUESTA TÉCNICA

El tiempo de ejecución de las actividades correspondientes al presente estudio es 9 MESES, periodo de tiempo durante el cual La Contratista deberá realizar las siguientes actividades.

V.1 Descripción de actividades

ACTIVIDAD 01. Generalidades

- 01a. Descripción General del área de estudio
- 01b. Compilación, integración, resumen y análisis crítico de estudios previos

ACTIVIDAD 02. Descripción del entorno fisiográfico y análisis geológico, geomorfológico, climatológico e hidrológico.

- 02a. Fisiografía
- 02b. Climatología
- 02c. Hidrología
- 02d. Geomorfología
- 02e. Geología
- 02f. Base de datos cartográfica.

ACTIVIDAD 03. Interpretación de la geología del subsuelo con información geofísica y geológica existente y realización de estudios complementarios.

- 03a. Realización de estudios geoelectricos en la modalidad de sondeos eléctricos verticales.
- 03b. Realización de estudios de gravimetría.
- 03c Interpretación de datos de Geofísica y elaboración de planos, figuras y Tablas

ACTIVIDAD 04. Compilación, verificación e integración del censo de aprovechamientos, hidrometría y piezometría históricos.

- 04a. Actualización del censo de pozos y ubicación con GPS.
- 04b. Hidrometría
- 04c. Piezometría
- 04d. Nivelación de brocales
- 04e. Elaboración de planos, figuras y Tablas.

ACTIVIDAD 05. Modelo conceptual de funcionamiento Hidrogeoquímico

- 05a. Muestreo y Análisis fisicoquímico de muestras de agua
- 05b. Interpretación Hidrogeoquímica
- 05c. Modelo conceptual Hidrogeoquímico

ACTIVIDAD 06. Hidráulica de pozos (definición de parámetros hidráulicos) mediante pruebas de bombeo en pozos equipados en operación.

ACTIVIDAD 07. Modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico

- 07a. Representación del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico
- 07b. Elaboración de planos con la dirección del flujo subterráneo y origen de la recarga.

ACTIVIDAD 08. Balance de aguas subterráneas (calculo de recarga total).

ACTIVIDAD 09. Conclusiones y Recomendaciones

ACTIVIDAD 10. Edición e impresión final.

V.2 Metodología para desarrollar las actividades

01a. Descripción General del área de estudio

Se realizará una descripción general de la zona de estudio y se presentará su localización en planos, así como, la descripción de los principales relieves topográficos de la zona, como sierras, valles, cordilleras, lomeríos, cerros, volcanes, etc., indicando sus elevaciones respecto al nivel medio del mar, presentando toda la información en planos a la escala indicada.

01b. ~~Compilación, integración, resumen y análisis crítico de estudios previos~~

Se obtendrá toda la información útil y necesaria que defina la situación actual de conocimiento geológico, hidrogeológico y geofísico del área de estudio. La información será de toda índole acorde a los objetivos del estudio, con lo cual se realizarán resúmenes de cada uno de los trabajos previos puntualizando: objetivos, actividades, resultados y conclusiones de los autores.

Se señalarán debilidades y aspectos sobresalientes de cada uno de estos trabajos (crítica); y se concluirá con una presentación clara, precisa y convincente del panorama de conocimiento geológico, hidrogeológico y geofísico actual, considerando el desarrollo histórico del mismo.

Adicional a la búsqueda de información bibliográfica que La Contratista realice en diversos centros, instituciones, bibliotecas, etc., tendrá que recurrir al fichero bibliográfico sobre temas afines con que cuentan la Gerencia de Aguas Subterráneas y Organismo de Cuenca Noroeste. De este conjunto de referencias La Dependencia seleccionará una serie de títulos, para que La Contratista integre al estudio, bajo las consideraciones previamente señaladas.

Se seleccionará e integrará la información que sea de utilidad para el buen desarrollo del estudio de las aguas subterráneas de este contrato, evaluando la cantidad y calidad de la información recopilada.

Se analizará la información existente referente al número de aprovechamientos, volúmenes de extracción y piezometría.

Se establecerá el grado de explotación actual de las aguas subterráneas, al igual que la distribución de los volúmenes de extracción en los diferentes usos.

