

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CALIDAD DEL AGUA Y PROPUESTA DE POLÍTICAS PÚBLICAS A LA DEPENDENCIA COMPETENTE TC1222.1



IMTA 2012

**Jefe de proyecto
M. en C. Norma Ramírez Salinas**

**Participantes:
M.C. Camilo Vázquez Bustos**

1. INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	OBJETIVO	3
3.	VALIDACIÓN DE LA METODOLOGIA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL AGUA.....	4
3.1.	PROCESO DE VALIDACIÓN	4
4.	RIESGO	8
4.1.	DETERMINACIÓN DE RIESGO EN CALIDAD DEL AGUA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	9
4.2.	VULNERABILIDAD	9
4.2.1.	Construcción de índices de vulnerabilidad temática	12
4.2.2.	Construcción del índice de vulnerabilidad social definitivo	12
4.3.	AMENAZA	13
4.3.1.	Ocurrencia	13
4.3.2.	Detección.....	14
5.	PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS ADAPTACIÓN	15
5.1.	Determinación del índice de riesgo.....	15
5.2.	Priorización de las medidas de adaptación de acuerdo al índice de riesgo	17
6.	POLITICAS PÚBLICAS COMO HERRAMIENTA PARA EL PROCESO DE ADAPTACIÓN.	21
	CONCLUSIONES.....	35
7.	ANEXOS	36
8.	ANEXO I. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE METODOLOGÍA	37
9.	ANEXO II. RESULTADOS DEL INCREMENTO DE TEMPERATURA DE TEMPERATURA AL 2011	38

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio busca un seguimiento al trabajo hasta hoy realizado en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) con respecto a la relación cambio climático y calidad del agua, con el fin de presentar propuestas de políticas públicas a las autoridades competentes con base a los estudios efectuados en el IMTA en los últimos cinco años.

Entre lo que se ha investigado existe una serie de evidencias de cambios a consecuencia del impacto del cambio climático en la calidad del agua, además de encontrar correlaciones con valores entre el 70 y 95% en cinco cuerpos de agua superficial en México, que muestran una estrecha relación entre las temperaturas del agua y del aire, también se halló que la temperatura promedio del agua presenta un incremento para el período 1991-2008 con respecto al período base 1975-1990. Cuantitativamente este incremento fluctúa, en función de las características del cuerpo de agua, entre 0.7 y 1.3 °C, considerándose un valor promedio aproximado de 0.9 grados centígrados (IMTA, 2011), entre los sitios estudiados se encuentran el lago de Chapala y la laguna de Catemaco. La metodología empleada para hacer dichas estimaciones esta validada en esta exposición y se recalcula la variación de la temperatura incluyendo los datos de los años 2009, 2010 y 2011.

Otros resultados en materia de calidad del agua en México respecto de los efectos del cambio climático se presentan en el “Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático (IMTA, 2010)”, donde se establece una metodología para la evaluación del impacto del cambio climático sobre los parámetros indicadores de calidad del agua DBO₅ y DQO en las cuencas Rio Bravo, Lerma-Chapala y Río Grijalva.

El IPCC advierte que los cambios son inevitables y que las sociedades deben poner en práctica medidas de adaptación por medio de políticas de mitigación y adaptación que resalten, apoyen y recompensen las “sinergias” y “co-beneficios”, con el objetivo de tratar problemas y necesidades a corto y largo plazo. Además de incluir nuevos enfoques que apoyen la actuación multiescala y multisectorial, sería recomendable usar un enfoque de gestión de oportunidades/riesgos desde una perspectiva de desarrollo sostenible teniendo en cuenta no solo las emisiones sino también los riesgos que están presentes en un gran abanico de posibles futuros climáticos y socio-económicos (UN-Habitat, 2011).

Se ha considerado priorizar que medidas de adaptación son las más adecuadas de acuerdo al contexto local, y para ello se debe partir de las localidades con mayor riesgo. Partiendo de este punto es importante no solo definir medidas de adaptación si priorizarlas de acuerdo a la vulnerabilidad de cada una de las comunidades. Así también, se requiere definir el riesgo, lo que no es tarea fácil ya que para cada comunidad se deberá de calcular el grado de fragilidad de sus elementos.

2. OBJETIVO

2. Actualizar el análisis de datos de calidad del agua con los años 2009 y 2010.
3. Elaborar documento con propuestas de políticas públicas para presentar a la CONAGUA.

3. VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL AGUA.

3.1. PROCESO DE VALIDACIÓN

En el 2010 se estableció la metodología para el análisis de datos de calidad del agua la que ha permitido identificar una variación en la temperatura del agua, por la relevancia y aplicación que ésta tiene, se hace necesario validarla y obtener así una declaración sobre el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos para su uso o aplicación dada, sustentada en evidencias, necesariamente objetivas.

El proceso de validación es de hecho una aplicación del conocido como ciclo de Deming o ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Ajustar), también interpretado como una aplicación del método científico.

Este proceso consta de una serie de pasos:

Paso 1. Identificar la función

La identificación precisa de la función es importante dado que constituye la referencia para decidir el resultado de la validación.

Cuando se trata de herramientas relacionadas con una medición, un sistema de medición, un instrumento de medición, un método de medición, la función incluye usualmente una determinación precisa del mensurando, magnitud particular sujeta a medición [7]. Debe asegurarse que el detalle de esta determinación sea tal que su relación con la función quede claramente establecida.

El primer paso de la metodología es el control de calidad (CC) que se conforma por una serie de procedimientos que son explicados en el cuadro uno, los cuales permiten detectar e identificar los errores cometidos en el proceso de grabar, manipular, formatear, transmitir y archivar datos. El objetivo es evaluar la validez de las observaciones y mejorar el uso de los datos, así como eliminar datos erróneos y detectar cualquier falta de homogeneidad estadística.

Cuadro 1. Procedimientos del Control de Calidad de los datos y su función.

Procedimiento	Función
Control del error bruto	Se trata de un filtro lógico y se utiliza para detectar valores erróneos. Por ejemplo, los valores anómalos, cambio en las comas, errores de dedo, entre otros.
Pruebas de tolerancia	Se establecen los límites de control superior e inferior calculados estadísticamente, con el fin de identificar los valores atípicos u aberrantes y su probable exclusión de la base de datos. En esta etapa se grafican los valores en la gráfica de control.
Coherencia interna	Es el proceso de validar los datos realizando una inspección de los mismos para identificar la coherencia entre los parámetros asociados dentro de cada registro. Por ejemplo, valores de temperatura mínima mayores a la temperatura máxima en la misma estación.
Coherencia temporal	Es cualquier prueba que permita detectar si los valores observados son coherentes en cualquier intervalo de tiempo y evaluar el cambio de signo a partir de una observación a la siguiente. Ejemplo, encontrar tendencias positivas de temperatura del agua en meses calurosos, es una coherencia temporal, lo que en meses fríos sería una incoherencia temporal. Identificación de tendencias, corridas o sesgos pueden servir como pruebas de coherencia temporal.
Coherencia espacial	Prueba que ayuda a determinar si cada observación es consistente con las tomadas en el mismo momento con las estaciones vecinas, afectadas por condiciones climatológicas similares. Como la variable de estudio es la temperatura del agua, se toma la estación climatológica como estación vecina, si ésta se encuentra en un radio no mayor a cinco kilómetros. La temperatura de una estación de calidad del agua con respecto a la temperatura de una estación climatológica puede esperar condiciones climatológicas similares.

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera explicamos la función de cada uno de los procedimientos del CC.

Paso 2. Especificar los requisitos de la función y las características de la herramienta.

Es necesario identificar las características de la herramienta y los requisitos de la función correspondientes, preferentemente expresados de manera cuantitativa. Tiene que aceptarse que en ocasiones no es posible o no es conveniente cuantificar el requisito.

El cuadro dos, especifica los requisitos del procedimiento, así como sus características.

Cuadro 2. Características y requisitos de la función de los procedimientos

Procedimiento	Característica de la herramienta	Requisito de la función
Control del error bruto	Detección visual (filtro lógico)	Cero errores brutos (errores de dedo, cambios de coma, entre otros)
Pruebas de tolerancia	Asumir un comportamiento de distribución normal de los valores	95% de los valores individuales dentro de los límites de tolerancia
Coherencia interna	Comparación entre dos valores	Temperatura mínima del ambiente < Temperatura máxima del ambiente. Temperatura ambiente > Temperatura del agua.
Coherencia temporal	Identificación de Tendencias, corridas, sesgos entre otros.	Tendencias negativas en Otoño - invierno Tendencias positivas en Primavera – verano Sin sesgos, corridas y tendencias no justificadas.
Coherencia espacial	Comparación entre dos valores afectados por los mismos factores.	Correlaciones > 0.75

Fuente: Elaboración propia.

Paso 3. Determinar el desempeño de las características de la herramienta

Este paso consiste en determinar el desempeño de la herramienta para cada característica establecida en el Paso 2, preferentemente mediante la realización de pruebas o experimentos.

