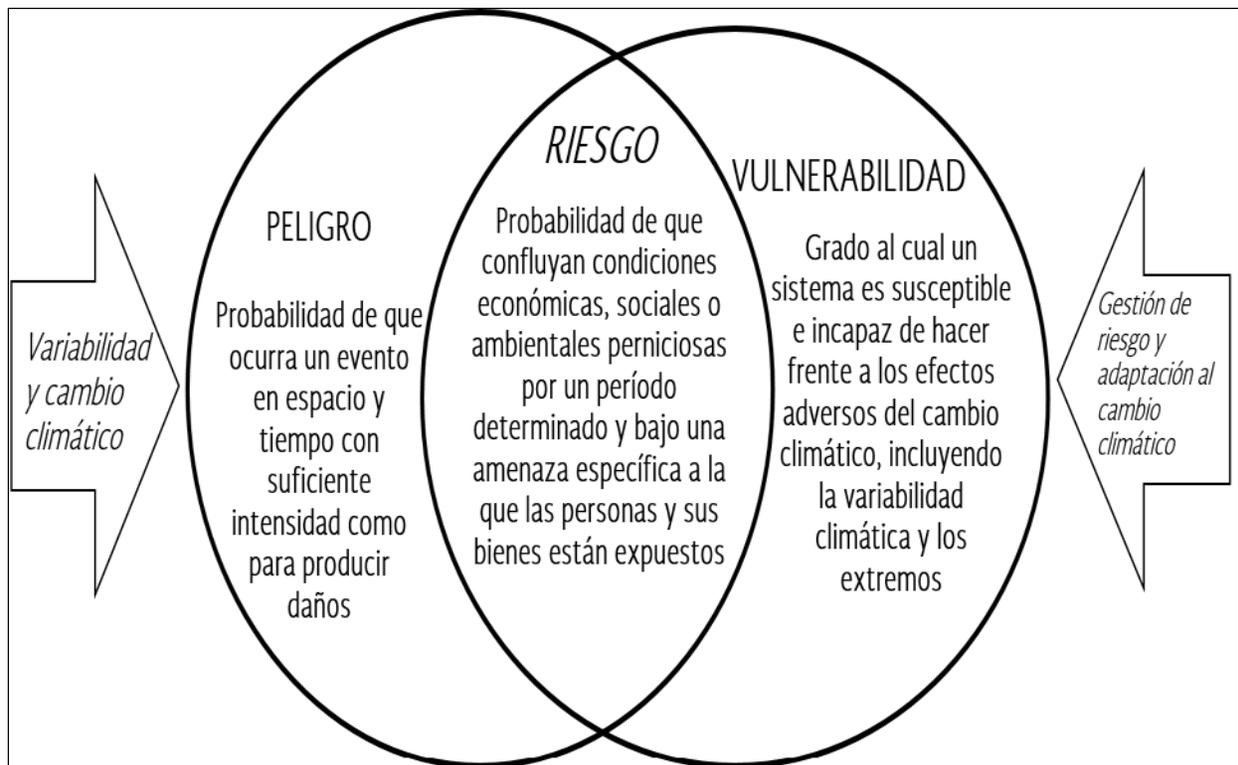


#### 4. Evaluación de la vulnerabilidad a la sequía

La vulnerabilidad es la pérdida potencial de vidas y bienes a consecuencia de un fenómeno natural como la sequía, y está en función de la alteración de las condiciones sociales y económicas y de las percepciones, instituciones y políticas de la sociedad. La vulnerabilidad es la causa principal de desastres; es variable en el tiempo y circunstancias y se trata como un proceso dinámico. Por otra parte, el riesgo es la probabilidad de un evento dañino de cierta magnitud, en un lugar particular, y dentro de un periodo de tiempo determinado. Por lo tanto el riesgo calculado es estático mientras que la vulnerabilidad es cambiante.

Este concepto, en relación tanto a las aguas superficiales como subterráneas, incide significativamente en el riesgo para la población y las actividades productivas, y está en relación directa con el estrés hídrico; es lo que, en su caso, conduce a que algunas cuencas tengan el carácter de zonas de reserva, zonas de veda, etc.