02. Descripción del entorno fisiográfico y análisis geológico, geomorfológico, climatológico e hidrológico.

02a. Fisiografía.

Describir la fisiografía que corresponde al área de estudio y explicar la génesis y evolución de sus topofomas terrestres, así como las elevaciones de las principales sierras que se encuentren dentro del área de estudio.

Establecer los elementos involucrados en el análisis geológico, geomorfológico, climatológico e hidrológico, con su significado y aplicabilidad en los modelos y en el balance de aguas subterráneas.

02b. Climatología.

Se analizarán características climatológicas que incluyan entre otros aspectos: tipo(s) de clima, precipitación media anual, evaporación media anual y temperatura media anual. La información deberá reflejar el grado de control de información con que se cuenta; esta estadística será de utilidad para la

cuantificación de volúmenes que participan en el ciclo del agua subterránea, mediante la aplicación de la Ecuación de Balance.

02c. Hidrología.

Se presentarán y explicarán aspectos de hidrología superficial y la interacción que guarde con el agua subterránea.

02d. Geomorfología.

Se presentará el modelo geomorfológico que defina y sustente el contexto hidrogeológico e hidrogeoquímico de la zona de estudio, mediante la determinación de los parámetros geomorfológicos que controlan la dinámica del agua subterránea. Es menester obtener parámetros morfológicos y morfográficos, como indicadores de la relación existente entre la infiltración y el escurrimiento del agua meteórica y las probables zonas potenciales de recarga.

02e. Geología.

Se presentará el modelo geológico que defina y sustente el contexto hidrogeológico e hidrogeoquímico que conforma la zona de estudio. Será necesario elaborar el marco geológico detallado, donde se incluya la geometría del subsuelo con base en la geología superficial del área de estudio, según información previa; asimismo, se incorporará el análisis e interpretación de registros eléctricos (potencial espontáneo, resistividad, gama, neutrones, etc.), perfiles geofísicos (isorresistividades, magnetométricos, sismológicos, etc.), descripciones litológicas, descripción de muestras de canal, imágenes aéreas y de satélite, entre otras más. Este modelo geológico, contendrá entre otros aspectos sobresalientes: unidades litoestratigráficas, ambientes de depósito y un esquema tectónico regional.

02f. Base de datos cartográfica.

Toda la información generada en esta actividad, será integrada en una base de datos cartográfica de la zona de estudio que sirva para proporcionar la información relacionada con climatología, hidrología, fisiografía, geología y geomorfología.

03. Interpretación de la geología del subsuelo con información geofísica y geológica existente y realización de estudios complementarios.

03a. Realización de estudios geoelectricos en la modalidad de sondeos eléctricos verticales.

Se realizarán por lo menos 20 SEV's con una separación no mayor a 1 km entre cada estación, con una abertura tal que garantice una profundidad mínima de exploración de al menos 300 m. Cada estación debe georreferenciarse (x, y, z) utilizando un GPS diferencial. Los resultados de los SEV's se procesarán en software especializado en estudios de agua para determinar e interpretar perfiles y planos de distribución de la resistividad que permitan definir la estratigrafía del terreno, localizar niveles freáticos e identificar estructuras geológicas, con lo cual se determinará el tipo y espesor de los materiales granulares contenidos en el subsuelo.

Debe especificarse características del equipo utilizado en los sondeos eléctricos verticales, arreglo eléctrico, apertura máxima de electrodos de corriente, separación entre estaciones, profundidad de penetración, etc.

03b. Realización de estudios de gravimetría.

Con el objeto de determinar la profundidad del basamento se obtendrán secciones gravimétricas. Para esto, se realizarán por lo menos 30 Km lineales de perfil gravimétricos, donde cada estación tendrá una separación de acuerdo a las condiciones topográficas y geológicas del área. Se elaborarán los planos de las anomalías de Bouguer previa corrección de la gravedad observada, con lo que se definirá la profundidad del basamento. Se presentarán planos con las secciones gravimétricas, así como los perfiles y configuración de la profundidad del basamento. Es importante especificar el equipo utilizado en la prospección gravimétrica y las características del mismo, así como la separación entre estaciones y perfiles gravimétricos. Para cada estación gravimétrica debe hacerse el levantamiento de su ubicación exacta (x, y, z) empleando GPS diferencial. La profundidad de los perfiles del basamento debe estar referida al nivel medio del mar, indicando la elevación de los terrenos en los mismos perfiles de tal forma que se identifique el espesor de los materiales.