Puede no ser factible la realización de experimentos con la herramienta por lo que cabe experimentar a escala o, en último caso, recurrir a información sustentada que pueda aplicarse a las condiciones específicas del objeto bajo validación. Esta opción se propone como alternativa sólo cuando ha sido agotada la posibilidad de realización de experimentos para la validación de la metodología.

Paso 4. Comparar los resultados del desempeño con los requisitos

Se comparan los resultados del desempeño obtenidos en el Paso 3 con los correspondientes requisitos establecidos en el Paso 2. Si la comparación indica un desempeño pobre, entonces puede ajustarse la herramienta y regresar al Paso 3.

Es necesario establecer los límites de aceptación o rechazo para esta etapa.

Paso 5. Expresar el resultado del proceso

Finalmente, cuando los resultados del desempeño cumplen todos los requisitos establecidos se declara que la herramienta ha sido validada para la función. Además debe declararse la función o uso previsto y los requisitos cumplidos, además de poner a disposición las evidencias que soporten tales declaraciones.

En el anexo uno, se muestran los resultados obtenidos del proceso de validación en la metodología.

Una vez realizada la validación de la metodología, ésta será aplicada nuevamente para obtener la variación de la temperatura del agua en cuerpos de agua, dicha variación nos indicará el efecto del cambio climático en la temperatura del agua. Esta variación trae como consecuencia una serie de manifestaciones sobre la cantidad y calidad del agua lo cual implica un riesgo en los sistemas y servicios más vulnerables.

Habrá implementar una serie de medidas de adaptación, sin embargo creemos que es fundamental enfocarnos en aquellas medidas que son prioritarias para reducir el riesgo en los sistemas mas vulnerables.

En el siguiente capítulo se explica el concepto de riesgo y una de las maneras de formar un índice de riesgo que pudiera ayudar a los tomadores de decisiones a priorizar las medidas de adaptación para sus comunidades, ciudades, municipio o sector, entre otros.

4. RIESGO

Existen muchos conceptos con respecto a lo que es un “riesgo”, sin embargo cada uno de estos significados se presentan y aplican de acuerdo al contexto de cada disciplina, sea esta la ingeniería, estadística, economía, medicina, ciencias sociales, etc. Para fines de este estudio se conceptualiza el riesgo como el resultado de la combinación entre una amenaza y la vulnerabilidad, que puede materializarse en un desastre (Landa, et al., 2008). Una vez definido el concepto de riesgo es necesario puntualizar acerca del “Análisis de riesgo”. El análisis de riesgos se basa principalmente en la cuantificación de la combinación de la probabilidad de ocurrencia del suceso con la fragilidad de los elementos que afectan al suceso (Ganoulis, 2009). El análisis de riesgo debe ser una herramienta viva, para la toma de decisiones ya que en él se integran las incertidumbres que pueden existir con respecto al cambio climático.

Un análisis de riesgo con respecto a los problemas de la cantidad y calidad del agua, se centra en que estos conceptos están muy relacionados entre sí, por lo que deben ser estudiados de manera integral. Adicionalmente, la calidad del agua está relacionada con la integridad de los ecosistemas, por lo tanto deben ser analizados en conjunto. Se ha estudiado el impacto que trae consigo la relación cambio climático – agua (IMTA, 2011). Estos impactos deben tomarse en cuenta para cuantificar el riesgo con respecto a la relación integral entre ecosistemas, cantidad y calidad de agua.

Los estudios realizados con respecto al impacto del cambio climático en la calidad del agua en México (Leal Ascensio, et al., 2009), (IMTA, 2010), (IMTA, 2011) dan un panorama general de las posibles amenazas al sector hídrico y proponen algunas medidas de adaptación, sin embargo estas son de enfoque general, por lo que es necesario considerar la vulnerabilidad local o regional. Quizá uno de los mayores problemas en el uso de la información climática es que no se le ha tratado como un elemento para la gestión del riesgo (Ganoulis, 2009).



Figura 1. a) Las manifestaciones del cambio climático son un riesgo para las comunidades más vulnerables. b) El riesgo debe ser gestionado.

4.1. DETERMINACIÓN DE RIESGO EN CALIDAD DEL AGUA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

En la figura dos se esquematizan de una manera clara el concepto de riesgo, así como los elementos para determinarlo.

Figura 2. Elementos para la determinación del riesgo. Fuente: CEPAL-BID, 2000

AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
Fenómenos naturales Probabilidad de que ocurra un evento, en espacio y tiempo determinados, con suficiente intensidad como para producir daños. *y probabilidad de ser detectada para ser mitigada	Grados de exposición y fragilidad, valor económico Probabilidad de que, debido a la intensidad del evento y a la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente.	f (A, V) Probabilidad combinada entre los parámetros amenaza (A) y vulnerabilidad (V).

*Adaptación propia

Considerando que existe un problema en el uso de la información climática y esta no se ha tratado como un elemento para la gestión del riesgo, creemos necesario incluir el elemento “detección” dentro del elemento amenaza.

Estos dos elementos, vulnerabilidad y amenaza, deben ser cuantificados para poder determinar un riesgo, a continuación se explica como se obtiene la vulnerabilidad y la amenaza.

4.2. VULNERABILIDAD

Aproximarse al abordaje del cambio climático desde el referente de la vulnerabilidad permite entender y explicar las causas y síntomas de las consecuencias sociales de los desastres. Asimismo el concepto de vulnerabilidad tiene un relevante valor político, por constituir una base operativa para el diseño de políticas sociales y de adaptación al cambio climático.

Investigadores del IMTA desarrollaron el Índice de vulnerabilidad Social (IVS) a nivel municipal para México. Este proceso se apegó a la definición de vulnerabilidad social compartida por el Instituto de Investigaciones sobre Vulnerabilidad y Riesgos (HVRI, por sus siglas en inglés) y CENAPRED. Cabe aclarar que una limitante relevante para la definición de las variables o indicadores socioeconómicos y demográficos que mejor caracterizan la vulnerabilidad social de las localidades mexicanas, fue la inexistencia de algunos datos municipales en los censos y estadísticas nacionales. Con esta restricción quedaron fuera del IVS variables institucionales, culturales y organizativas, tales como: la existencia de instituciones, planes y programas de protección civil; la percepción que los habitantes tienen sobre el riesgo en sus localidades; el potencial y antecedente organizativo de las poblaciones, entre otros aspectos que deberían estar presentes en una versión ideal de un índice de vulnerabilidad social integral.

Para la definición del Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) se revisaron diversas propuestas teóricas y metodológicas. En resumen, lo que se encontró fue que la vulnerabilidad social es un concepto en construcción, por lo que no hay un consenso entre los distintos teóricos que lo analizan. No obstante, existen algunas coincidencias:

- a) Relevancia al contexto socioeconómico, cultural e institucional de las poblaciones como determinante de su capacidad para enfrentar y recuperarse de los fenómenos extremos;
- b) Precisan la presencia de una “amenaza” en la definición de las variables y factores de vulnerabilidad (Blaikie *et al.*, 1996);
- c) Aclaran que la vulnerabilidad no es sinónimo de pobreza ni de marginación. Mientras que la pobreza es una medida descriptiva de las carencias de las personas (centrada en la medición del ingreso, el gasto y el consumo) y la marginación es una forma de exclusión social (falta de acceso a bienes y servicios elementales como educación, salud y equipamiento); la vulnerabilidad integra las carencias de la población, su exclusión social y su capacidad para enfrentarse a amenazas (Barrachena *et al.*, 2000).

Una definición operativa de la vulnerabilidad, la ofrece el grupo de investigadores del Instituto de Investigaciones sobre Vulnerabilidad y Riesgos, quienes la conciben como la susceptibilidad de una población, sistema o lugar dado, para sufrir algún daño por exposición a una amenaza y que afecta directamente su capacidad de prepararse, responder y recuperarse de los desastres (Cutter *et al.*, 2009).

Desde este enfoque, la vulnerabilidad social tiene que ver explícitamente con los factores demográficos y socioeconómicos que incrementan o atenúan los impactos de los eventos de riesgo en las poblaciones locales; es decir, la vulnerabilidad social ayuda a definir quién está en riesgo y en qué grado puede verse perjudicado. Cutter y su equipo aclaran que las características socioeconómicas y demográficas de una población no determinan quiénes se verán afectados por un desastre natural, sino la capacidad que tiene una población para prepararse, responder y recuperarse cuando el desastre golpea. Con esta visión incorporan la resiliencia, pues se destaca la capacidad de una población, sistema o lugar, de amortiguar o adaptarse a las nuevas exposiciones de riesgo (Cutter *et al.*, 2009).

En el entendido de estos antecedentes, explicaremos la construcción del índice de vulnerabilidad social (Soares D. *et al.*; 2012).

a) Definición temática y construcción de indicadores

Con la información disponible³, se seleccionaron 15 indicadores que se agruparon, siguiendo la propuesta de Cenapred, en cinco grandes temas que determinan la capacidad de desarrollo de una comunidad: empleo e ingreso, educación, salud, vivienda y población. En el siguiente cuadro se muestran los indicadores que reflejan mejor la vulnerabilidad de una población al enfrentar amenazas y riesgos derivados del cambio climático.