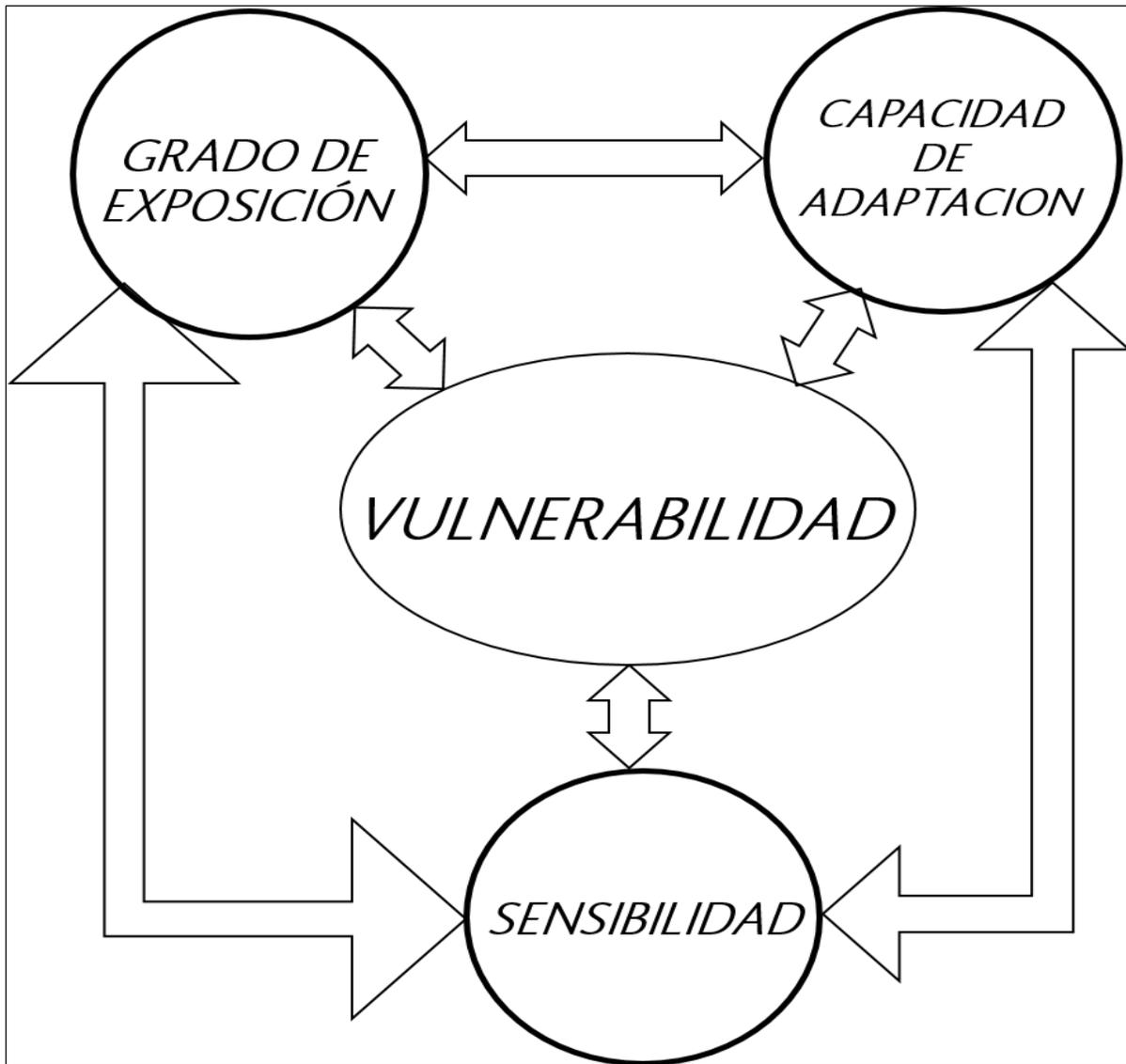
Figura 4.1. El riesgo ante las sequías.



Fuente: presentación IMTA.

En la figura 4.2 se muestra el concepto de “vulnerabilidad” en función de sus principales componentes (IPCC, 2007).

Figura 4.2. Concepto de vulnerabilidad.