03c. Interpretación de datos de Geofísica y elaboración de planos, figuras y Tablas

La información geológica y geofísica (gravimétrica y eléctrica-resistiva), se correlacionará para determinar la estructura y profundidad de la zona acuífera. Con esto se definirán las unidades hidrogeológicas y los tipos de materiales que

las componen, definiendo sus características físicas (porosidad, disolución, fracturamiento y estructura) y geohidrológicas (transmisividad, permeabilidad) con el objeto de determinar el funcionamiento de éstas como acuíferos.

Para lograr lo anterior, es preciso que la información geofísica obtenida, sea interpretada y relacionada con la información geológica de la zona de estudio y los registros y cortes litológicos de pozos del área en estudio, así como reinterpretada conjuntamente con la información geofísica existente (estudios previos), todo con el objeto de definir la configuración del basamento y su profundidad, así como el espesor y tipo de materiales de relleno. Así mismo, se localizará y dimensionará el acuífero, presentando una detallada interpretación de la geología del subsuelo con la información geofísica obtenida. El informe geofísico deberá estar respaldado con los planos, tablas y figuras que sean necesarios y en las escalas apropiadas.

04. Compilación, verificación e integración del censo de aprovechamientos, hidrometría y piezometría históricos.

04a. Actualización del censo de pozos y ubicación con GPS.

Verificación e integración del censo de pozos relocalizados por la vía de Transmisión de Derechos o Asociaciones de Derechos, ubicando ambas posiciones con GPS. Esta información se obtendrá de las oficinas del Distrito correspondiente, Subgerencia de Administración del agua y REPDA.

Conocer el número, localización, uso y demás características de los aprovechamientos hidráulicos de la región que han sido objeto de reubicación por motivos de relocalización, transmisión de derechos, así como de aprovechamientos que históricamente han venido operando bien sea bajo el esquema de plan Colectivo o como particular. Asimismo, cuantificar los volúmenes de extracción de dichos aprovechamientos, direcciones de flujo a partir del análisis potenciométrico tridimensional y nivelación de brocales.

04b. Hidrometría (medición de caudales de extracción).

Se trata de tener el mejor control de información acerca de las condiciones actuales de explotación del agua subterránea para ser incorporadas a la ecuación de balance.

La estimación de volúmenes de extracción se aplicará a todo tipo de aprovechamientos (agrícola, público-urbano, industrial, doméstico-abrevadero, etc.). Para la estimación de estos volúmenes es importante conocer, en

principio, el régimen de explotación de los diferentes aprovechamientos y su variación con el tiempo (invierno -vs- verano)

Se seleccionarán pozos a discreción, tanto como sea necesario para recorridos de campo, con previo criterio y conocimiento de los diferentes tipos de aprovechamientos existentes, uso, características constructivas, etc. Una vez reconocido el régimen de explotación, se deberán estimar con la mayor precisión posible los volúmenes de extracción.

Se aplicarán técnicas de estimación de volúmenes a través de láminas de riego, medición volumétrica, consumos de energía eléctrica, método de la escuadra, método volumen-tiempo, método sección-pendiente, método vertedor rectangular, método de la escuadra, método de orificio calibrado, etc.

04c. Piezometría

Como actividad adicional y con el objeto de incrementar la historia piezométrica del acuífero y conocer con certidumbre su evolución, se realizará la medición de niveles estáticos, en los 45 aprovechamientos de la red de monitoreo existente. El Supervisor entregará a La Contratista que resulte ganadora, la información relativa a la red de monitoreo e historial piezométrico para que ejecute los trabajos solicitados.

Para cumplir lo anterior, deberá existir acceso a los aprovechamientos, los permisos de las autoridades competentes (federal, estatal y/o municipal) y el consentimiento de los concesionarios con base en un programa de ejecución pactado que implica la suspensión regional del bombeo sin que esto represente un problema a la productividad de la zona ni a los servicios de agua potable. En los aprovechamientos que cuenten con equipo de bombeo se tiene que asegurar que no esté funcionando por lo menos en un tiempo mínimo de 12 horas o el razonable para que no se alteren las condiciones de representatividad estática de las mediciones. Las sondas de medición de niveles estarán calibradas en metros y centímetros, con error no mayor a 0.1 cm por metro.