Una vez definidas las variables que conforman cada tema, se procedió a generar una base de datos donde se obtuvieron los porcentajes de cobertura y/o atención de cada uno de los indicadores seleccionados, tomando los datos de las fuentes mencionadas, es decir, el *XII Censo de Población y Vivienda 2000* del INEGI, 2001, el *Índice de Marginación* de CONAPO, 2001 y el *Atlas de Salud* del Instituto Nacional de Salud Pública, 2003.

Al porcentaje obtenido se le otorga una calificación que señala la condición de vulnerabilidad de cada indicador. En general se efectúa el siguiente procedimiento para obtener dicha calificación en todos los indicadores:

1. a partir del porcentaje de cobertura de cada indicador se registran los valores mayor y menor, para determinar el rango existente entre ambos;
2. posteriormente se divide este rango entre el número de categorías en que se demarca la condición de vulnerabilidad (cinco en nuestro caso) y con ello se obtiene el valor que definirá el intervalo o amplitud de cada nivel de vulnerabilidad.
3. El margen que incluye la primera condición de vulnerabilidad, se obtiene de la siguiente manera: el valor más bajo (o punto de partida) corresponde al promedio menor obtenido y su límite superior se determina sumándole el valor del intervalo obtenido en el paso anterior. En los casos donde la variable indica una carencia de la población (por ejemplo: déficit en el acceso al agua potable) el valor encontrado equivale a una mayor vulnerabilidad, mientras que en los casos donde la variable refleja un logro o satisfacción de la población, entonces el valor encontrado equivale a una menor vulnerabilidad. De esta manera se construyen los valores extremos de la vulnerabilidad: muy alta o muy baja.
4. Para la construcción de los intervalos de las condiciones de vulnerabilidad intermedias, es decir, los rangos considerados como baja, media y alta, el procedimiento es el siguiente: al valor más alto de la condición de vulnerabilidad inmediatamente anterior, se le suma una milésima (0.001) y el resultado constituye el límite inferior de la condición de vulnerabilidad en construcción; posteriormente, a dicho valor se le suma el intervalo y así se obtiene el límite superior de dicha condición.
5. Finalmente, una vez clasificados los indicadores se les asigna una calificación, de acuerdo con el siguiente criterio, basado en rangos cuadro 3:

Dicho procedimiento es la regla general para la mayoría de los indicadores; sin embargo existen tres excepciones en donde la definición de los rangos no sigue una metodología preestablecida, sino que se plantea de acuerdo con la definición de los especialistas en la materia; es el caso de las siguientes variables: proporción de médicos por cada mil habitantes, densidad poblacional y porcentaje de hablantes indígenas. Por ejemplo, en lo relativo al indicador de salud, los rangos se construyeron a partir del criterio definido por la Secretaría de Salud, la cual indica como aceptable que haya un médico por cada mil habitantes.

4.2.1. Construcción de índices de vulnerabilidad temática

Una vez clasificados los indicadores, se obtienen los índices de vulnerabilidad de los temas contemplados (Salud, Escolaridad, Empleo e Ingreso, Vivienda y Población), mediante el promedio de las calificaciones de los indicadores que los conforman.

En general cada indicador tiene el mismo peso (1.0) en la construcción de cada índice temático; sin embargo, existen dos excepciones:

- a) en el índice de educación, de las dos variables que lo conforman, se le dio más peso al grado promedio de escolaridad (1.0) que al porcentaje de población analfabeta (0.5), esto es porque el porcentaje de analfabetos en el país es bajo (18%) e influye más el aprovechamiento escolar a la hora de acceder e interpretar la información sobre eventos climáticos;
- b) en el índice de empleo, se le dio más relevancia al ingreso salarial (1.0) que a la razón de dependencia⁴ (0.5), debido a que actualmente la edad es cada vez menos importante para ingresar al mercado laboral; los mexicanos ingresan más jóvenes a trabajar y se retiran con mayor edad.

4.2.2. Construcción del índice de vulnerabilidad social definitivo

Para construir el índice de vulnerabilidad social definitivo, en primer lugar, se promedian las calificaciones de los cinco índices temáticos. Al valor obtenido se le aplica el mismo procedimiento descrito para definir la condición de vulnerabilidad de los indicadores.

Cuadro 3. Calificación de la condición de vulnerabilidad social.

Condición de Vulnerabilidad Social	Calificación
Muy alta vulnerabilidad social	1.0
Alta vulnerabilidad social	0.8
Media vulnerabilidad social	0.6
Baja vulnerabilidad social	0.4
Muy baja vulnerabilidad social	0.2

Fuente: (Soares et al; 2012)

4.3. AMENAZA

Partiendo del concepto de amenaza como la probabilidad de que ocurra un evento, en espacio y tiempo determinado, con suficiente intensidad como para producir daño (Landa, et al., 2008), se ha desarrollado una calificación de este elemento, no obstante existe un elemento que debe ser incluido y el que permita medir la capacidad de detección de dicha amenaza, ya que existe información climatológica que no esta siendo aprovechada para la prevención de las amenazas, lo que se definirá como elemento “detección”.

Para definir la amenaza en la calidad del agua, se ha propuesto un análisis de los principales posibles impactos y su probabilidad de ocurrencia, así como la capacidad de detección, el resultado será entonces un índice de amenaza.

4.3.1. Ocurrencia

El elemento ocurrencia es la probabilidad de que una manifestación del cambio climático pudiera presentarse o no, y está será calificada de acuerdo a los antecedentes o factores que intervienen en los sistemas y servicios vulnerables urbanos evaluados, los actores que tengan la tarea de evaluar el índice, deberán de utilizar el mayor numero de herramientas y conocimiento para obtener un índice lo mas objetivo posible.

Para el caso de determinar ocurrencias o probabilidades futuras utilizaremos los escenarios climatológicos propuestos por IPCC.

Cuadro 4. Calificación de ocurrencia

OCURENCIA	
Probabilidad	Calificación
100% Probable	1.0
Muy alto: Manifestaciones persistentes y peligrosas	0.9
Muy alto: Peligroso con advertencia.	0.8
Alto: Manifestaciones frecuentes	0.7
Moderadamente alto	0.6
Moderado: Manifestaciones ocasionales	0.5
Bajo	0.4
Moderadamente Bajo: Relativamente pocas manifestaciones	0.3
Remota: La manifestación es improbable	0.2
Muy remota: improbable	0.1

Fuente: *Elaboración propia.*

4.3.2. Detección

El clima varía continuamente en todas las escalas temporales. La detección del cambio climático es el proceso que muestra que el clima ha cambiado en algún sentido definido estadísticamente, sin tener que aportar una razón para explicar dicho cambio (IPCC, 2008). Una manera de detectar los impactos de cambio climático en la calidad del agua es encontrando tendencias de incremento en la temperatura del agua con respecto al tiempo, lo que puede deberse a la estrecha correlación que existe entre la temperatura ambiente y temperatura del agua (IMTA, 2011).

Para evaluar la capacidad de detección, proponemos ciertos criterios de evaluación que van de una calificación del 0.1 al 1.0.

Cuadro 5. Calificación de la detección

Detección	Criterio	Tipo de control	Método de detección	Calif.
Casi imposible	Certeza absoluta de no medición	C	No puede detectarse	1.0
Muy remota	Los controles probablemente no lo detectarían	C	El control se logra con monitores indirectos o aleatorios	0.9
Remota	Los controles tienen poca probabilidad de detección	C	El control solo es logrado con inspección visual	0.8
Muy bajo		C	El control es logrado solo con doble inspección visual	0.7
Bajo	Los controles pueden detectarlos	B	El control es logrado con métodos gráficos	0.6
Moderado		B	El control está basado en medición de variables	0.5
Altamente moderado		B	Se lleva un control de calidad en los datos	0.4
Alta		B	Se lleva un control de calidad de los datos y análisis estadístico de los mismos	0.3
Muy alta	Los controles tienen casi la certeza de detectarlo	B	Se lleva control de calidad de los datos, análisis estadístico y criterios de homogeneidad de los datos	0.2
Excelente	Los controles tienen la certeza de detectarlo	A	Se tiene implementado un sistema permanente de administración y mantenimiento de los metadatos	0.1

Tipo de control

A: Administración de metadatos

B: Análisis estadístico de los datos

C: Interpretación sin datos

Fuente: *Elaboración propia.*

5. PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS ADAPTACIÓN

Priorizar las medidas de adaptación no resulta una tarea fácil, si bien cada lugar en específico deberá determinar su número de riesgo, evaluando cada una de las manifestaciones del cambio climático para cada uno de los factores y sectores afectados.

Para la priorización de las medidas de adaptación, se propone una herramienta que debe ser aplicada por las autoridades competentes de cada uno de los sectores, así como de los entes responsables de coordinar y/o gestionar las medidas adaptativas que resulten del análisis propuesto. Se busca que sea una herramienta viva que de seguimiento al cumplimiento de la implementación de las acciones, una vez cumplidas las acciones habrá que recalcular el índice de riesgo y enfocar nuevamente los esfuerzos en cumplir las nuevas acciones. Lo anterior, implicara el realizar la gestión del riesgo, ya que de esta manera de forma paulatina pero constante el riesgo será cada vez menor que el inicial.

