

---

**“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”**

**DEMANDAS DEL SECTOR**

**Convocatoria CONAGUA–CONACYT 2008-01**

**Área 2, Sistema Hidrológico Nacional**

Las presentes Demandas del Sector forman parte de la Convocatoria CNA-CONACYT 2008-01, las cuales complementan la información descrita en las Bases de Convocatoria del **“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”**, emitida el 16 de enero de 2008, por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

De esta forma la CNA y el CONACYT, con fundamento en lo dispuesto en la Ley de Ciencia y Tecnología y en el marco del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2007-2012, apoyarán proyectos que generen el conocimiento requerido en materia de agua, que atiendan los problemas, necesidades u oportunidades del sector, consoliden los grupos de investigación y de tecnología, fortalezcan la competitividad científica y tecnológica de las empresas e instituciones relacionadas con el Sector Agua, y promuevan la creación de nuevos negocios a partir de la aplicación de conocimientos y avances científicos y tecnológicos.

Para el cumplimiento de este propósito, el Comité Técnico y de Administración del “Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”, ha definido las áreas estratégicas en las cuales se podrán presentar propuestas de investigación científica y tecnológica, que respondan a las demandas específicas del Sector Agua. El presente documento, aborda el área:

**2. Sistema Hidrológico Nacional**

La descripción de las modalidades y normatividad a las que se sujetarán las demandas específicas del Sector Agua, se describen en los Términos de Referencia que forman parte de la presente Convocatoria 2008/01.

A continuación se describe el contexto técnico y las necesidades que deberán abordar las propuestas de investigación científica y tecnológica para atender dichas demandas.

**DESCRIPCIÓN**

**ÁREA 2. SISTEMA HIDROLÓGICO NACIONAL**

**Demanda 2.3      Calidad del Agua**

**1. Caracterización toxicológica de la calidad del agua en la cuenca del río Santiago, Jalisco.**

---

## **“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”**

### **Antecedentes**

El monitoreo ambiental de los sistemas acuáticos constituye un paso fundamental para elaborar las estrategias de protección o rehabilitación de los cuerpos de agua del país.

Los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua en México de 1989, contienen 126 parámetros, principalmente orgánicos sintéticos, metales, minerales, físicos y microbiológicos. Dichos criterios, hacen referencia a la calidad del agua recomendable para los diferentes usos: fuente de abastecimiento de agua potable, recreativo con contacto primario, riego agrícola, pecuario, protección a la vida acuática de agua dulce, protección a la vida acuática en agua marina.

Asimismo, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales para evaluar la contaminación por tóxicos químicos, los límites máximos permisibles de 8 metales pesados: As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb y Zn, así como los Cianuros. La normatividad internacional en materia de calidad del agua es muy variada. Tanto la cantidad como la naturaleza de los parámetros tienen diferentes criterios entre los diferentes países.

La infraestructura, el personal y el costo que implica realizar dicho monitoreo promueve la utilización de indicadores que permitan tomar decisiones de acuerdo a la problemática que puede presentarse en las cuencas o subcuencas hidrológicas o áreas específicas de estas. Por ello es importante seleccionar aquellos parámetros mínimos y necesarios que permitan contar con una evaluación preliminar de la calidad del agua en virtud del uso, de la representatividad de cada parámetro.

Un proceso o procedimiento de trabajo para evaluar la problemática de contaminación de un cuerpo de agua consiste en establecer diferentes niveles de medición de la calidad del agua natural y de la residual proveniente de descargas puntuales o de aportaciones difusas.

Esta estrategia requiere una categorización de los parámetros medidos a partir de la información que aportan, iniciando con la medición de parámetros básicos pero integradores a los que se les ha denominado de primer nivel de los cuales, si se obtienen respuestas positivas, se puede pasar a una segunda etapa de evaluación o de segundo nivel, lo que implica ir profundizando en el análisis e ir eligiendo otra serie de parámetros hasta llegar, en su caso, a un tercer nivel de evaluación que requiere determinar las concentraciones de los elementos o compuestos específicos que están causando el deterioro en la calidad de los cuerpos receptores.