04d. Nivelación de brocales.

El Contratista realizará el geoposicionamiento de los puntos seleccionados mediante recorridos de campo, de conformidad con el calendario de

actividades presentado. La selección de los pozos para efectuar la nivelación de brocales será de común acuerdo con La Dependencia. El método de mayor precisión utiliza el sistema de geoposicionamiento (GPS), de tipo diferencial, en modo estático, con una estación base y otra móvil. El Contratista recopilará información satelital para garantizar que durante la tomas de lecturas se tenga una constelación adecuada que permita una resolución al mm en los datos obtenidos. Para ello se emplearán tiempos de observación suficientes (mínimos de 120 minutos), para obtener la precisión deseada en la determinación de las elevaciones. El levantamiento de los datos y las elevaciones de los brocales de los aprovechamientos nivelados, quedarán referidos al nivel medio del mar, corroborando las altitudes con algunos bancos de elevaciones conocidas, establecidas por el INEGI, para lo cual se ligarán las bases de GPS a los bancos de referencia, así como entre ellas mismas.

Se elaborarán planos de evolución del nivel estático para un intervalo de tiempo determinado que definan la dirección del flujo subterráneo, así como áreas de abatimiento o ascenso de los niveles estáticos.

04e. Elaboración de planos, figuras y Tablas.

La información que se obtenga, deberá ser procesada y representados en cartografía, tablas y figuras que ilustren claramente los resultados. Esta actividad será realizada por el consultor con la información que le será proporcionada por la Dependencia más la que genere y obtenga CONSULTOR en campo. " EL CONSULTOR podrá proponer la elaboración de planos, figuras y tablas de acuerdo con los objetivos del estudio y de común acuerdo con el personal supervisor del estudio".

05. Modelo conceptual de funcionamiento Hidrogeoquímico

05a. Muestreo y Análisis fisicoquímico de muestras de agua

Para el establecimiento de las estaciones de muestreo de la calidad del agua, se seleccionarán 15 de los aprovechamientos del censo de aprovechamientos realizado en la zona de estudio; además, para la selección de los aprovechamientos que formarán la red de monitoreo, cada muestra colectada en éstos, deberá cumplir con las siguientes condicionantes:

Obtención de las muestras de agua subterránea:

- Que exista acceso a los aprovechamientos, incluyendo gestionar la autorización o consentimientos de los concesionarios.
- Los diferentes puntos de muestreo deben ser representativos de las diferentes fuentes de agua, las regiones geográficas del área de estudio, los diferentes usos del agua en la zona, los lugares más susceptibles de contaminación, las profundidades más representativas de la zona acuífera de estudio.
- En los aprovechamientos que cuenten con equipo de bombeo de se tienen que asegurar un purgado del triple del volumen de agua que se pueda ser contenida en el ademe del pozo o noria.
- Todos los envases serán etiquetados para identificar la muestra utilizando número de registro de identificación, fecha y hora de muestreo, técnica de preservación empleada, tipo de análisis a efectuar, responsable de muestreo y se dejará espacio para que en el laboratorio se identifique quien y, a qué hora se abre la muestra.

Análisis de campo:

1. Temperatura de la muestra en °C
2. Conductividad Eléctrica (C.E)
3. Oxígeno disuelto (O.D)
4. Potencial de Hidrogeno (pH)
5. Alcalinidad Total

6. Potencial Redox (Eh)

Análisis de Laboratorio:

Toda la metodología analítica se realizará siguiendo los métodos oficiales, y en caso de no existir, los métodos estandarizados de análisis de aguas (APHA-AWWA-WPCF, 2000).