Para ello mostramos un ejemplo de la manera de determinar el número de riesgo para cada manifestación.

5.1. Determinación del índice de riesgo

En el cuadro seis, se muestra un ejercicio para determinar el índice de riesgo de cada una de las manifestaciones del cambio climático por sistemas y servicios vulnerables en las zonas urbanas.

El índice con el numero mayor de riesgo será el que requiera mayor atención, y con el cual se deberán definir e implementar las medidas adaptativas necesarias, es evidente que el índice de riesgo solo podrá disminuir reduciendo el índice de vulnerabilidad social que comprende elementos como: Salud, Escolaridad, Empleo e Ingreso, Vivienda y Población, elementos que requieren de una planeación y estrategia de los tres niveles de gobierno. Otra manera de reducir este índice de riesgo es bajando el índice de detección que de cierta manera esta enfocado a una prevención de la amenaza y el que posiblemente requiere un menor costo para su implementación. De que ocurra la manifestación del cambio climático o no en el servicio o sistema evaluado, dependerá de los dos elementos mencionados (IVS y detección de la amenaza).

Cuadro 6. Determinación de índice de riesgo

Sistemas y servicios vulnerables en las ciudades						
Sector: Suministro de energía Región afectada: Guerrero		Instituciones involucradas: Secretaría de energía, CFE, Gobierno del Estado				
Factor	Manifestación	IVS	AMENAZA		NDR	Medidas de adaptación
			Ocurrencia	Detección		
Aumento del nivel del mar	Daños a la infraestructura costera y la energía	0.6	0.9	0.8	0.432	Establecer un control eficiente de prevención, suministro de energía de emergencia alterna.
Aumento de las precipitaciones torrenciales e inundaciones	Destrucción física de la infraestructura de transmisión y distribución	0.6	0.9	0.8	0.432	Fortalecimiento de la infraestructura y replaneación de las ciudades costeras
Descenso de las precipitaciones, escasez de agua y sequías	Reducción de los caudales, lo que afecta a las plantas de energía que utilizan el agua de refrigeración	0.6	0.7	0.6	0.252	Implementar otro tipo de fuente de energía emergente
	Reducción en el flujo de las corrientes que afectan la producción de energía hidroeléctrica	0.6	0.7	0.6	0.252	Implementar otro tipo de fuente de energía emergente
Incremento de las temperaturas	En ríos, reducción en la eficiencia de la refrigeración en centrales térmicas. El aumento de las necesidades de refrigeración, aumenta la extracción de agua para la refrigeración termoeléctrica.	0.6	0.7	0.6	0.252	Tecnificar los sistemas de enfriamiento de las termoeléctricas

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en este cuadro de ejercicio del Estado de Guerrero que el mayor índice de riesgo está dado por los factores de "Aumento en el nivel del mar" y "Aumento en las precipitaciones torrenciales e inundaciones" manifestándose en daños a la infraestructura costera, transmisión y distribución de la energía, esto debido principalmente a una alta ocurrencia y a una deficiente detección de la amenaza. Véase que la evaluación debe hacerse para cada uno de los sectores que integran los sistemas y servicios vulnerables en las ciudades.

Una vez identificados los factores con mayor índice de riesgo, se deben definir las medidas de aportación, para el ejercicio define que algunas de las medidas podrán ser eficiente en control de monitoreo y prevención, implementar un suministro de energía de emergencia alterna, así como fortalecer la infraestructura y replaneación de las ciudades costeras, una vez implementadas estas medidas adaptativas, habrá que recalculer el índice de riesgo y atacar nuevamente aquellas que obtengan el mayor índice.

5.2. Priorización de las medidas de adaptación de acuerdo al índice de riesgo

Un índice de riesgo varía de acuerdo al contexto local o regional, si bien se comparten los problemas globales de cambio climático, el IVS es diferente en cada municipio. Al priorizar las medidas de adaptación, se debe enfatizar en aquellos elementos que pudieran reducir de manera general el índice de riesgo.

El elemento detección, con respecto a la calidad de los cuerpos de agua es deficiente, y éste hace que el resultado del índice de amenaza sea elevado. Se pudiera tener un sistema de detección de la amenaza en la calidad del agua, el índice de riesgo reduciría considerablemente.

Una vez realizado el ejercicio se enlista de manera prioritaria, las medidas adaptativas que se considera pudieran ayudar a minimizar el índice de riesgo de manera general en las áreas urbanas.

Cuadro 7. Opciones de medidas de adaptación y sus beneficios

No.	Causa	Acción	Impacto	VULNERABILIDAD					AMENAZA	
				Salud	Escolaridad	Empleo e Ingreso	Vivienda	Población	Ocurrencia	Detección
1	Incremento en la cantidad de nutrientes en el agua	Limpiando acequias y canales.	<ul style="list-style-type: none"> Disminuye la ocurrencia de sólidos suspendidos en cauces de ríos. Reduce el riesgo de inundación en zonas pobladas susceptibles. 					X	X	
		Realizando un eficiente manejo de los desechos sólidos comunitarios	<ul style="list-style-type: none"> Reduce la ocurrencia de contaminación de las fuentes de agua por lixiviados. Menor grado de insalubridad por contacto con agua contaminada. 	X					X	
		Aumentando el porcentaje de agua residual tratada.	<ul style="list-style-type: none"> Reducir el contenido de materia orgánica en las descargas a cuerpos de agua superficiales. 						X	
		Implementando prácticas conservacionistas como: Reforestación de cuencas y recuperación de vegetación riparia	<ul style="list-style-type: none"> Retención de suelo y disminución de la erosión en pendientes. Reduce el riesgo en zonas pobladas susceptibles a derrumbes y/o deslaves. Reduce los sólidos suspendidos en los cuerpos de agua. 					X	X	
2	Ausencia de vigilancia y monitoreo.	Elaborar mapas de riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> Prevé y detecta zonas con medidas prioritarias de adaptación. Reduce la vulnerabilidad en la salud al fortalecer las campañas de prevención por contaminación del agua. 	X						X
		Monitoreo permanente de los cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> Permite detectar y tomar acciones sobre remoción específica de ciertos parámetros de calidad del agua. 						X	X
		Realizar mapas de zonas prioritarias de protección costera.	<ul style="list-style-type: none"> Permite detectar y tomar decisiones para implementar acciones de adaptación en la zona costera. 							

No.	Causa	Acción	Impacto	VULNERABILIDAD					AMENAZA	
				Salud	Escolaridad	Empleo e Ingreso	Vivienda	Población	Ocurrencia	Detección
3	Disponibilidad de agua	Realizando acciones de captación y tratamiento del agua de lluvia.	<ul style="list-style-type: none"> Motivar la recuperación de caudales por uso de agua de lluvia, disminución de fugas en las redes del sistema de agua potable y ahorro del agua. Disminución en los posibles problemas de salud por falta de agua. Reduce los posibles conatos sociales por estrés hídrico. 	X				X	X	
		Disminuyendo fugas en el sistema de agua potable.								
		Reforzar las prácticas de ahorro en el consumo de agua.								
		Sectorizar las redes de distribución de agua potable.								
		Realizar la recuperación de caudales en ríos con gastos mayores al ecológico.	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la capacidad de resiliencia de los acuíferos y proteger la calidad ambiental del agua. Incremento en el caudal. 							
		Reducir la extracción de agua en cuerpos de agua afectados								
		Modificar los códigos de construcción para permitir la infiltración de agua de lluvia tratada en cada predio.	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en la recarga de acuíferos. 							
		Proteger los ecosistemas costeros de la urbanización, especialmente los humedales.	<ul style="list-style-type: none"> Reduce la vulnerabilidad de la población susceptible a huracanes. Ayuda como barrera de intrusión salina Mayores acciones de infiltración de agua de lluvia en zonas costeras. Incrementa la población de especies marinas y ayuda a la economía local. 							
		Mejorar la gestión de los sistemas públicos, estableciendo mercados eficientes y tarifas reales para agua.	<ul style="list-style-type: none"> Motiva al ahorro del agua e inversión en mejoramiento de infraestructura. 							
		Realizar reingeniería de los procesos de potabilización y adoptar tecnologías mejoradas.	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en la eficiencia de remoción de metales, COPs y turbiedad, así como mejorar los procesos para la disminución de cianotoxinas. 							
Separar el drenaje pluvial del de agua residual.	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la eficiencia y reducir los costos de 									

No.	Causa	Acción	Impacto	VULNERABILIDAD					AMENAZA		
				Salud	Escolaridad	Empleo e Ingreso	Vivienda	Población	Ocurrencia	Detección	
			operación de las plantas de tratamiento.								
4	Gestión integral de aguas superficiales y subterráneas.	Realizar acciones conjuntas de los tres órdenes de gobierno.	<ul style="list-style-type: none"> Aumenta la sinergia del sector 								
		Establecer una administración sustentable del agua.	<ul style="list-style-type: none"> Reduce la ocurrencia de problemas de disponibilidad de agua por ineficiencia, ayuda a la toma de decisiones en tiempo y forma. 								
		Elaborar una legislación y marcos normativos que contemplen el cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> Aumenta la certidumbre en las acciones implementadas y asegura su continuidad y mejora 								
		Elaborar planes estatales y municipales de adaptación al cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> Da efectividad y continuidad a los planes establecidos ayudando a reducir la vulnerabilidad en todos sus elementos (Salud, escolaridad, empleo, vivienda y población). Capacidad para detectar y prevenir los posibles efectos del cambio climático. Reduce el riesgo de impactos por efecto del cambio climático. 								
		Dar apoyo financiero y técnico a acciones de adaptación y mitigación de los impactos por el cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> Asegura el éxito de las medidas de adaptación y mitigación implementadas. 								
		Implementar acciones de educación ambiental en el tema de calidad del agua – cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> Futuras generaciones comprometidas con ser parte de una nueva visión de trabajo incluyente con el medio ambiente 								
		Mejorar la gestión de los sistemas públicos, estableciendo mercados eficientes y tarifas reales para agua.	<ul style="list-style-type: none"> Logra la autosuficiencia del organismo e incentiva el ahorro del agua. 								
		Apoyar iniciativas locales que impulsen la vigilancia y monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> Asegura el éxito de la prevención reduciendo el riesgo. 								

