

ANEXO TÉCNICO

Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Jalisco
Coordinación de Cuencas

Coordinación de Tecnología Hidrológica

CONVENIO DE COLABORACIÓN

Núm.

**Sistema de soporte para la gestión integrada del agua en
la cuenca del sitio Arcediano sobre el río Santiago.
Primera etapa**

2 de junio de 2006

ANEXO TÉCNICO

IMTA	Organización contratante
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Coordinación de Tecnología Hidrológica	Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Jalisco

Nombre del proyecto
Sistema de soporte para la gestión integrada del agua en la cuenca del sitio Arcediano sobre el río Santiago. Primera etapa

Objetivos
<p>Objetivo general</p> <p>Implantar y transferir por etapas el sistema de soporte para la gestión integrada del agua GIBSI en la cuenca de aportación al sitio de Arcediano sobre el río Santiago, que incluye un sistema de información geográfica, modelos distribuidos de simulación y escenarios de gestión, aplicando la plataforma Intel/MS Windows.</p> <p>Objetivos de la primera etapa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implantar el modelo de simulación hidrológico distribuido Hydrotel de la cuenca del sitio Arcediano sobre el río Santiago, calibrado y validado con series históricas de hidrometría en un periodo seleccionado. • Transferir la tecnología de las aplicaciones Physitel e Hydrotel, con interfaces y manuales de usuario en español, a personal calificado designado por la CEAS. <p>Objetivos de la segunda etapa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar series de escurrimiento medio diario en diferentes puntos de la cuenca de interés, que sirvan como entrada a otros modelos de gestión del agua de la CEAS. • Implantar el modelo de simulación distribuido de erosión en la cuenca y en los cauces, calibrado y validado con series históricas de sedimentos de un periodo seleccionado. • Plantear y evaluar el impacto sobre el régimen de escurrimiento y sobre la producción de sedimentos de escenarios de cambio de uso de suelo. • Transferir la tecnología del modelo de erosión dentro del sistema GIBSI, con interfaz y manuales de usuario en español, a personal calificado designado por la CEAS. <p>Objetivos de la tercera etapa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implantar un modelo de simulación distribuido de transporte de contaminantes agrícolas en la cuenca y en los cauces, calibrado y validado con series históricas de calidad del agua de un periodo seleccionado. • Implantar un modelo de simulación distribuido de calidad del agua en los cauces y cuerpos de agua, calibrado y validado con series históricas de calidad del agua de un periodo seleccionado. • Plantear y evaluar el impacto en la calidad del agua por contaminación difusa y puntual de escenarios de gestión agrícola y de aguas residuales. • Transferir la tecnología de los modelos de transporte de contaminantes y de calidad del agua dentro del sistema GIBSI, con interfaz y manuales de usuario en español, a personal calificado designado por la CEAS.

Clave del convenio
IMTA: TH0632.3
Cliente:

UP A

Responsable del planteamiento técnico por el IMTA	Responsable del planteamiento técnico y seguimiento por la contraparte
M.C. Alberto Güitrón de los Reyes Subcoordinador de Aprovechamientos Hidráulicos	Ing. Felipe Tito Lugo Arias Coordinador de Cuencas
Precio del proyecto Primera etapa	Duración
\$1,010,100 (M. N.) más IVA	6 meses

Antecedentes
<p>Aguas abajo y a corta distancia de la confluencia de los ríos Verde y Santiago se proyecta la construcción de la presa Arcediano para suministro de agua a la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco. La cuenca del sitio Arcediano tiene una superficie de aportación de 25,694 km², incluyendo la cuenca del río Verde con 22,724 km², así como la parte alta del río Santiago con 2,970 km². Asimismo, se proyecta la presa El Zapotillo, sobre el río Verde para abastecer la zona metropolitana de León, Gto. En esta cuenca se desarrollan, además, actividades agrícola, pecuaria e industrial. Esto plantea retos a la gestión en cantidad y calidad del agua para asegurar que los nuevos aprovechamientos rindan beneficios a lo largo de su vida útil prevista. Por ello, la CEAS Jalisco tiene interés en mejorar el proceso de toma de decisiones mediante nuevas herramientas para el manejo de la información geográfica y para la modelación distribuida de cuencas.</p> <p>El IMTA ha propuesto aplicar, adaptar y transferir por etapas la tecnología para la gestión integrada de cuencas hidrográficas con apoyo de un sistema informatizado (GIBSI por sus siglas en francés), desarrollada por el INRS-ETE de Quebec, Canadá.</p>