Para estimar la calidad general y específica de el agua para los diferentes usos, se realizarán preferentemente los análisis de laboratorio señalados en la siguiente tabla:

CARACTERISTICAS GENERALES	
1.- Dureza total (como CaCO ₃)	
2.- Sólidos totales disueltos (STD)	
3.- Turbidez	
IONES PRINCIPALES	
CATIONES	ANIONES
1.- Calcio (Ca)	1.- Cloruro (como Cl ⁻¹)
2.- Magnesio (Mg)	2.- Sulfato (como SO ₄ ⁻²)
3.- Potasio (K)	3.- Carbonato (CO ₃ ⁻²)
4.- Sodio (Na)	4.- Bicarbonato (Como HCO ₃ ⁻¹)
	5.- Nitrato (como N ⁻¹)
	6.- Nitrito (como N ⁻¹)
	7.- Boro (B ⁻¹)
	8.- Fluoruros (como F ⁻¹)
	9.- Fosfatos (PO ₄ ⁻³)

05b. Interpretación Hidrogeoquímica.

Para el análisis, interpretación y presentación de los resultados se considerará lo siguiente:

- Red de monitoreo Hidrogeoquímico: se realizará y presentará un análisis de los sitios seleccionados para el muestreo de la calidad del agua, el cual incluirá su presentación en tablas de Excel conteniendo la siguiente información: clave REPDA, del aprovechamiento y ubicación en coordenadas geográficas. También se presentarán mapas georreferenciados en UTM, con la distribución puntual de los pozos muestreados, poblaciones, corrientes superficiales, embalses y parteaguas, caminos, carreteras, límites municipales y demás información y simbología pertinente.
- Análisis fisicoquímico: se presentará un análisis de los resultados obtenidos den campo y en el laboratorio para determinar:
 - La calidad del agua potable, según la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.
 - Las familias y características geoquímicas del agua de riego según Wilcox.
 - Grupos de aguas subterráneas, así como las familias y características geoquímicas, utilizando los diagramas de Stiff y Piper para el totalidad de las muestras, que contribuyan a la definición del modelo conceptual Hidrogeoquímico.

Los resultados obtenidos se presentarán en planos tablas, diagramas y figuras, que ilustre claramente la clasificación y caracterización de las aguas del acuífero con especial atención en las zonas de recarga. "EL Consultor podrá proponer la elaboración de planos, figuras y tablas de acuerdo con los objetivos del estudio y de común acuerdo con el personal supervisor del estudio"

05c. Modelo conceptual Hidrogeoquímico.

A partir de la composición química del agua subterránea se podrá obtener la dirección del movimiento del agua subterránea, la localización de las zonas de recarga de la zona acuífera, los tipos de roca a través de las cuales circula el agua, y otras características de la misma.

La selección de sitios se realizará una vez que se tenga elaborada la configuración de la elevación del nivel estático; de tal manera que los pozos elegidos se ubiquen lo más cercano posible a las celdas de flujo identificadas para el cálculo de las entradas y salidas subterráneas.

La etapa de recuperación tendrá, en un principio la misma duración que la etapa de bombeo, pero podrá modificarse de acuerdo con la forma y rapidez de la recuperación del nivel del agua, aplicando el criterio de abatimientos residuales para el cálculo de los parámetros hidrogeológicos.

Antes de iniciar una prueba de bombeo, se revisará el equipo a utilizar (cronómetro, sonda, cinta métrica, escuadra para aforo, etc.). Previo a la ejecución de la prueba se medirá la profundidad del nivel estático en el pozo de bombeo y en el de observación. Se anotará la hora de inicio y las lecturas iniciales. Se iniciará el bombeo procurando mantener un caudal constante y se procederá a medir la profundidad al nivel del agua en el pozo de bombeo y en el de observación.

La prueba se terminará si el caudal de bombeo varía apreciablemente en forma continua e incontrolable, cuando se observe una estabilización del nivel dinámico por un tiempo mínimo de tres horas.

Con las lecturas obtenidas se construirá en el sitio la gráfica abatimiento contra tiempo, a fin de juzgar el correcto desarrollo de la prueba; en caso de detectarse errores de medición, variaciones sensibles del caudal u otras anomalías causadas por factores externos, se decidirá de común acuerdo con el supervisor de La Dependencia si se continúa o se suspende la prueba.

Una vez concluida la etapa de bombeo, se iniciará la de recuperación en la que se efectuarán observaciones en los tiempos apropiados para obtener la mejor información pudiendo suspenderse cuando se observe una estabilización del nivel por un tiempo mínimo de tres horas.