## “Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Con base en lo anterior, para el análisis y monitoreo de la calidad en cuerpos de agua dulce y descargas de aguas residuales se propone como estrategia de trabajo que los tres niveles de análisis y monitoreo se conformen de la siguiente manera:

Tabla 1. Parámetros propuestos para el nivel I de análisis y evaluación.

GRUPO	PARÁMETRO
Ecotoxicológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vibrio fischeri</i></li> <li>• <i>Daphnia magna</i></li> <li>• <i>Selenastrum capricornutum</i></li> <li>• Prueba de Ames</li> </ul>
Físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color Pt/Co</li> <li>• Conductividad Electrolítica</li> <li>• Materia flotante</li> <li>• Oxígeno Disuelto</li> <li>• pH</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Potencial Redox</li> <li>• Sólidos Disueltos Totales</li> <li>• Sólidos Suspendidos Totales</li> <li>• Sólidos Volátiles</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• Caudal</li> <li>• Sólidos totales</li> </ul>
Inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcalinidad Total</li> <li>• Dureza Total</li> <li>• Fósforo Total</li> </ul>
Microbiológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coliformes Fecales</li> <li>• Coliformes Totales</li> <li>• <i>Escherichia coli</i></li> <li>• Bacterias Mesofílicas Totales</li> </ul>

Tabla 2 Parámetros propuestos para el nivel II de análisis y evaluación.

GRUPO	PARÁMETRO
Materia orgánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorción UV</li> <li>• DQO</li> <li>• Carbono Orgánico Total (COT)</li> <li>• Nitrógeno Total Kjeldhal (orgánico más amoniacal)</li> <li>• Nitratos</li> <li>• Grasas y aceites</li> <li>• Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)</li> <li>• DBO5</li> <li>• Carbono Orgánico FIJO</li> </ul>

**“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbono Orgánico PURGABLE</li> </ul>
Compuestos orgánicos sintéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halógeno Orgánico Adsorbible Total HOAT (AOX)</li> <li>• Halógeno Orgánico Adsorbible Total FIJO</li> <li>• Comp. Orgánicos No Halogenados por FID</li> </ul>
Metales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluminio</li> <li>• Arsénico</li> <li>• Bario</li> <li>• Cadmio</li> <li>• Cobre</li> <li>• Cromo 6 (hexavalente)</li> <li>• Plata</li> <li>• Fierro</li> <li>• Manganeseo</li> <li>• Mercurio</li> <li>• Plomo</li> <li>• Selenio</li> <li>• Boro</li> <li>• Níquel.</li> </ul>
Parámetros radiactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiactividad Alfa Total</li> <li>• Radiactividad Beta Total</li> </ul>

Tabla 3 Parámetros propuestos para el nivel III de análisis y evaluación.

GRUPO	PARÁMETRO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias Recuperables con CCl<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> (HTPs)</li> <li>• Halógeno Orgánico Adsorbible Total PURGABLE</li> <li>• Fenoles Totales</li> </ul>

**Objetivo general**

Determinar la calidad del agua en la cuenca del Río Santiago en el tramo comprendido entre el Lago de Chapala hasta la presa Santa Rosa en Jalisco, con base en la medición y evaluación de los parámetros de los niveles I, II y III, tanto en el cuerpo de agua, sus afluentes principales y descargas de aguas residuales identificadas en la zona.