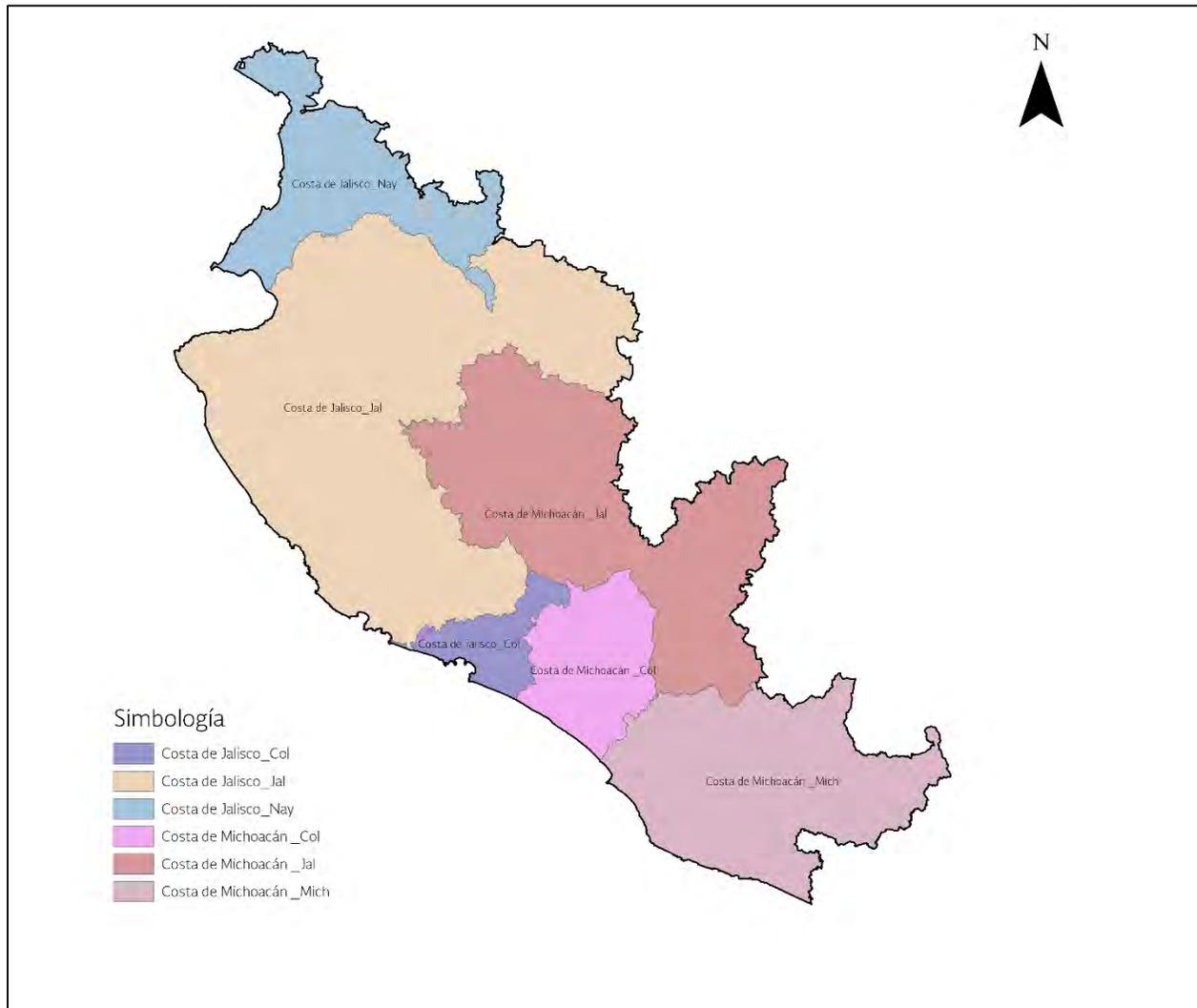
Fuente: análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México

#### 4.1. Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad

La CONAGUA definió el concepto de célula de planeación como el área geográfica formada por un conjunto de municipios que pertenecen a un solo estado, dentro de los límites de una subregión hidrológica, de tal manera que existen un total de 6 células en la cuenca Pacífico (ver Figura 4.3). El presente análisis tiene como objeto la identificación espacial y jerarquización de las células de planeación que tienen una mayor vulnerabilidad ante las sequías. El conocimiento de estas regiones

permitirá identificar aquellas en que resulta prioritario realizar e implementar planes de contingencia ante las sequías, así como esfuerzos de adaptación que aumenten su grado de resiliencia.