UP

Resultados esperados

De la primera etapa

- Base de datos del proyecto en formato digital en disco compacto
- Modelo hidrológico distribuido calibrado en formato digital en disco compacto
- Instalación de una licencia de usuario de la aplicación Physitel, con interfaz en español
- Instalación de una licencia de usuario de la aplicación Hydrotel, con interfaz en español
- Manual de usuario de las aplicaciones Physitel e Hydrotel en español en formato digital en disco compacto e impreso en papel (15 ejemplares en color)
- Taller de transferencia de tecnología como se describe en la actividad 1.6
- Informe final en formato digital en disco compacto e impreso en papel (tres ejemplares en color)
- Presentación ejecutiva en formato MS PowerPoint en disco compacto

De las segunda y tercera etapas

- Base de datos complementaria del proyecto en formato digital en disco compacto
- Modelo de erosión calibrado en formato digital en disco compacto
- Modelos de transporte de contaminantes agrícolas y de calidad del agua calibrados en formato digital en disco compacto
- Procedimiento de vinculación del modelo hidrológico distribuido con modelo dinámico de la cuenca de la CEAS y series de escurrimiento por subcuenca
- Instalación de una licencia de usuario de la aplicación GIBSI, con interfaz en español
- Manual de usuario de la aplicación GIBSI en español en formato digital en disco compacto e impreso en papel (15 ejemplares en color)
- Taller de transferencia de tecnología por cada etapa como se describe en las actividades 2.5 y 3.4
- Informe final por cada etapa en formato digital en disco compacto e impreso en papel (tres ejemplares en color)
- Presentación ejecutiva por cada etapa en formato MS PowerPoint en disco compacto

CPA

Metodología

La cuenca del sitio Arcedianò sobre el río Santiago ha sido seleccionada en función de su interés socioeconómico y político por la construcción de nuevos embalses. Sobre esta cuenca hay disponibilidad de datos fisiográficos, meteorológicos e hidrométricos. Además, estudios previos hacen referencia a la problemática de gestión del agua en la cuenca. Por ello, se trata de un caso adecuado para la implantación de una tecnología innovadora en nuestro medio como es el sistema GIBSI.

El sistema GIBSI es una aplicación informática que funciona en la plataforma Intel/MS Windows, y está compuesta por una base de datos espaciales y alfanuméricos; modelos distribuidos de hidrología (Physitel/Hydrotel), de erosión de suelos (RUSLE/ROTO), de transporte de contaminantes agrícolas (SWAT/EPIC) y, finalmente, de calidad del agua en cauces y cuerpos de agua (QUAL2E).

El sistema incluye módulos de escenarios de gestión de embalses, de uso del suelo, de sistemas hidroagrícolas, y de efluentes de tipo puntual. Además, aplica un manejador de información geográfica (Grassland) y un manejador de gestión de bases de datos (MS Access).

Como complemento, durante los procesos de preparación de datos, se utilizan diversas herramientas informáticas, tales como MS Excel, MapInfo, ArcGIS de ESRI y Geomática de PCI, entre otras, que no forman parte del sistema GIBSI.

Para el modelo hidrológico distribuido se delimitarán unidades espaciales de simulación (microcuencas) con superficie promedio aproximada de 60 km². El intervalo de simulación será diario y el horizonte multianual. Los modelos de simulación serán calibrados y validados con series históricas de datos observados en un periodo seleccionado.

El proyecto se realizará en tres etapas entre 2006 y 2008. En la primera etapa se plantea construir, calibrar y transferir un modelo hidrológico distribuido para toda la cuenca. En la segunda etapa se plantea generar con el modelo hidrológico distribuido las series de escurrimiento por subcuencas requeridas como entrada para un modelo de gestión del agua del río Verde de la CEAS; así como construir, calibrar y transferir un modelo de erosión dentro del sistema GIBSI. En la tercera etapa se plantea construir, calibrar y transferir modelos de transporte de contaminantes agrícolas y de calidad del agua dentro del sistema GIBSI. Además, en la segunda y tercera etapas se propondrán y evaluarán diversos escenarios de gestión.