Con el objeto de tener bases suficientes para la correcta interpretación de la prueba de bombeo, se recopilará la información complementaria siguiente:

Un croquis esquemático de la zona comprendida en el radio de 1 Km alrededor del pozo de bombeo, en el que se indiquen, la ubicación aproximada de ríos, canales, drenes, lagunas, manantiales, pozos, etc. Así como el desnivel topográfico aproximado de cada uno de ellos con respecto al pozo de bombeo.

Características constructivas (profundidades, ubicación de cedazos y de tramos cementados y engravados, etc., cortes litológicos y registros eléctricos del pozo de bombeo y del (o los) de observación).

Caudal de extracción y hora de inicio del bombeo, de los pozos próximos (a distancias menores de 1 Km del pozo de prueba) que estén operando, o inicien su operación en el transcurso de la prueba de bombeo.

Las metodologías que deberán utilizarse para la interpretación de las pruebas de bombeo son las desarrolladas por Theis, Jacob, Hantush, etc., con sus variantes, de acuerdo con el tipo de acuífero y su respuesta hidráulica. Deberán considerarse métodos analíticos de interpretación de pruebas de bombeo en rocas fracturadas y los resultados deberán ser comparados aplicando el método de K. R. Rushton y K.S. Rathod para dos capas, con la finalidad de afinar los datos obtenidos con la configuración teórica.

Los resultados de las Pruebas de Bombeo deberán ser presentados en una tabla que incluya: Identificación del aprovechamiento, Coordenadas geográficas, Método utilizado, etapa de la prueba, valores de Transmisividad, Coeficiente de Almacenamiento y Conductividad Hidráulica.

07. Modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico

07a. Representación del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico

Representar el funcionamiento hidrodinámico del sistema de agua subterránea con un modelo capaz de conservar las características y procesos reales (fenomenología), de tal forma que describa lo mejor posible las condiciones observadas durante el desarrollo de las etapas previas del presente estudio y sus interpretaciones. Esta representación (modelo conceptual), deberá incluir entre otros aspectos relevantes, la geometría espacial del sistema, definición de las unidades hidroestratigráficas y su cuantificación, distribución de cargas hidráulicas y esquema de dirección de flujo, sin soslayar aquellas componentes verticales importantes.

07b. Elaboración de planos con la dirección del flujo subterráneo y origen de la recarga.

Este modelo deberá estar acorde con el entendimiento de los sistemas de flujo de aguas subterráneas, por lo que en términos generales el sistema constará de un ambiente hidrogeológico y su respectivo régimen de aguas subterráneas.

08. Balance de aguas subterráneas (calculo de recarga total).

Para éste, deberá realizarse el balance hidrometeorológico correspondiente a la zona de estudio, debiendo incluir el análisis de la relación precipitación-escorrimento-infiltración y el balance hidrométrico.

Esta información es necesaria para realizar el balance de aguas subterráneas, para el cual se deberán definir explícitamente cada una de las componentes que conforman las entradas y salidas de agua y su impacto dentro de la zona de estudio, como pueden ser: precipitación, recarga natural, escurrimientos, entradas laterales de flujo subterráneo, evapotranspiración, excedencias por infiltración de aguas de riego, etc. Así mismo, se analizarán y estimarán las magnitudes de cada una de estas variables, para finalmente aplicar la ecuación de balance.

La determinación del balance de aguas subterráneas y la disponibilidad en la zona acuífera, se realizará bajo los términos señalados en la norma oficial mexicana NOM-011-CNA-2000 Conservación del recurso agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

09. Conclusiones y recomendaciones.

Presentar conclusiones y recomendaciones que se basen en los resultados obtenidos durante el desarrollo de las diferentes etapas del presente trabajo. La Contratista deberá establecer las conclusiones derivadas del estudio de cada una de las actividades desarrolladas con base en los objetivos específicos y mediante el análisis detallado de la información generada. Además deberá incluir una serie de recomendaciones que coadyuven a la instrumentación de resultados obtenidos durante el presente estudio.

10. Edición final e impresión

Uniformizar la presentación de los resultados obtenidos durante el desarrollo del presente estudio. El informe final deberá contener la información de campo y gabinete obtenida durante el desarrollo de las diferentes actividades. La información que se presente en el informe final es aquella que se obtenga a partir del análisis, procesamiento e interpretación de datos.

