

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

DEMANDAS DEL SECTOR

Convocatoria CNA–CONACYT 2006/01

Área 2, Sistema Hidrológico Nacional

Las presentes Demandas del Sector forman parte de la Convocatoria CNA-CONACYT 2006/01, las cuales complementan la información descrita en las Bases de Convocatoria del **“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”**, emitida el 24 de julio de 2006, 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 y Tecnología 2001-2006, 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 2006/01.

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 2.2 Desastres Naturales

- **Herramienta de alertamiento hidrológico aplicado en al menos una de las 13 regiones hidrológico-administrativas en las que divide la CNA al país, completa.**
- **Envoltentes de zonas inundadas por marea de tormenta aplicado en al menos el litoral completo de una entidad federativa.**

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

- **Estudios de tendencias de fenómenos significativos, aplicado en al menos una de las 13 regiones hidrológico-administrativas en las que divide la CNA al país, completa.**

Introducción

En el presente documento la Comisión Nacional del Agua establece tres tipos distintos de necesidades de estudios de investigación y/o desarrollo de tecnología, todas ellas asociadas al tema de desastres naturales con mecanismo de disparo hidrometeorológico. En cada una de las siguientes secciones se establece información asociada con las tres necesidades manifestadas.

Antecedentes

Los dos tipos de desastres naturales más pertinentes a las funciones y atribuciones de la Comisión Nacional del Agua (en adelante CNA) se refieren ya sea a aquellos producidos por exceso de agua (o de precipitación pluvial) o a aquellos producidos por un déficit de agua (o de precipitación pluvial). En términos directos, **inundaciones** y **sequías**. Por otro lado, la introducción antropogénica de gases de invernadero en la atmósfera terrestre con el correspondiente calentamiento global ha inducido a muchos científicos a considerar el posible incremento de los eventos hidrometeorológicos extremos como una de sus consecuencias, manifestándose este posible incremento en diversas posibles formas: su intensidad, su frecuencia, su duración, su extensión, etc. Pero en México, las posibles tendencias en la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, no ha sido prácticamente estudiada.

Las inundaciones ocurren, normalmente, con poco tiempo de anticipación sobre su ocurrencias, desde horas como en las llamadas inundaciones relámpago (traducido del término más común en inglés de flash floods) hasta unos cuantos días como aquellas producidas por fenómenos como ciclones tropicales cuyas trayectorias, actualmente, se pueden pronosticar con suficiente precisión a unas 72 horas a futuro. Las inundaciones no resultan únicamente de precipitación pluvial que rebasa la capacidad de conducción de los cauces sin desbordamiento, sino también por inundación de aguas marinas que invaden zonas normalmente terrestres al sobre elevarse el nivel del mar durante eventos meteorológicos extremos, muy comúnmente durante la incidencia de ciclones tropicales. De hecho, éstas dos modalidades se pueden combinar (y de hecho frecuentemente los hacen) cuando lluvias extraordinarias no pueden ser drenadas al mar bajo condiciones sobre-elevadas en la desembocadura del cauce correspondiente. Las primeras se dan eminentemente en las franjas de los ríos y arroyos, las segundas en franjas costeras. La combinación de ambas típicamente afecta la parte final de los cauces, sus estuarios. Estas últimas se observan frecuentemente como extensiones que las inundaciones costeras tienen hacia aguas arriba a lo largo de los cauces.

En contraste, la sequía (no entendida como escasez –en términos absolutos- de agua, sino como déficit –en términos relativos- de agua referida a su condición normal o climatológica) no es un fenómeno que se presenta abruptamente, sino que se puede identificar su establecimiento a lo largo de muchas semanas. Esta característica hace que el proceso de

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

toma de decisiones para este fenómeno sea dramáticamente diferente al de las inundaciones. No se trata de un fenómeno simple y frecuentemente produce más daños económicos que las inundaciones, pero que requiere un ataque muy distinto y cuyas medidas de mitigación frecuentemente se encuentran fuera del ámbito de competencia de la CNA.