Con base en el sistema de calidad del IMTA se hará el seguimiento continuo del proyecto para asegurar el logro de los objetivos de cada etapa y, con ello, la satisfacción de las expectativas del cliente, incluyendo las actividades siguientes: elaboración de bitácora; seguimiento telefónico y por correo electrónico según se requiera; reuniones específicas de trabajo según se requiera para recopilación de información y aclaraciones; reuniones trimestrales de avance de proyecto con presentación MS PowerPoint u otra aplicación apropiada; elaboración de informe final por cada etapa; entrega final de resultados por cada etapa que se enumeran en la sección *Resultados esperados*.

Núm.	Descripción de actividades
Primera etapa	
1.1	<p>Recopilación de información para modelo hidrológico</p> <p>Se hará la recopilación de información oficial de tipo gráfico y alfanumérico, con el apoyo de la contraparte, de los aspectos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo digital de elevación con resolución de 90 m • Cartografía topográfica vectorial con datos toponímicos 1:50,000 • Delimitación de estados y municipios del Modelo Geoestadístico Municipal, escala 1:250,000 • Delimitación de cuencas hidrográficas de la región, escala 1:250,000 • Red de corrientes, escala 1:50,000 • Localización y características de cuerpos de agua superficial, escala 1:50,000 • Estudio de uso de suelo para periodo de calibración, escala 1:250,000 • Tabla de variación anual del índice de área foliar por uso de suelo • Tabla de variación anual de la de profundidad radicular por uso de suelo • Estudio de tipo de suelo, escala 1:250,000 • Localización y características de estaciones hidrométricas • Localización y características de estaciones meteorológicas, incluyendo las que se hallan en una franja de 10 Km externa al parteaguas • Series históricas de precipitación diaria • Series históricas de temperaturas máxima y mínima diarias • Series históricas de caudal medio diario • Series históricas de funcionamiento de vasos diario
1.2	<p>Procesamiento de series históricas</p> <p>Se hará la preparación de las series históricas de precipitación, temperatura, hidrometría, sedimentos y funcionamiento de vasos. Para ello, se validará y transformará la información incluyendo los procesos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extracción y exportación de datos de bancos de información • Validación de localización de estaciones • Depuración de catálogos de estaciones y vasos • Selección de periodos de simulación • Detección de valores aberrantes • Complementación de datos faltantes • Cambio de formato de series y otros datos alfanuméricos para alimentar modelos de simulación



1.3	<p>Procesamiento de datos geográficos</p> <p>Se hará la preparación de la base de datos geográfica y de datos alfanuméricos, incluyendo los procesos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Homogenización de rasgos geográficos a la proyección UTM, <i>datum</i> NAD 1983, como equivalente de la proyección oficial UTM, <i>datum</i> ITRF92 • Elaboración del mosaico de los archivos del modelo digital de elevación y recorte con una franja externa al parteaguas de 10 km • Cambio de formato de rasgos geográficos a los requeridos por la aplicaciones Physitel e Hydrotel
1.4	<p>Determinación de características fisiográficas</p> <p>Una vez concluida la actividad anterior, en lo que respecta a rasgos geográficos, se aplicará Physitel para determinar las características fisiográficas de la cuenca, a partir del modelo digital de elevación y de los estudios de uso de suelo y tipo de suelo, incluyendo los procesos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importación del modelo digital de elevación • Determinación y edición de pendientes • Importación y edición de la red de corrientes de referencia • Determinación y edición de la red matricial de corrientes de referencia • Determinación y edición del modelo digital de elevación con red de corrientes impuesta en áreas seleccionadas • Determinación y edición de la orientación de celdas • Determinación del parteaguas de la cuenca • Determinación de red de escurrimiento con umbral de área seleccionado • Reorientación de celdas alrededor de los nodos • Delimitación y edición de unidades espaciales de simulación • Importación y edición de la clasificación de uso de suelo • Importación y edición de la clasificación de tipo de suelo • Exportación del proyecto Physitel en formato Hydrotel
1.5	<p>Calibración del modelo hidrológico</p> <p>Una vez concluida la actividad anterior, se hará el ajuste iterativo por simulación manual de los parámetros del modelo hidrológico Hydrotel, considerando las series de hidrometría diaria. Se aplicará la estrategia siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibración con base en el periodo de un año seleccionado • Validación temporal con base en el periodo de un año distinto al de calibración • Validación espacial con base en el periodo de calibración para varias estaciones seleccionadas