Informes Parciales. Se harán entregas previas cada mes de informes parciales impresos a La Dependencia para su revisión, con el objeto de que se tenga claridad en la comprensión del mismo tanto en texto como en forma y para revisar resultados que se tengan hasta esa fecha.

Informe Final. El informe final contendrá los resultados que se piden en el capítulo V.2 Metodología para desarrollar las actividades. El informe deberá estar respaldado con los planos, tablas y figuras que sean necesarios.

Toda la información que se recopile y se genere durante el presente estudio es confidencial de La Dependencia y La Contratista no esta autorizada a proporcionarla, debiendo entregar los originales del texto, tablas, gráficas y planos. En todo caso, remitir al solicitante que requiera la información a La Dependencia, para que esta sea proporcionada, de acuerdo a la normatividad y legislación vigente sobre acceso a la información pública.

La Contratista está obligada a proporcionar el original del informe final en medio magnético (CD), así como de los programas de computadora utilizados en el proceso e interpretación de datos generados en el proyecto. La Contratista entregará una base de datos referente a piezometría, pruebas de bombeo, actualización del censo de aprovechamientos, nivelación de brocales, resultados hidrogeoquímicos y de toda aquella información generada durante este estudio a contrato.

Este informe se entregará en el lugar y fecha que se acuerde con la Supervisión asignada por Las Dependencia, conteniendo el reporte de las actividades realizadas y los anexos que se requiera para agregar información relacionada con el mismo. Previamente, se entregará 1 (uno) informe final en calidad de borrador para su revisión.

En la fecha de entrega del informe para su revisión La Contratista efectuará la primera presentación de las actividades realizadas y resultados obtenidos en el estudio a contrato ante La Dependencia. En esta presentación podrán emplearse láminas, transparencias, planos fotografías y demás material complementario. Se harán las observaciones de fondo al trabajo encomendado, mismas que deberán ser corregidas por La Contratista. Además, La Dependencia le enviarán a La Contratista las observaciones detalladas sobre el texto del proyecto de informe final para que proceda a realizar las modificaciones o correcciones que correspondan.

La Contratista, además de que demuestre que realizó las correcciones antes señaladas, deberá presentar una segunda exposición ante La Dependencia,

con los resultados del estudio encomendado, incluyendo correcciones. Las observaciones que resulten de ésta presentación se anotarán, y La Contratista procederá a realizar los ajustes finales para llevar a cabo la impresión del informe final.

Una vez aprobado el informe, se procederá a la entrega definitiva de 3 (tres) documentos originales, apropiadamente impresos y empastados. También se entregarán respaldos digitales (CD's) que contengan el informe final y todo el material recopilado, procesado o adquirido que pueda ponerse en formato digital. El informe, deberá estar estructurado de acuerdo con el índice que se presenta a continuación:

INDICE

TOMO I

RESUMEN EJECUTIVO.

TOMO II

01. Generalidades

- 01a. Descripción General del área de estudio
- 01b. Compilación, integración, resumen y análisis crítico de estudios previos

02. Descripción del entorno fisiográfico y análisis geológico, geomorfológico, climatológico e hidrológico.

- 02a. Fisiografía
- 02b. Climatología
- 02c. Hidrología
- 02d. Geomorfología
- 02e. Geología
- 02f. Base de datos cartográfica.

03. Interpretación de la geología del subsuelo con información geofísica y geológica existente y realización de estudios complementarios.

- 03a. Realización de estudios geoelectricos en la modalidad de sondeos eléctricos verticales.

Nota: La Contratista podrá proponer la elaboración de planos, figuras y tablas de acuerdo con los objetivos del estudio y de común acuerdo con el personal supervisor del estudio.

Cronograma de actividades


La contratista elaborará el calendario de actividades descritas, como propuesta de ejecución.

VI. PROPUESTA ECONÓMICA

La propuesta económica del presente estudio, deberá ser presentado por La Contratista de acuerdo al convenio establecido.

Por la Universidad de Sonora

Por la Comisión Estatal del Agua


M.C. Ismael Minjárez Sosa
Departamento de Geología
Responsable Técnico de la Ejecución

Dr. Jesús Antonio Cruz Varela
Dirección General de
Infraestructura Hidroagrícola