La Unidad del Servicio Meteorológico Nacional (en adelante SMN) y la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (en adelante GASIR), ambas de la Subdirección General Técnica (en adelante SGT) de la CNA cuentan con bases de datos climatológicas (precipitación pluvial, temperaturas máxima y mínima, evaporación, cobertura nubosa, presencia de descargas eléctricas, presencia de niebla y presencia de granizo) y de niveles de presas/caudales de ríos que pueden ser utilizados para investigar la posible existencia de tendencias sistemáticas en la presencia de eventos extremos a lo largo del tiempo, potencialmente asociados al cambio climático global (en adelante CCG).

Planteamiento del problema

La CNA tiene una Gerencia que podría ser caracterizada como hidrología operativa, es decir afín al problema de pronóstico de avenidas sobre los cauces y de inundaciones fluviales (denominada la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, GASIR). Sin embargo, debido a su desarrollo histórico, se ha especializado en cuencas relativamente grandes y con presencia de obras hidráulicas importantes, sobre todo presas de almacenamiento, y el equilibrio entre seguridad y disponibilidad de recursos hídricos para la siguiente temporada de estiaje.

En este sentido, una parte importante de su dedicación en horas hombre es al control de avenidas sobre ríos grandes eminentemente de régimen perenne a través de la correcta operación de sus obras de toma y de sus vertedores de demasías.

Por supuesto realizan también alertamiento a poblaciones que se encuentran aguas debajo de estas obras hidráulicas cuando la operación de las mismas implicará una inundación en las mismas. Sin embargo, mucha de la información que el sector de Prevención de Desastres/Protección Civil requiere de la CNA, no es provista por esta gerencia.

Esta información se refiere principalmente a:

- a) pequeñas cuencas
- b) cuencas sin obras hidráulicas importantes
- c) cauces intermitentes

El tipo de información que el sector Prevención de Desastres/Protección Civil requiere no es, en general, de características muy cuantitativas. Para ellos, el hecho de que un cauce llevará un caudal pico de 22 o 55 m³/s no es tan importante, sino si la capacidad de conducción del cauce será rebasada o no. Esto es, lo que requieren son respuestas de tipo cualitativo (por debajo del umbral vs. cerca de umbral vs. por arriba del umbral) o, bajo otra óptica, niveles de alertamiento, por ejemplo “verde” (sin problema), “amarillo” (preparación para que evacuación sea ejecutada) o “rojo” (evacuación requerida). Esta porción del problema incluye una gran fracción del territorio nacional y una gran fracción de la población en riesgo.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Más aún, estos son los casos que requieren mayor urgencia en el alertamiento y/o la toma de medidas de evacuación porque las inundaciones son más abruptas, no son controladas por obra hidráulica alguna y las poblaciones en riesgo son más pequeñas y tienen menos infraestructura física y humana para lidiar con estos problemas por sí mismas. En este momento la CNA no cuenta con un modelo, basado en la física del problema, que permita clasificar las zonas en diferentes condiciones de riesgo de inundación que se pueda operar continuamente sobre la totalidad del territorio nacional.

Otra de las necesidades de las diversas autoridades sobre desastres naturales es la definición de la franja costera a ser evacuada por razones de poder quedar bajo el agua marina en caso de que la zona sea afectada por un ciclón tropical. Aunque estas anchuras de la franja costera a inundarse pueden estimarse burdamente con métodos nomográficos o con modelos numéricos unidimensionales simples (por ejemplo los que aparecen en el Manual de Protección de Costas del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EUA) las computadoras actuales permiten el cálculo de la zona inundable con modelos numéricos bidimensionales que inclusive consideran la dinámica del agua en la zona que se va inundando (es decir con un dominio de cálculo variable).

El más conocido de este tipo de modelos es el denominado SLOSH de la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera (en adelante NOAA). Pero inclusive el propio Instituto de Ingeniería de la UNAM cuenta con un modelo de características similares. Ambos cuentan con mallas de cálculo adaptables, el primero del tipo telescópico que concentra el detalle en una zona restringida sobre la costa, el segundo capaz de aplicar mallas más finas en las zonas de mayor interés (o variabilidad) arbitrarias. Es común que el proceso de toma de decisiones sobre zonas a evacuar no se base en corridas de los modelos en tiempo real, sino en corridas precalculadas para un conjunto de condiciones simplificadas similares a la amenaza actual y evacuando la envolvente de las zonas inundadas que resultan de cada una de dichas corridas. En este momento la CNA no puede proveer este tipo de resultados cuantitativos a las diversas autoridades sobre la totalidad de la costa mexicana.