1.6	<p>Adaptación y transferencia de tecnología</p> <p>Se hará la adaptación de las aplicaciones Physitel e Hydrotel al español mediante la traducción de la interfaz y del manual de usuario.</p> <p>Se hará la preparación e impartición de un taller de transferencia de tecnología para un grupo de hasta doce participantes, con duración de 40 horas, en el Centro de Capacitación del IMTA, o en un salón que proporcione la contraparte, sobre el uso de las aplicaciones Physitel e Hydrotel, en el contexto de la cuenca del sitio Arcediano sobre el río Santiago.</p>
-----	--

Segunda etapa	
2.1	<p>Vinculación de los modelos hidrológico y de gestión del agua</p> <p>Se generarán con el modelo hidrológico distribuido las series de escurrimiento por subcuencas requeridas como entrada para un modelo de gestión del agua de la cuenca que elabore la CEAS, de tal forma que las series diarias de escurrimiento simuladas puedan ser leídas por el modelo dinámico.</p>
2.2	<p>Incorporación de información para modelo de erosión</p> <p>Se hará la recopilación, procesamiento e integración de la información oficial de tipo gráfico y alfanumérico, con el apoyo de la contraparte, de los aspectos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delimitación de áreas naturales protegidas, escala 1:250,000 • Series históricas de medición de sedimentos diaria
2.3	<p>Calibración del modelo de erosión</p> <p>Se aplicará el GIBSI para hacer el ajuste iterativo por simulación manual de diez parámetros de los modelos de erosión en cuenca y cauce RUSLE y ROTO, respectivamente, considerando las series de medición de sedimentos diaria. Se aplicará la estrategia siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibración con base en el periodo de un año seleccionado • Validación temporal con base en el periodo de un año distinto al de calibración • Validación espacial con base en el periodo de calibración para varias estaciones seleccionadas



2.4	<p>Evaluación de escenarios de escurrimiento y erosión</p> <p>Se aplicará GIBSI para la definición de escenarios de gestión de cambio de uso de suelo. Por ejemplo, deforestación, reforestación y urbanización.</p> <p>Se simulará el impacto del cambio de uso de suelo sobre el régimen de escurrimiento, considerando: volumen anual, caudal en época de avenidas, caudal de estiaje.</p> <p>Se simulará el impacto sobre la producción de sedimentos, considerando: volumen anual de sedimentos, concentración diaria en diferentes puntos de la cuenca y periodos de observación.</p> <p>Se hará el análisis y la evaluación de resultados.</p>
2.5	<p>Adaptación y transferencia de tecnología</p> <p>Se hará la adaptación de del sistema GIBSI al español mediante la traducción de la interfaz y del manual de usuario.</p> <p>Se hará la preparación e impartición de un taller de transferencia de tecnología para un grupo de hasta doce participantes, con duración de 24 horas, en el Centro de Capacitación del IMTA, o en un salón que proporcione la contraparte, sobre el uso del modelo de erosión, en el contexto de la cuenca del sitio Arcediano sobre el río Santiago.</p>

Tercera etapa	
3.1	<p>Incorporación de información para modelos de calidad del agua</p> <p>Se hará la recopilación, procesamiento e integración al GIBSI de la información oficial de tipo gráfico y alfanumérico, con el apoyo de la contraparte, de los aspectos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Censos de población para periodo de calibración • Registro Público de Derechos de Agua • Localización y características de distritos de riego, escala 1:250,000 • Características de unidades de riego • Estadísticas agrícolas por ciclo para distritos de riego • Registro de descargas de aguas residuales • Series de calidad del agua con los parámetros siguientes: pesticidas, compuestos de fósforo y nitrógeno, DBO y coliformes. • Localización y características de plantas de tratamiento de aguas residuales

UP A

3.2	<p>Calibración de los modelos de transporte de calidad del agua</p> <p>Se aplicará el GIBSI para hacer el ajuste iterativo por simulación manual de los parámetros de los modelos SWAT/EPIC y QUAL2E, considerando las series de medición de calidad del agua disponibles. Se aplicará la estrategia siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">• Calibración con base en el periodo de un año seleccionado• Validación temporal con base en el periodo de un año distinto al de calibración• Validación espacial con base en el periodo de calibración para varias estaciones seleccionadas <p>En caso de ser insuficientes los datos de calidad del agua disponibles para una calibración adecuada, sólo se estimarán los parámetros de la contaminación y se aplicarán en forma relativa en la evaluación de escenarios.</p>
3.3	<p>Evaluación de escenarios de calidad del agua</p> <p>Se aplicará GIBSI para la definición y simulación del impacto en la calidad del agua en el cauce principal del Verde de escenarios de gestión relativos a la incorporación de plantas de tratamiento de aguas residuales</p> <p>Se hará el análisis y la evaluación de resultados.</p>
3.4	<p>Adaptación y transferencia de tecnología</p> <p>Se hará la adaptación de del sistema GIBSI al español mediante la traducción de la interfaz y del manual de usuario.</p> <p>Se hará la preparación e impartición de un taller de transferencia de tecnología para un grupo de hasta doce participantes, con duración de 24 horas, en el Centro de Capacitación del IMTA, o en un salón que proporcione la contraparte, sobre el uso de los modelos de transporte de contaminantes y de calidad del agua, en el contexto de la cuenca del sitio Arcediano sobre el río Santiago.</p>