6. POLÍTICAS PÚBLICAS COMO HERRAMIENTA PARA EL PROCESO DE ADAPTACIÓN.

La gestión integral del agua o gestión integral de los recursos hídricos es el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable.¹

Esta gestión es uno de los principios que sustentan la política hídrica nacional² por lo que las acciones y los recursos contenidos en el Programa Nacional Hídrico deben estar encaminados a lograr esta gestión. En ese sentido, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) tiene una función primordial para materializar esta gestión, toda vez que debe:³

- Constituirse en el centro de excelencia en el conocimiento actualizado de la gestión integrada de los recursos hídricos.
- Integrar y mantener actualizado el Centro Nacional Documental Técnico y Científico sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.
- Desarrollar y estrechar relaciones con las organizaciones internacionales vinculadas con los temas de agua y su gestión integrada, y establecer relaciones de intercambio académico y tecnológico con instituciones y organismos mexicanos, extranjeros o internacionales.
- Desarrollar y probar instrumentos de gestión integrada de recursos hídricos de diversa índole para apoyar el desarrollo del Sector Agua y coadyuvar en la solución de los problemas hídricos e hidráulicos del país.
- Realizar por sí o a solicitud de parte estudios y brindar consultorías especializadas en materia de hidráulica, hidrología, control de la calidad del agua, de gestión integrada de los recursos hídricos.

En el marco de la gestión integral de los recursos hídricos, el IMTA realizó el estudio *“Impacto del cambio climático en la calidad del agua”* en el cual se identifican problemáticas muy puntuales en la medición del impacto climático en la calidad del agua dentro de las cuales destacan:

¹ Ley de Aguas Nacionales. Artículo 3 fracción XXIX.

² Ley de Aguas Nacionales. Artículo 14 Bis 5 fracción X.

³ Ley de Aguas Nacionales Artículo 14 Bis 3 fracciones III a VII.

Problemáticas identificadas.

1. Los monitoreos del agua no consideran parámetros que midan el efecto del cambio climático en la calidad del agua.
2. En México, los datos de calidad del agua necesarios para analizar este fenómeno son insuficientes y no existe una metodología específica desarrollada para ponderar los efectos.
3. Asimismo, se identificó que es necesario redefinir los parámetros, reforzar los monitoreos, generar los datos y construir instrumentos de análisis que permitan organizar y evaluar la información para observar estos impactos en la calidad del agua.
4. Existe un vacío en las agendas del agua y de cambio climático ya que no consideran a la fecha la relación cambio climático-calidad del agua.
5. Ausencia en la Ley de Aguas Nacionales y en la Norma Oficial Mexicana NOM 127 de una metodología de análisis y evaluación de los datos.
6. No se ha materializado la formalización del Comité Técnico Especializado de Información en materia de Agua (CETAGUA).
7. Incumplimiento del marco jurídico vigente en materia de monitoreo.
8. Incumplimiento de la operación institucional dentro de los ámbitos reglamentarios vigentes.

Para hacer frente a estas problemáticas, el IMTA propone las siguientes medidas de política pública:

Propuestas de Políticas Públicas.

1. Incorporar en los monitoreos, parámetros específicos para evaluar el efecto del cambio climático en la calidad del agua.
2. Incorporar en la Ley de Aguas Nacionales el referente de cambio climático.
3. Proponer la metodología de análisis de datos para adiccionarla a la NOM 127- SSA1-1994 y en la Ley de Aguas Nacionales en lo que se refiere a aguas superficiales.
4. Posicionar institucionalmente la Metodología de análisis y evaluación generada (Guía metodológica).
5. Coadyuvar a la formación del CETAGUA.
6. Reforzamiento interinstitucional sobre el problema del cambio climático.
7. Generar nuevos cuadros de ambientalistas con una visión de administradores públicos enriqueciendo los programas de posgrados del IMTA.
8. Promover la publicación institucional de los resultados de la investigación.
9. Coadyuvar a la materialización de una gestión integral del agua.

El presente documento tiene como objetivo revisar la viabilidad jurídica de cada una de las propuestas de política pública, a partir del contenido del marco legal vigente que permita dar fundamento legal suficiente para la promoción e implementación de las propuestas. Es importante mencionar que algunas de las propuestas originales fueron modificadas para quedar como sigue:

1. Incorporar en los monitoreos, parámetros específicos para evaluar el efecto del cambio climático en la calidad del agua.

La actividad de monitoreo del agua arroja información periódica acerca de las características de un cuerpo de agua. Al analizar esa información se realiza una evaluación de calidad del agua, en el cual se analizan condiciones físicas, biológicas y químicas del agua, en relación a su calidad natural, a los efectos en el ser humano y a los usos propuestos, especialmente aquellos que pueden afectar la salud humana y la salud del sistema acuático mismo.⁴

Para el año 2009, el monitoreo de calidad del agua que hacía la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) consideraba principalmente tres indicadores: Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Este monitoreo se hacía en 1,510 sitios en todo el país.⁵ Sin embargo, y de conformidad con el estudio del IMTA han de incorporarse otros parámetros que permitan medir y evaluar los efectos del cambio climático en la calidad del agua con el propósito de tener mejor información que permita las mejores decisiones de política pública a quienes toman decisiones.

En ese sentido, es facultad de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) evaluar la calidad de ambiente y establecer y promover el sistema de información ambiental, que incluirá los sistemas de monitoreo atmosférico, de suelos y de cuerpos de agua de jurisdicción federal⁶ así como conducir las políticas nacionales sobre cambio climático⁷ y promover y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura y los servicios necesarios para el mejoramiento de la calidad del agua.

Esta facultad se ejerce a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual funge como “autoridad del agua”, en términos de las Ley de Aguas Nacionales. De manera particular, y con relación a la obligación de monitoreo, corresponde a la autoridad del agua realizar el monitoreo sistemático y permanente de la calidad del agua, y mantener actualizado el Sistema de Información de la Calidad del Agua a nivel nacional, coordinado con el Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del Agua⁸.

Específicamente, y de conformidad con el Reglamento Interior de la CONAGUA, corresponde a la Subdirección General Técnica autorizar los instrumentos administrativos en materia de estudios, trabajos y servicios hidrológicos, geohidrológicos, de calidad de las aguas nacionales y su

⁴ IMTA p. 19 2011.

⁵ Situación de los recursos hídricos. CONAGUA. Recuperado el 2 de octubre de 2012, de <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=87&n4=29>.

⁶ Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Artículo 32 Bis Fracción XIV.

⁷ Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Artículo 32 Bis Fracción XVI.

⁸ Ley de Aguas Nacionales. Artículo 86 fracciones I y XIII inciso a.

monitoreo⁹ así como diseñar, instrumentar y operar las redes de monitoreo de niveles y calidad de agua subterránea, procesar los datos obtenidos, interpretarlos e incorporarlos al sistema de información.¹⁰ Para realizar estas actividades, la Subdirección delega en la Gerencia de Calidad de Aguas y la Gerencia de Aguas Subterráneas la facultad de diseñar, operar e integrar la información obtenida de los monitoreos de calidad del agua, superficial y subterránea respectivamente.¹¹

2. Incorporar en la Ley de Aguas Nacional el referente de Cambio Climático.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) vigente no hace mención alguna al cambio climático y por lo tanto tampoco existen regulaciones dentro de esta ley que favorezcan la implementación de medidas de adaptación al mismo. Sin embargo, en el último año se dieron importantes cambios en otras leyes del ordenamiento jurídico que han integrado el referente de cambio climático dentro de sus contenidos.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) fue modificada a efectos de considerar las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático como causas de utilidad pública.¹² Asimismo, define al cambio climático como el *“cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempos comparables”*.¹³

Se establecen también facultades para la Federación, los Estados y los municipios para formular y ejecutar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.¹⁴ Asimismo, se incluyó dentro de la LGEEPA el fomento de la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación que permita determinar la vulnerabilidad, así como las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Para ello, se podrán celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones del sector social y privado, investigadores y especialistas en la materia.¹⁵

Por otro lado, el 6 de junio de 2012 se aprobó la Ley General de Cambio Climático (LGCC) la cual contempla la distribución de competencias entre Federación, Estados y municipios para hacer frente al cambio climático, así como crear las bases institucionales y programáticas necesarias para hacer operativa la ley.