Finalmente, los sectores de medio ambiente y recursos naturales, de protección civil, y de hecho el gobierno (los tres niveles) en general, requieren información objetiva sobre el hecho de si tendencias importantes se pueden detectar en la historia registrada en las bases de datos antes mencionadas, no necesariamente con énfasis en la señal directa de la temperatura, sino con énfasis en los denominados eventos extremos, aquellos que pueden producir peligro de algún tipo a la población. Entre otros posibles, éstos pueden ser:

- a) tormentas severas (volumen total precipitado, extensión, lámina promedio, lámina máxima, frecuencia de eventos por arriba de ciertos umbrales, etc.)
- b) sequías (duración, extensión, volumen de déficit con respecto a climatología, lámina puntual de déficit con respecto a climatología, frecuencia de eventos que rebasen cierto umbral, etc.)
- c) avenidas extraordinarias en cauces con estaciones hidrométricas o con presas monitoreados al final de la cuenca (caudal pico, volumen escurrido, frecuencia de eventos que rebasan un cierto umbral, etc.)
- d) ondas de calor (duración, extensión, temperatura máxima, frecuencia de eventos que rebasan un cierto umbral, etc.)

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

- e) ondas de frío (duración, extensión, temperatura mínima, frecuencia de eventos que rebasen un cierto umbral, etc.)
- f) ciclones tropicales (cualquier tipo de tendencia que pueda detectarse de las bases de datos disponibles, esto para las zonas ciclógenas del Atlántico Norte y del Pacífico Nororiental)
- g) tormentas eléctricas (frecuencia puntual, densidad o número total de estaciones reportando, etc.)
- h) tormentas con granizo (frecuencia puntual, densidad o número total de estaciones reportando, etc.)
- i) invasiones de niebla (extensión, frecuencia puntual, densidad o número de estaciones reportando, etc.)
- j) otros fenómenos de importancia identificados por los proponentes.

Objetivo

Que la CNA cuente con herramientas que le permitan realizar mejor sus tareas dentro del Sistema Nacional de Protección Civil, al tiempo que descarga trabajo a la misma durante las etapas críticas de enfrentamiento de una emergencia hidrometeorológica. Se contemplan tres áreas: alertamiento hidrológico automatizado, envolventes de evacuación costera en caso de ciclones tropicales y detección/confirmación de cambios en características de fenómenos extremos debido al cambio climático global por efectos de gases de invernadero.

Impacto Socioeconómico

El sistema de alertamiento hidrológico automático permitirá tanto al personal de CNA como de Protección Civil de los tres niveles de gobierno, identificar las corrientes que se encuentran en riesgo inminente de desbordar, focalizando su esfuerzo en áreas de verdadero peligro objetivamente calculadas. Las evacuaciones requeridas deben resultar más ágiles, oportunas, circunscritas a verdaderas zonas de peligro, ahorrando costos y desgaste de los recursos humanos utilizados en zonas que no tienen razón física para encontrarse en crisis.

El juego de envolventes de evacuación costera para diversos tipos de ciclones tropicales que se acercan a la costa permite ejecutar evacuaciones de las posibles zonas a inundarse sin necesidad de hacer en tiempo real cálculo alguno, ni de confiar ciegamente en la experiencia o intuición de personal humano, ni requerir la opinión experta de un verdadero especialista. El nivel de seguridad de la población se elevará contando con el resultado de estos estudios.