---

## “Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

### Objetivos específicos

- Evaluar el estado actual de la contaminación toxicológica en la cuenca del Río Santiago.
- Realizar la caracterización de las principales fuentes puntuales de contaminación en la cuenca con base en muestras simples, para la realización de todos los parámetros de cada nivel.
- Llevar a cabo tres campañas de muestreo en época de estiaje y dos en época de lluvias, tanto en ríos (muestreos puntuales) como en descargas y medir todos los parámetros señalados en las tablas 1, 2 y 3.
- Como apoyo al proyecto se propone que los muestreos sean realizados por brigadas con personal específico de las Gerencias Regionales y/o Estatales de la CNA involucradas. Asimismo, que dichas brigadas hagan llegar en tiempo y forma las muestras a las instancias que realizarán los análisis. Será recomendable que la instancia ganadora del proyecto contrate con los recursos obtenidos el servicio de mensajería para que personal de la CNA envíe a través de este servicio las muestras de cada campaña de muestreo.
- Para la identificación y clasificación de las principales fuentes generadoras de tóxicos que afecten o puedan afectar los usos del agua en la cuenca, personal designado por la CNA, en conjunto con el personal responsable del proyecto realizarán un recorrido de campo para determinar de común acuerdo los sitios óptimos de muestreo.
- Es recomendable que una vez que se obtengan los resultados de laboratorio se comiencen a desarrollar los siguientes aspectos:
  - El diagnóstico preliminar de la calidad del agua en la cuenca.
  - La determinación del grado toxicológico por zonas en la cuenca: sin toxicidad, baja, media y alta toxicidad.
  - Un diagnóstico preliminar de las zonas de atención prioritaria.
  - Con base en el análisis de la aplicación de los parámetros del nivel I es necesario proponer los sitios y descargas en los que debe llevarse a cabo la aplicación del nivel II. De igual manera, surgirá la propuesta de la aplicación del nivel III, con base en el análisis del nivel II.
  - Realizar la correlación entre los parámetros determinados y la respuesta tóxica obtenida.
- Obtener el diagnóstico preliminar de la calidad toxicológica de la cuenca del Río Santiago, Jalisco e identificar el origen y características que la producen.
- Evaluar la efectividad del análisis de la calidad del agua con base en la propuesta de los tres niveles. Relacionar los resultados obtenidos en cada nivel para determinar si lo que marca el nivel II es consistente con lo obtenido en el nivel I y el nivel III con lo que se obtiene del nivel II.
- Una vez que se tengan las relaciones entre cada uno de los niveles se analizará y discutirá con CNA sobre la efectividad, eficacia y aplicación

---

## **“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”**

de llevar a cabo la evaluación de la calidad del agua con base en el uso de los tres niveles de análisis y monitoreo de parámetros propuestos.

- Realizar dos talleres teórico-práctico sobre el manejo de las pruebas de toxicidad a 20 laboratorios del país acreditados por la entidad mexicana de acreditación (ema, A.C.), incluyendo laboratorios Regionales de la CNA. En cada curso participarán 10 laboratorios. La CNA enviará las invitaciones y condiciones de participación a cada laboratorio. El proyecto cubrirá los costos de los materiales necesarios para la capacitación de los participantes.

### **Impacto Socioeconómico**

Conforme al criterio de desarrollo sustentable que rige a la actual administración, es indispensable establecer estrategias que conlleven a la planeación y programación de acciones que permitan proteger la salud humana y el medio ambiente.

El control de descargas de aguas residuales tanto municipales como no municipales a cuerpos de agua de propiedad nacional, representa un aspecto ambiental de suma importancia, cuyo contexto de análisis constante de calidad del agua, requiere de la implementación de pruebas biológicas, que permitan caracterizar y evaluar los aspectos desde una señal de alerta (peligros) hasta la evaluación de riesgos. La evaluación toxicológica constituye uno de los elementos integradores de más relevancia en el monitoreo actual y su empleo es una herramienta de suma importancia para detectar problemas que los análisis tradicionales no pueden identificar.

Los productos obtenidos en este tipo de estudios, permitirá no sólo a la CNA, sino a los tres ordenes de gobierno el contar con una herramienta de diagnóstico y prospectiva muy poderosa y de gran utilidad para determinar el estado general de la calidad del agua del recurso hídrico. Esta herramienta va más allá de de los estudios tradicionales de calidad del agua que están dirigidos a determinar la posibilidad de utilizar una fuente de agua sino que trasciende a la toma de decisiones en aspectos sanitarios con un enfoque precautorio y preventivo.