⁹ Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua. Artículo 52 fracción II inciso c.

¹⁰ Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua. Artículo 52 fracción IV inciso c.

¹¹ Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua. Artículos 53 y 57.

¹² Artículo 2 Fracción V. Modificada el 28 de enero de 2011.

¹³ Artículo 3 Fracción V Bis. Modificada el 28 de enero de 2011.

¹⁴ Artículo 6 Fracción XXI, Artículo 7 Fracción XXI, Artículo 8 Fracción XVI. Modificados el 28 de enero de 2011.

¹⁵ Artículo 41. Modificado el 29 de mayo de 2012.

En la ley se establecen también cuáles son las medidas y acciones que deberán ser consideradas e implementadas por las dependencias para lograr la adaptación y la mitigación al cambio climático. A continuación las medidas y acciones relacionadas con el sector hídrico.

Mitigación.	Adaptación.
<ul style="list-style-type: none"> • Reconvertir las tierras agropecuarias degradadas a productivas mediante prácticas de agricultura sustentable o bien, destinarlas para zonas de conservación ecológica y recarga de acuíferos. • Fortalecer los esquemas de manejo sustentable y la restauración de bosques, selvas, humedales y ecosistemas costero-marinos, en particular los manglares y los arrecifes de coral. • Diseñar políticas y realizar acciones para la protección, conservación y restauración de la vegetación riparia en el uso, aprovechamiento y explotación de las riberas o zonas federales, de conformidad con las disposiciones aplicables de la Ley de Aguas Nacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación; • Los programas hídricos de cuencas hidrológicas. • La infraestructura estratégica en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos. • Elaborar los diagnósticos de daños en los ecosistemas hídricos, sobre los volúmenes disponibles de agua y su distribución territorial. • Promover el aprovechamiento sustentable de las fuentes superficiales y subterráneas de agua; • Fomentar la recarga de acuíferos, la tecnificación de la superficie de riego en el país, la producción bajo condiciones de prácticas de agricultura sustentable y prácticas sustentables de ganadería, silvicultura, pesca y acuicultura; el desarrollo de variedades resistentes, cultivos de reemplazo de ciclo corto y los sistemas de alerta temprana sobre pronósticos de temporadas con precipitaciones o temperaturas anormales.

	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar el cobro de derechos y establecimiento de sistemas tarifarios por los usos de agua que incorporen el pago por los servicios ambientales hidrológicos que proporcionan los ecosistemas a fin de destinarlo a la conservación de los mismos. • Fortalecer la resistencia y resiliencia de los ecosistemas terrestres, playas, costas y zona federal marítima terrestre, humedales, manglares, arrecifes, ecosistemas marinos y dulceacuícolas, mediante acciones para la restauración de la integridad y la conectividad ecológicas.
--	--

La Ley también prevé la elaboración sexenal del Programa Especial de Cambio Climático, el cual deberá contener las metas de adaptación relacionadas con la gestión integral del riesgo; aprovechamiento y conservación de recursos hídricos; agricultura; ganadería entre otros.¹⁶

No obstante esta inclusión en la Ley de Cambio Climático, es importante revisar la LAN para poder incluir dentro de ésta reformas que ayuden a hacer operativos los preceptos de la LGCC y poder hacer frente a los efectos del cambio climático en la calidad del agua. En particular, se sugiere ampliar las facultades de CONAGUA para incluir medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en el programa hídrico nacional, actualizar periódicamente los estudios de disponibilidad y calidad y cantidad del agua, decretos de veda, entre otros.

3. Presentar la metodología de análisis de metadatos para adicionar en la NOM-127-SSA1-1994 y en la Ley de Aguas Nacionales en lo que a aguas superficiales se refiere.

La NOM-127-SSA1-1994. *Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización* es una norma cuyo objetivo es establecer los límites máximos permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumos humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimientos públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya en el territorio nacional.

¹⁶ Ley General de Cambio Climático. Artículo 67 fracción III.

Esta norma se publicó por vez primera el 30 de noviembre de 1995 y su última modificación se realizó en el año 2000. Conforme a lo establecido en la Ley Federal de Metrología y Normalización debió ser revisada y actualizada en 2005 toda vez que las normas oficiales deber ser revisadas cada cinco años.¹⁷ Sin embargo, en el Programa Nacional de Normalización de dicho año no se incluye la revisión de esta norma.

Es hasta el año 2008 que la Secretaría de Salud inscribe dentro del Programa Nacional de Normalización el Proyecto de Norma Oficial Mexicana *NOM-250-SSA1-2007, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad del agua, vigilancia y evaluación del control de calidad de los sistemas de abastecimiento*, el cual es un proyecto que conjunta a las normas oficiales mexicanas NOM-127-SSA1-1994. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización y la NOM-179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.

Dicha NOM se ha reprogramado hasta el Programa de Normalización de 2012 aun vigente, lo cual significa que se sigue trabajando en el contenido de la misma. En ese sentido, conviene incorporar al IMTA al Grupo de Trabajo de la NOM formado por la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) con el propósito de presentar la metodología durante las sesiones del Grupo de Trabajo y poder incorporarla en el texto de la misma antes de que se apruebe su publicación en versión final. En ese sentido, la ley aplicable al proceso de normalización establece que la dependencia interesada en participar en la elaboración de una norma oficial mexicana debe manifestar por escrito su interés al Comité de normalización respectivo a efectos de integrarse al grupo de trabajo de dicha norma.¹⁸

4. Posicionar institucionalmente la Metodología de análisis y evaluación generada (Guía metodológica).

Uno de los resultados del estudio hecho por el IMTA es el diseño de una metodología de análisis y evaluación que permite medir los efectos del cambio climático en la calidad del agua. De acuerdo con el documento *“Impacto del Cambio Climático en la Calidad del Agua en México”* la metodología puede ser utilizada con la información que ya generan los 1,510 sitios de monitoreo de calidad de agua operados por CONAGUA. Esto permite que la metodología pueda ser utilizada por diversos actores, incluidos: Universidades, Organizaciones no gubernamentales, Consejos y Comités de Cuenca, CETAGUA, las Secretarías de Medio Ambiente y Protección Civil a nivel estatal, los Organismos Operadores de Agua Potable entre otros.

¹⁷ Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Artículo 51.

¹⁸ Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Artículo 31.

En ese sentido, es función del IMTA promover y transferir las tecnologías desarrolladas y los resultados que se obtengan de las investigaciones¹⁹ por lo que puede posicionar esta metodología toda vez que cuenta con la facultad suficiente para hacerlo. Asimismo, dentro de las atribuciones del IMTA se encuentran el desarrollar y probar instrumentos de gestión integrada de recursos hídricos de diversa índole para apoyar el desarrollo del Sector Agua y coadyuvar en la solución de los problemas hídricos e hidráulicos del país²⁰ así como proponer orientaciones y contenidos para la Política Nacional Hídrica y el Programa Nacional Hídrico.²¹

Por lo tanto, es conveniente incorporar dentro de estos programas de política pública los resultados obtenidos en este estudio y con ello generar las líneas de acción y el presupuesto que permita aplicar la metodología propuesta.

El reto en la mayoría de los casos, no es la falta de atribuciones del IMTA, sino la rotación de personal que hay dentro de las instancias gubernamentales y la falta de continuidad en el caso del personal capacitado. En este sentido lo ideal podría ser generar un software que por región hidrológica o por estado incorpore los parámetros y brinde constantemente la información. Dicha información podría estar incorporada a una red administrada por el IMTA, alguna(s) universidades locales y la CONAGUA y tener información pública disponible electrónicamente. Los costos del proyecto podrían ser cubiertos de forma conjunta entre los gobiernos estatales y la CONAGUA, con participación de las Universidades con las plataformas electrónicas o con el personal analista.

5. Fortalecer el Comité Técnico Especializado en Materia del Agua (CETAGUA) y promover la participación del IMTA en el mismo.

Los Comités Técnicos Especializados son instancias colegiadas de participación y consulta creados por acuerdo de la Junta de Gobierno del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y están integrados por representantes de las Unidades del Estado²² y del Instituto, quien promoverá su conformación y adecuado funcionamiento. Tienen como propósito la elaboración y revisión de las normas técnicas, lineamientos, metodologías y demás proyectos y procesos requeridos para la integración del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, así como promover su conocimiento y aplicación entre las Unidades del Estado.²³

En el marco de la implementación del Sistema Nacional y de los Sistemas Regionales de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del Agua (SINA), el Comité Técnico

¹⁹ Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (30 de octubre de 2001). Artículo 3 fracción XI.

²⁰ Ley de Aguas Nacionales. Artículo 14 Bis 3 fracción VI.

²¹ Ley de Aguas Nacionales. Artículo 14 Bis 3 fracción VIII.

²² Áreas administrativas que cuenten con atribuciones para desarrollar Actividades Estadísticas y Geográficas o que cuenten con registros administrativos que permitan obtener Información de Interés Nacional.