Los estudios de posibles cambios en las características de fenómenos hidrometeorológicos extremos a lo largo del tiempo (tentativamente adjudicados al cambio climático global por efectos de gases de invernadero) permitirán identificar tendencias de estos fenómenos a futuro; no sólo será posible evaluar riesgo con base en el registro histórico promedio, sino extrapolar posibles tendencias sistemáticas. También es posible que los resultados permitan focalizar en cuáles de estas características de los fenómenos extremos están realmente cambiando y requieren un tratamiento especial. Las medidas de adaptación, muchas de ellas asociadas con

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

desastres naturales, se verán mejor limitadas a los efectos que resultan ser los más importantes o los más significativos.

Definición de los tres tipos de productos esperados

Se esperan tres tipos distintos de productos, pero no necesariamente de una sola propuesta o una sola institución. De hecho la CNA espera propuestas diferentes para cada uno de estos tres tipos de productos.

1^{er} tipo de producto: Herramienta de alertamiento hidrológico. (Modelo para la elaboración de mapas de alertamiento para todas las cuencas con áreas mayores a 10 km²).

Herramienta computacional que, utilizando fuentes comunes de estimación de lluvia en tiempo casi real, produzca mapas de alertamiento para todas las cuencas con áreas mayores a 10 km² en una cierta región. Los grados de alertamiento serían cualitativos (por ejemplo con colores verde, amarillo y rojo) pero que serían calculados cuantitativamente con modelos lluvia-escorrentamiento y tránsito de avenida simples. Los grados de alertamiento se obtendrían de comparar el caudal estimado que fluiría por cada uno de los cauces, con la capacidad de conducción sin desbordamiento de los cauces: por ejemplo condición “verde” en caso de que el primero fuera claramente menor que el segundo, condición amarilla cuando ambos son similares, condición “roja” cuando el segundo resulta claramente mayor que el primero.

Esta herramienta computacional debe estar diseñada para operar en tiempo tan real como sea posible considerando los retrasos en las estimaciones de lluvia y el tiempo de procesamiento necesario, pero ciertamente con retrasos no mayores al orden de una hora (vs. un día por ejemplo). Al encontrar el tránsito de avenidas un almacenamiento sobre el cauce en cuestión, la herramienta computacional debe considerar, como dato externo, el nivel de la presa y su capacidad de almacenamiento, y realizar los cálculos como si fuera una presa de vertedor libre, es decir que de existir compuertas, éstas se mantendrían completamente abiertas.

Más aún, se podrá suponer que dicho vertedor sí tiene la capacidad de transitar el caudal que se ha calculado. En otras palabras, al llegar el agua precipitada a una presa se considerará que es 100% almacenada mientras se llena la presa (nulo flujo aguas debajo de la misma) y que transitará libremente una vez llena (flujo aguas abajo igual al flujo que llega al almacenamiento).

No es necesario introducir modelos de tránsito de la avenida sobre el almacenamiento. Para instituciones que estén interesadas en proponer proyectos sobre este tema, el SMN de la CNA, proporcionará el Anexo 1, que define específicamente y además da una idea intuitiva más detallada del tipo de herramienta que pretende la CNA en este tipo de producto.

2^o tipo de producto: Envoltentes de zonas inundadas por marea de tormenta. (Sistema para la definición de la marea de tormenta para un conjunto de familias de trayectorias e intensidades que resulten afines al fenómeno sobre el que se están tomando las decisiones, para la evacuación del 100% en franjas costeras).

Durante la incidencia de ciclones tropicales sobre las costas, el factor de peligro que más define las zonas que deben ser 100% evacuadas es la llamada marea de tormenta. Es decir, como

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

zonas completas, las zonas que podrían quedar inundadas con agua marina son aquellas que se deben evacuar 100%. Esto en contraste con tipos de edificaciones que deben ser evacuados por preverse que no soportarán las velocidades de viento, el impacto directo de oleaje y/o el arrastre de aguas fluviales a alta velocidad durante un desbordamiento.