Calendario de ejecución de actividades 2006

Número	Actividad	J	A	S	O	N	D
1.1	Recopilación de información para modelo hidrológico	XXXX	XXXX	XXXX			
1.2	Procesamiento de series históricas	XXXX	XXXX	XXXX			
1.3	Procesamiento de datos geográficos	XX	XXXX	XX			
1.4	Determinación de características fisiográficas	XX	XXXX	XXXX			
1.5	Calibración del modelo hidrológico			XXXX	XXXX	XX	
1.6	Adaptación y transferencia de tecnología				XX	XXXX	XX
Avance físico programado (%)		13.3	32.9	60.6	79.9	97.5	100.0



Catálogo de conceptos y análisis de precios

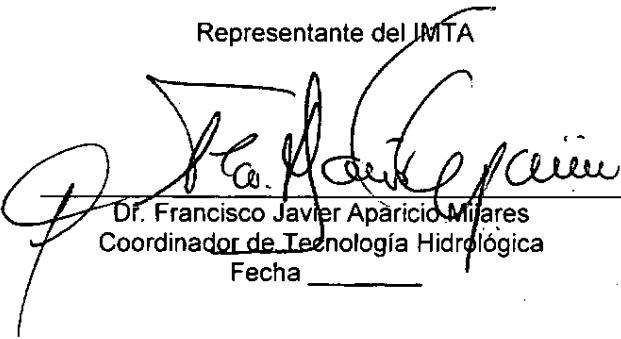
Número	Actividad	Precio \$
1.1	Recopilación de información para modelo hidrológico	80,808
1.2	Procesamiento de series históricas	131,313
1.3	Procesamiento de datos geográficos	151,515
1.4	Determinación de características fisiográficas	121,212
1.5	Calibración del modelo hidrológico	424,242
1.6	Adaptación y transferencia de tecnología	101,010
	Subtotal	1,010,100
	IVA	151,515
	Total	1,161,615

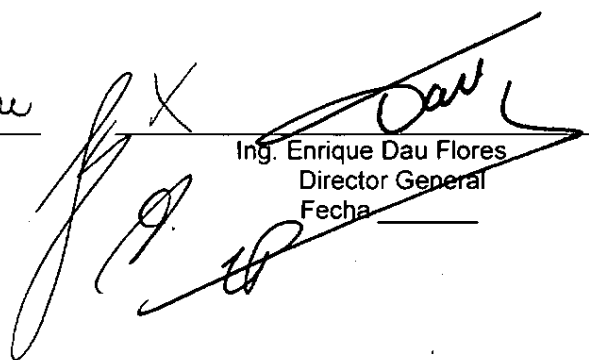
Programa de pagos del cliente

Actividad	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1.1	32,323	28,283	20,202	0	0	0	80,808
1.2	39,394	45,960	45,960	0	0	0	131,313
1.3	37,879	75,758	37,879	0	0	0	151,515
1.4	24,242	48,485	48,485	0	0	0	121,212
1.5	0	0	127,273	169,697	127,273	0	424,242
1.6	0	0	0	25,253	50,505	25,253	101,010
Subtotal	133,838	198,485	279,798	194,949	177,778	25,253	1,010,100
IVA	20,076	29,773	41,970	29,242	26,667	3,788	151,515
Total	153,914	228,257	321,767	224,192	204,444	29,040	1,161,615
Avance (%)	13.3%	19.7%	27.7%	19.3%	17.6%	2.5%	100.00%

Representante del IMTA

Representante de la CEAS Jalisco


Dr. Francisco Javier Aparicio Mirares
Coordinador de Tecnología Hidrológica
Fecha _____


Ing. Enrique Dau Flores
Director General
Fecha _____