²³ Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Artículos 31 y 32.

Especializado en Materia del Agua (CETAGUA) se crea en 2009.²⁴ Este Comité se integra por CONAGUA, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), SALUD, INEGI Instituto Nacional de Ecología (INE) y dentro de sus funciones se encuentran el generar indicadores e información estadística y/o geográfica que permitan estimar la calidad del agua (aguas continentales y costeras).²⁵

En 2010 sesiona por primera vez el CETAGUA y en 2011 inicia la integración de la base geográfica estadística del SINA. Sin embargo, y de conformidad con los reportes semestrales de dicho Comité, el factor de cambio climático no está presente en la generación de indicadores de cambio climático y recursos hídricos.²⁶ Si CETAGUA es quien debe encabezar los esfuerzos de medición de calidad y cantidad de agua, será fundamental que integre los parámetros propuestos en la metodología del IMTA, para que se institucionalicen.

6. Generar alianzas e intercambios entre el sector público, privado, social y académico para hacer frente al problema del cambio climático.

Es de primera importancia que la coordinación y colaboración entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Instituto Nacional de Información, Estadística y Geografía (INEGI), Secretaría de Salud, y demás dependencias competentes, se refuerce y fortalezca, para lograr una mejor respuesta ante el cambio climático en materia de agua. Por lo que dicha medida no sólo resulta pertinente, sino de primera importancia.

En ese sentido, el Presidente de la República puede establecer comisiones intersecretariales para la atención de actividades de la planeación nacional que deban desarrollar conjuntamente varias Secretarías de Estado.²⁷ Es en el ejercicio de esta facultad, que en 2005 se crea la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) con el objeto de coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero así como la adaptación a los efectos del cambio climático.²⁸

²⁴ Sistema Nacional de Información sobre Cantidad, Calidad, Usos y Conservación del Agua (SINA). CONAGUA. Recuperado el 2 de octubre de 2012, de <http://www.conagua.gob.mx/>

²⁵ Formato De Acuerdo Para La Creación De Comités Técnicos Especializados (2009).

Recuperado el 2 de octubre de 2012 de,

http://www.snieg.mx/contenidos/espanol/comites/cte_acuerdos/geo/CTE%20de%20Agua.pdf

²⁶ Informes semestrales de los Comités Técnicos Especializados. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Recuperado el 2 de octubre de 2012, de <http://www.snieg.mx/>

²⁷ Ley de Planeación. Artículo 19. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Artículo 21.

²⁸ ACUERDO por el que se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Artículo Primero.

Con la publicación de la LGCC se fortalece la existencia de la CICC ya que se contempla dentro de esta ley la existencia permanente de la Comisión, dotando a esta de mayor certeza jurídica y continuidad en el ejercicio de sus funciones.²⁹ Una de estas funciones y que tiene estrecha relación con los efectos del cambio climático en la calidad del agua y la medida propuesta es que la Comisión debe promover la coordinación de acciones de las dependencias y entidades de la administración pública federal en materia de cambio climático.³⁰

Además de lo anterior, existe la facultad de las dependencias de la administración pública para celebrar contratos y convenios de coordinación y concertación necesarios para cumplir con su objeto. En ese sentido, el IMTA cuenta con la facultad de ejecutar toda clase de actos y celebrar toda clase de contratos y convenios necesarios para el cumplimiento de su objeto, en este caso, para proponer orientaciones de política hidráulica nacional, contribuir al fortalecimiento de la capacidad institucional del sector agua en México y coadyuvar en la solución de los problemas hidráulicos del país.³¹

Por lo que hace a las alianzas del sector público con el privado, el social y el académico, existen diversos ordenamientos jurídicos en la materia que ayudan a formalizar la creación de estas alianzas, tanto en lo general, como en el tema de cambio climático y sus efectos en la calidad del agua. Así por ejemplo, la LAN establece que es facultad de CONAGUA celebrar convenios de coordinación con la Federación, el Distrito Federal, estados, y a través de éstos, con los municipios y sus respectivas administraciones públicas, así como de concertación con el sector social y privado, y favorecer, en el ámbito de su competencia, en forma sistemática y con medidas específicas, la descentralización de la gestión de los recursos hídricos.³²

La LGEEPA también establece la concertación con sector privado, social y académico para realizar acciones que favorezcan el equilibrio ecológico y en particular, promoverá la concertación de acciones de preservación y restauración de los ecosistemas acuáticos con los sectores productivos y las comunidades.³³

Finalmente, el IMTA a través del Director General tiene facultades para celebrar convenios con el sector privado y el social a fin de cumplir con el objeto para el cual fue creado el Instituto.³⁴

²⁹ Ley General de Cambio Climático. Artículo 45.

³⁰ Ley General de Cambio Climático. Artículo 47 fracción I.

³¹ Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (30 de octubre de 2001). Artículo 3 fracciones XIV y XV.

³² Ley de Aguas Nacionales. Artículo 9 fracción XXV.

³³ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Artículo 96.

³⁴ Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano del Agua. Artículo 9 fracción X.

7. Fortalecer y generar capacidades del sector hídrico, a través de la formación de recursos humanos.

El IMTA tiene dentro de sus atribuciones coordinar, fomentar y dirigir las acciones de investigación y desarrollo tecnológico en materia de agua, incluyendo su difusión, y la formación y capacitación de recursos humanos calificados, que contribuyan a asegurar el aprovechamiento y manejo sustentable e integral del agua.³⁵

Asimismo, es mandato del IMTA apoyar la superación académica, el adiestramiento técnico y la capacitación profesional de sus trabajadores, a fin de mejorar sus conocimientos, la productividad, la responsabilidad y la seguridad en el trabajo.³⁶

Para lograr lo anterior, resulta fundamental que la implementación de programas que coadyuven a fortalecer las habilidades, destrezas y competencias técnicas del personal del sector y a la formación de profesionales especializados que cuenten con una visión integral del sector, se prioricen, para que puedan orientar la construcción de políticas públicas sobre el impacto del cambio climático en la calidad de agua y a los retos que esto implica para el sector; es decir, “proponer orientaciones de política hidráulica nacional, contribuir al fortalecimiento de la capacidad institucional del sector agua en México y coadyuvar en la solución de los problemas hidráulicos del país”³⁷, así como el “contribuir al desarrollo, difusión e implantación de aquellas tecnologías del agua que mejor se adapten a las condiciones del país”.³⁸

Por ejemplo, se deberá dar seguimiento y fortalecer acciones, como el sistema de certificación de competencias laborales realizado por el IMTA, para que las instituciones y organizaciones relacionadas con el manejo del agua en el país cuenten con personal calificado, preparado y formado en su función individual, para lograr, por ejemplo, una mejor atención en el servicio de abastecimiento de agua potable, operación de plantas de tratamiento, sistemas de medición y potabilizadoras.

Por otra parte, será necesario que programas de estudio integren el aspecto jurídico y el técnico en la gestión de recursos hídricos. En ese sentido, se debe hacer una revisión de los programas de posgrado de instituciones públicas, y promover convenios con aquellos programas en los que se pueda incorporar o asegurarse que está incorporada la visión de administrador público, así como

³⁵ Ley de Aguas Nacionales. Artículo 14 bis 3, fracción I. Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (30 de octubre de 2001. Artículo 3 fracción I.

³⁶ Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (30 de octubre de 2001) Artículo 13.

³⁷ Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (30 de octubre de 2001) Artículo 3.

³⁸ Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (30 de octubre de 2001) Artículo 3.

tener de manera claramente definido el perfil de los egresados. Es de utilidad generar sinergias con otros programas de posgrados nacionales e internacionales para enriquecer el contenido de los posgrados.

Así por ejemplo, dentro de las funciones del IMTA se encuentra el desarrollar proyectos de investigación y de educación y capacitación especializadas de interés para otras instituciones, los cuales se realizarán bajo convenios y contratos específicos; así como establecer relaciones de intercambio académico y tecnológico con instituciones y organismos mexicanos, extranjeros o internacionales.³⁹

En ejercicio de esta facultad, el IMTA ha realizado convenios con la Universidad Politécnica de Madrid, Colegio de la Frontera Norte, CATHALAC, Universidad de Lousiana, UNESCO-IHE y la Fundación Politécnica de Catalunya. Este tipo de cooperación interinstitucional, mediante acciones de vinculación con universidades y organismos internacionales, resulta fundamental para impulsar procesos de desarrollo de capacidades en materia de agua. Es positivo ampliar la lista de contrapartes con las que se tienen convenios de este tipo, sin embargo, será importante también sistematizar los logros alcanzados, a través de estas experiencias, para aprovechar de la mejor manera estos esfuerzos.

8. Mejorar la adaptación y la gestión del cambio climático y sus efectos en la calidad del agua a partir de la publicación de datos.