Esta zona a evacuar se manifiesta como una pseudo-franja costera de amplitud variable, de alguna manera similar a la vecindad de un cauce que debe ser evacuado por preverse su desbordamiento. La CNA requiere un estudio que genere un producto que permita tomar las decisiones sobre que zonas costeras deben ser evacuadas durante la incidencia de un ciclón tropical de ciertas características conocidas o pronosticadas. Esta no será una herramienta computacional que se corra en tiempo real en el momento de una emergencia, sino la recopilación ordenada de resultados de múltiples corridas de modelos numéricos que simulan el fenómeno de marea de tormenta y no para ciclones tropicales reales (o históricos), sino para un conjunto de familias de trayectorias e intensidades que resulten factibles para el sitio que se calcula en cuestión.

Dado que las decisiones en el momento de la emergencia se toman bajo incertidumbre sobre los parámetros específicos del ciclón tropical en el momento en el que se espera su entrada, la información sobre la que se toma la decisión será una envolvente de las zonas a inundarse para la familia de trayectorias/intensidades que resulten afines al fenómeno sobre el que se están tomando las decisiones. El producto buscado no es, necesariamente, una herramienta computacional, puede ser un producto impreso. De seleccionarse colocar los resultados en una herramienta computacional (como un Sistema de Información Geográfica –SIG-) ésta debe ser simplemente la herramienta de despliegue de la información. No deben hacerse cálculos al respecto en el momento.

La CNA a través de su SMN apoyará (y tendrá que aprobar) las familias de trayectorias/intensidades que se contemplen para cada sitio. Todas las poblaciones (suficientemente) costeras con poblaciones mayores a 3,000 habitantes deben ser consideradas, aunque la CNA preferiría una cobertura continua sobre la línea costera.

Evidentemente, para poder realizar el estudio se requiere:

- a) un modelo numérico de simulación de marea de tormenta (bidimensional)
- b) la batimetría suficientemente detallada alrededor de la costa mexicana (y pequeñas porciones sobre los países vecinos)
- c) la topografía suficientemente detallada sobre la franja costera mexicana (y pequeñas porciones sobre los países vecinos). Esta topografía puede requerir además la configuración de obras artificiales que afecten al avance de la marea de tormenta sobre el territorio y sus parámetros que requieran modelarla de acuerdo al modelo numérico utilizado. Si éste es el caso, la información utilizada debe ser razonablemente reciente (posterior al 1º de enero de 2000).

Conseguir estos insumos sería responsabilidad de la institución proponente, aunque la CNA a través de su SMN podría auxiliar en las negociaciones con las instituciones pertinentes que contaran con ellos. El estudio debe ser hecho con un modelo numérico de simulación del fenómeno de marea de tormenta que tenga características y capacidades generales similares a las del denominado SLOSH que utiliza la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

(NOAA por sus siglas en inglés) de los EUA, pudiendo ser inclusive éste mismo. Esto con la excepción del tipo de malla de cálculo que utiliza SLOSH (malla telescópica) que está optimizado para dar mucho detalle en una sola zona (urbana) específica.

La CNA aceptaría mallas de otro tipo que pudieran obtener resultados adecuados para una extensa zona costera, no necesariamente la vecina de una zona urbana importante. Pero sí es necesario que el modelo tome en cuenta la inundación del agua sobre la zona normalmente terrestre, es decir no puede ser un modelo de pared vertical sobre la línea de costa. Cualquiera que sea el modelo, su capacidad equivalente debe ser demostrada por la institución proponente comparando sus resultados en un caso importante que ya haya sido calculado en detalle por SLOSH (probablemente sobre la costa de los EUA).

La responsabilidad de obtener el modelo y los resultados detallados de esta corrida de verificación será de la institución proponente, aunque la CNA a través de su SMN puede auxiliar en las negociaciones necesarias para hacerlo. Para instituciones que estén interesadas en proponer proyectos sobre este tema, el SMN de la CNA, proporcionará el Anexo 2, que define específicamente la metodología a utilizar (completamente análogo al que utilizaron los EUA sobre su litoral Atlántico y Golfo de México), además de dar una idea intuitiva más detallada del tipo de estudio y resultado que pretende la CNA.

3^{er} tipo de producto: Tendencias de fenómenos significativos.