### **Productos esperados**

1. Información que contenga el análisis y evaluación de los parámetros de cada nivel de medición de la calidad del agua y su interpretación para elaborar un diagnóstico preliminar de la condición del agua en la cuenca, determinando el perfil de afectación toxicológica por zonas y su diagnóstico de atención.

---

## “Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

2. El establecimiento, previo análisis y consideración con la CNA, de los parámetros que deben aplicarse en las estaciones del cuerpo de agua, sus afluentes principales y las descargas de aguas residuales en la zona de estudio, correspondientes a un 2º y/o 3º nivel de evaluación para el diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca y la problemática a atender por el sector.
3. Veinte laboratorios distribuidos en todo el país capaces de realizar las pruebas toxicológicas seleccionadas.
4. Elementos técnicos para proponer modificaciones y/o cambios en las actuales normas mexicanas para determinación de toxicidad en agua dulce. Asimismo, proponer y/o evaluar la implementación de nuevas metodologías para la determinación de toxicidad en agua dulce utilizando organismos de prueba como *Daphnia exilis* y *Selenastrum capricornutum*, entre otros y proponer anteproyectos de Normas Mexicanas para ser sometidas a evaluación y aprobación con base al procedimiento establecido en la Ley Federal de Metrología y Normalización.

El documento se entregará en impreso y en medios magnéticos -en tres juegos-, con sus correspondientes anexos estadísticos y cartográficos a escala 1:50,000, así como las bases de datos con sus correspondientes metadatos de forma disponible para el sector.

### **Tiempo requerido para obtención de resultados**

El horizonte de ejecución del proyecto será de 12 meses con 2 etapas de 6 meses cada una. Si fuese necesario y a consideración del sector, el estudio no deberá exceder de 18 (dieciocho) meses contados a partir de la fecha de la primera ministración de recursos.

### **Especificaciones obligatorias**

Es indispensable que los laboratorios que realicen las pruebas de toxicidad demuestren la acreditación de las mismas ante ema, o que en caso de colaborar bajo la supervisión de un laboratorio acreditado, tengan capacidad técnica demostrada por su participación en pruebas de intercalibración nacionales preferentemente o bien internacionales y que sus protocolos se encuentren basados en la normatividad actual. Para las pruebas con *Vibrio fischeri* se tomará como base la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-112-1995-SCFI. Análisis de agua y sedimentos.- Evaluación de toxicidad aguda con *Photobacterium phosphoreum*. Método de prueba. Para las pruebas con *Daphnia magna* se tomará como base la NMX-AA-087-1995-SCFI. Análisis de

---

## “Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

agua.- Evaluación de toxicidad aguda con *Daphnia magna*, Status (Crustácea-Cladócer). Método de prueba.

Con relación a las pruebas con *Selenastrum capricornutum*, actualmente *Pseudokirchneriella subcapitata* (Clorophyta) será indispensable demostrar su participación en pruebas de intercalibración nacionales preferentemente o bien internacionales.

El resto de las pruebas fisicoquímicas y de los parámetros del 2° y 3° nivel deberán ser realizadas también por laboratorios acreditados ante la entidad mexicana de acreditación (ema , A.C.).

Para que la propuesta sea examinada deben atenderse todas las características y especificaciones técnicas señaladas en las presentes demandas. La ausencia o insuficiencia de información sobre cualquiera de las características indicadas es motivo de la no aceptación de la propuesta.

### **Solicitantes y Usuarios de la Información**

Comisión Nacional del Agua: Subdirección General Técnica; Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, Gerente: Ing. Enrique Mejía Maravilla, TEL. (01-55) 53-77-02-07 y 53-77-02-08, E-mail: [enrique.mejia@cna.gob.mx](mailto:enrique.mejia@cna.gob.mx)