La generación de datos actualizados así como lo publicación de los mismos es una herramienta fundamental para la toma de decisiones adecuadas que permitan llevar a cabo medidas de adaptación oportunas y así reducir la vulnerabilidad del sector hídrico del país. En el tema que nos ocupa, corresponde al IMTA sistematizar y publicar la información técnica asociada con los recursos hídricos del país, en coordinación con la CONAGUA⁴⁰ así como promover y transferir las tecnologías desarrolladas y los resultados que se obtengan de las investigaciones.⁴¹

Por su parte y con relación a la generación y publicación de datos, corresponde a la CONAGUA⁴²:

- a) Mantener actualizado y hacer público periódicamente el inventario de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes y de la infraestructura hidráulica federal; clasificar las aguas de acuerdo con los usos, y elaborar balances en cantidad y calidad del agua por regiones hidrológicas y cuencas hidrológicas.

³⁹ Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (30 de Octubre 2001). Artículo 3, fracciones II, IV y XII.

⁴⁰ Ley de Aguas Nacionales. Artículo 14 bis 3 fracción IX.

⁴¹ ⁴¹ Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (30 de octubre de 2001). Artículo 4 fracción XI.

⁴² Ley de Aguas Nacionales. Artículo 9 fracciones XLV a XLVII.

- b) Mejorar y difundir permanentemente en el ámbito nacional el conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, la oferta y demanda de agua, los inventarios de agua, suelo, usos y usuarios y de información pertinente vinculada con el agua y su gestión, con el apoyo que considere necesario, por parte de otras instancias del orden federal, de gobiernos estatales y municipales, así como de usuarios del agua, de organizaciones de la sociedad y de particulares.
- c) Integrar el Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua, con la participación de los Organismos de Cuenca, en coordinación con los gobiernos de los estados y del Distrito Federal y con los Consejos de Cuenca, y en concordancia con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental

En particular, dentro de CONAGUA corresponde a la Gerencia del Sistema de Información sobre el Agua cumplir con dichas tareas además de las siguientes⁴³:

- a) Aprobar los proyectos de instrumentos administrativo en materia de integración de datos, información estadística, de diccionarios, inventarios y catálogos sobre el agua; integración de la información geográfica; desarrollo y operación de los centros de información documental sobre el agua así como procesos para el intercambio de información estadística, geográfica y documental.
- b) Integrar y administrar el acervo de información estadística, geográfica y documental de la CONAGUA.
- c) Dar seguimiento a la elaboración y actualización de los diccionarios de datos, inventarios y catálogos de información.
- d) Instrumentar, dirigir, administrar y operar el Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua, solicitar su publicación y actualización en el sitio de Internet de la Comisión.

Respecto a la gestión de información y datos en términos del fenómeno de cambio climático, la LGCC crea el Sistema de Información sobre el Cambio Climático a cargo del INEGI. Este Sistema de Información sobre el Cambio Climático debe generar, con el apoyo de las dependencias gubernamentales, un conjunto de indicadores clave que atenderán como mínimo los temas siguientes⁴⁴:

I. Las emisiones del inventario nacional, de los inventarios estatales y del registro.

⁴³ Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua Artículo 49 fracciones I a IV.

⁴⁴ Ley General de Cambio Climático. Artículo 77.

II. Los proyectos de reducción de emisiones del Registro o de aquellos que participen en los acuerdos de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.

III. Las condiciones atmosféricas del territorio nacional, pronósticos del clima en el corto plazo, proyecciones de largo plazo y caracterización de la variabilidad climática.

IV. La vulnerabilidad de asentamientos humanos, infraestructura, islas, zonas costeras y deltas de ríos, actividades económicas y afectaciones al medio ambiente, atribuibles al cambio climático.

V. Elevación media del mar.

VI. La estimación de los costos atribuibles al cambio climático en un año determinado, que se incluirá en el cálculo del Producto Interno Neto Ecológico.

VII. La calidad de los suelos, incluyendo su contenido de carbono, y

VIII. La protección, adaptación y manejo de la biodiversidad.

Cabe mencionar que si bien no se encuentra un rubro específico sobre los efectos del cambio climático en el agua, ya sea en la calidad y/o cantidad de la misma, dentro de la fracción IV bien se puede integrar este tipo de información y datos generados respecto a este tema.

Con base en el Sistema de Información sobre el Cambio Climático, la SEMARNAT debe elaborar, publicar y difundir informes sobre adaptación y mitigación del cambio climático y sus repercusiones, considerando la articulación de éstos con la Estrategia Nacional y el Programa Especial de Cambio Climático.

CONCLUSIONES.

La gestión integrada de los recursos hídricos es uno de los objetivos más importantes previstos en el marco legal que debe ser lograda por el gobierno a través de las dependencias competentes y es aun una tarea pendiente a cumplir. Ante el incremento de la temperatura del planeta y el fenómeno del cambio climático, esta gestión integrada se vuelve un reto primordial toda vez que es en el agua, ya sea en su abundancia o su escasez, que se vive tanto la mitigación al cambio climático como la adaptación al mismo.

Para lograr lo anterior resulta fundamental que el IMTA, encargado de producir, implantar y diseminar conocimiento, tecnología e innovación para la gestión sustentable del agua en México, sea fortalecido. Lo anterior, para poder llevar a cabo la investigación científica; el desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología; la formación de recursos humanos calificados; así como la prestación de servicios tecnológicos, de capacitación, de consultoría y asesoría especializadas, de información y de difusión del conocimiento, científica y tecnológica.

Este documento ha señalado la validez jurídica de una serie de problemáticas identificadas previamente por el IMTA en la medición de los efectos del cambio climático en la calidad del agua. Ahora que han sido identificadas puntualmente dichas problemáticas y que cuentan con el fundamento legal para llevarlas a cabo, es preciso que se promuevan políticas, programas y convenios para implementar la metodología creada por la institución y cuyo fin último es reducir la vulnerabilidad del sector hídrico y con ello mejorar la capacidad de adaptación tanto de ecosistemas como de seres humanos.

7. ANEXOS

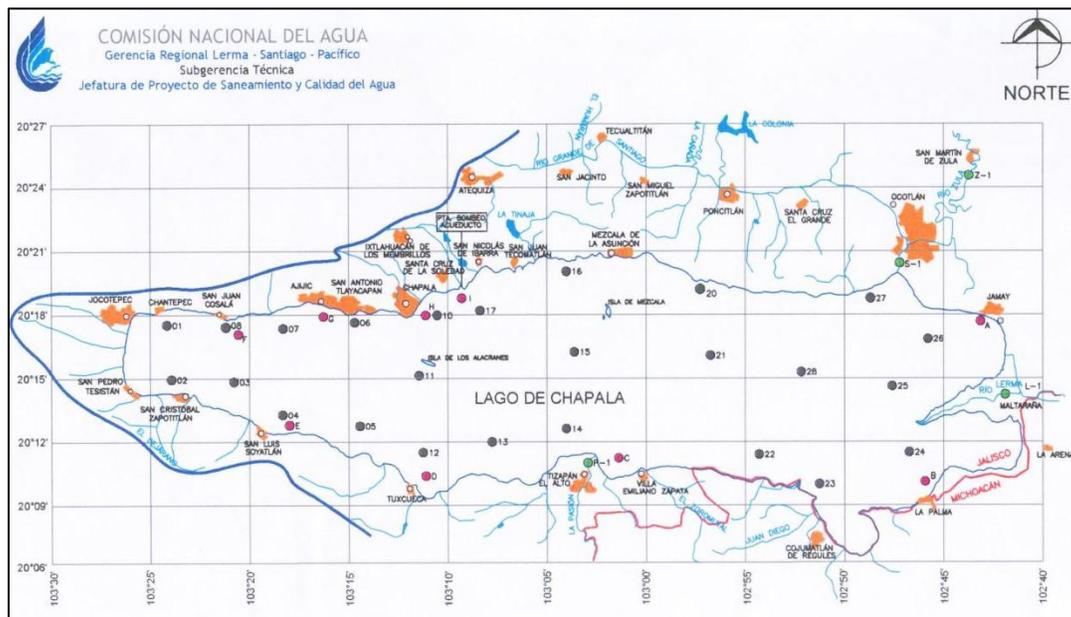
8. ANEXO I. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE METODOLOGÍA

9. ANEXO II. RESULTADOS DEL INCREMENTO DE TEMPERATURA DE TEMPERATURA AL 2011

Incremento de la temperatura en la calidad del agua en México.

Con el objetivo de recalculer la variación de la temperatura del agua en los cinco cuerpos de agua seleccionados en el estudio "Impacto en la calidad del agua en México 2010", considerando la actualización de los datos se hace un nuevo análisis considerando los años 2009, 2010 y 2011.

Con respecto al lago de Chapala se analizó la información de la estación lacustre núm. 11, estación estudiada desde el principio del estudio por la cantidad de datos y consistencia en los mismos, en la siguiente ilustración muestra la ubicación de la estación.



A este nuevo análisis estadístico se anexaron 20 datos más de temperatura del agua, del cual un dato fue eliminado al ser considerado como atípico ya no que paso la prueba de tolerancia, el promedio observado entre el periodo 1990-2011 fue de 23.07 °C habiendo una variación de 0.85 °C con respecto al periodo 1975-1990, en el anterior análisis de había obtenido una variación de 0.91°C, aun así resulta alarmante este incremento de temperatura.

Seis nuevos datos sobre temperatura del agua (2009-2012) en el lago de Catemaco fueron agregados al estudio estadístico