Con base en las bases de datos hidroclimatológicos en poder de la GASIR y/o el SMN, específicamente los denominados CLICOM, MAYA y BANDAS, la CNA requiere de estudios que identifiquen tendencias (incrementos o decrementos sistemáticos, no oscilatorios) en diversos fenómenos hidrometeorológicos significativos: tormentas significativas, sequías, avenidas significativas, ondas de calor, ondas de frío, ciclones tropicales, descargas eléctricas, granizo, niebla, etc.

La CNA se interesa en detección de tendencias no solamente en la variable medida directa, sino también en otras de sus características (por ejemplo intensidad, duración, extensión geográfica, volumen, anomalía, valor medio en su extensión, valor máximo en su extensión, frecuencia, etc.). Los estudios pueden realizarse sobre las series de tiempo en los puntos de medición (CLICOM y BANDAS, considerando su intervalo de medición y posibles interrupciones temporales) o sobre las series de tiempo en los nodos de la malla regular que conforma a MAYA (40 años de datos diarios ininterrumpidos).

La detección de tendencias que sean físicamente reales requiere de control de calidad de los datos, proceso que solo en forma muy elemental ha sido aplicado a los de CLICOM y MAYA. El estudio también debe identificar si las (aparentes) tendencias pueden deberse a invasión de la mancha urbana sobre la estación de medición, posible cambio de instrumentos, posible reubicación cercana, etc.

Aunque la CNA sí se encuentra interesada en la identificación de tendencias puntuales, no aceptará estudios de un solo punto geográfico (ver siguiente sección). Los resultados pueden ser entregados en forma impresa (aunque con el documento completo con respaldo electrónico) o en una herramienta computacional de visualización (por ejemplo un SIG). La CNA no restringe

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

los estudios a todas las variables y parámetros descritos. La institución proponente puede seleccionar de entre los sugeridos o inclusive otros siempre que los describa en detalle en su propuesta.

En el caso de estudios de tendencias asociados a caudal en los ríos (BANDAS) los intervalos estudiados deben restringirse a lapsos en los que las condiciones de flujo sobre el cauce no habían sido modificados por construcción de presas o alguna otra obra similar. Esto con la excepción de que la presencia de la presa u otra obra que modifica el régimen de escurrimientos en el cauce sea tomado en cuenta adecuadamente (es decir, que la serie de caudales se homogeneice).

En este caso, la CNA a través de su SMN, proporcionaría las bases de datos a las instituciones proponentes interesadas. Para instituciones interesadas en proponer en este rubro, el SMN de la CNA, proporcionará el Anexo 3 con algunas ideas más detalladas y ejemplos de productos específicos que serían de interés para la CNA.

Cobertura mínima de los productos esperados

La CNA prefiere productos que tengan cobertura nacional en todos los casos y bajo igualdad de circunstancias le dará preferencia a éstos. Pero también aceptará estudios regionales con tal de que el estudio tenga una cobertura mínima que coincida con:

- a) Para el producto tipo 1 (herramienta de alertamiento hidrológico) al menos una de las 13 regiones hidrológico-administrativas en las que divide la CNA al país, completa.
- b) Para el producto tipo 2 (envolventes de zonas inundadas por marea de tormenta) al menos el litoral completo de una entidad federativa.
- c) Para el producto tipo 3 (estudios de tendencias de fenómenos significativos) al menos una de las 13 regiones hidrológico-administrativas en las que la CNA divide al país, completa.

Tiempo requerido para obtención de resultados

El horizonte de ejecución de los proyectos no deberá exceder de 36 (treinta y seis) meses, contados a partir de la fecha de la primera ministración de recursos; 6 etapas de 6 meses cada una.

Especificaciones obligatorias

Se considera indispensable atender todas las características señaladas, para que la propuesta sea examinada. La ausencia o insuficiencia de información sobre cualquiera de esas características será motivo de la no aceptación de la propuesta.

Solicitantes y Usuarios de la Información

Dr. Michel Rosengaus Moshinsky
Unidad del Servicio Meteorológico Nacional



“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Av. Observatorio N° 192 Col. Observatorio Del. Miguel Hidalgo C.P. 11860. México, D.F.
Tel. (55) 26 36 46 00 ext. 3404.