Figura 4.3. Células de planeación.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

En términos generales, la vulnerabilidad es el grado en el que un sistema es susceptible a efectos adversos. La vulnerabilidad está en función tres factores (IPCC, 2007):

- Grado de exposición
- Sensibilidad
- Capacidad de adaptación

A continuación se describe cada factor y la manera en que se interpretó para valorar la vulnerabilidad ante las sequías.

#### 4.1.1. Grado de exposición (Factor 1)

Ante unas condiciones dadas de peligrosidad, sensibilidad y capacidad de adaptación, el grado de exposición es el factor que atañe directamente al nivel de protección o seguridad que tienen los sistemas usuarios del agua ante el embate del fenómeno.

Frecuentemente, este factor es intrínseco a los usuarios individuales, de su exposición al riesgo natural, y está en función de su grado de desarrollo tecnológico, de su visión y percepción al peligro y riesgo de afectación, y de las medidas con que cuenta para afrontar el riesgo, así como de las posibilidades de ayuda que puede obtener.

Partiendo del Análisis Técnico Prospectivo - ATP (CONAGUA, 2010), el grado de exposición se interpreta como la relación entre la brecha hídrica al 2030 y la oferta sustentable, es decir:

La justificación de relacionar la brecha hídrica con la oferta sustentable tiene por objeto cuantificar la dificultad que una célula de planeación tendría para satisfacer su demanda al 2030. Es decir, si dos células tienen la misma brecha, aquella con menor oferta sustentable tendría una mayor dificultad para satisfacer la demanda al 2030 y por lo tanto sería más vulnerable ante una sequía.

La siguiente expresión nos permite calcular el grado de exposición para el Factor 1a, relacionado con la brecha hídrica y los recursos renovables:

$$\text{Factor 1a} = \frac{\text{Demanda} - \text{Oferta sustentable}}{\text{Recursos renovables}} = \frac{\text{Brecha hídrica}}{\text{Recursos renovables}}$$

Por otra parte, se analizó la frecuencia histórica de las sequías (factor 1b) que reporta el Servicio Meteorológico Nacional a través de El Monitor de Sequía de América del Norte (North American Drought Monitor), el cual es un esfuerzo de cooperación entre expertos de Canadá, México y Estados Unidos, (CONAGUA, 2012).

A continuación se muestran los tipos de impacto de acuerdo a la clasificación de la intensidad de la sequía (Servicio Meteorológico Nacional, SMN – CONAGUA):

A – Agrícola

H – Hidrológica

S - Corto periodo (típicamente < 6 meses): impacto en agricultura y pastizales

L - Largo periodo (típicamente > 6 meses): impacto en la hidrología y ecología

AH: Efecto hidrológico en la agricultura (12 meses)

SL: Efecto combinado y persistente entre corto y largo plazo (3, 6 y 9 meses)

#### 4.1.2. Sensibilidad (Factor 2)

Esta componente evalúa el grado de afectación ante las sequías, en otras palabras la magnitud del daño en caso de una sequía. Este factor se interpreta como la cantidad de habitantes en los centros de población, entre mayor sea el tamaño poblacional de una localidad, será más vulnerable ante la presencia de sequías. Para tal efecto se utilizó el número de habitantes por municipio que se proyecta al año 2030 de acuerdo a las tendencias de CONAPO.

Así mismo, partiendo de la hipótesis de que las regiones con mayor actividad comercial e industrial se ven seriamente afectadas ante las sequías, se consideró el Producto Interno Bruto nominal generado en las células de planeación para el año 2010 (INEGI, 2012). Dado que las actividades agrícolas se encuentran estrechamente relacionadas con la disponibilidad de agua, el tercer factor considerado fue el impacto económico en las actividades agrícolas en las células de planeación (SGP-CONAGUA, 2012).

#### 4.1.3. Capacidad de adaptación (Factor 3)

Esta componente se refiere a la resiliencia de la región ante condiciones de aridez, es decir al potencial de adaptarse al estrés impuesto por las sequías. Como con secuencia de una reducción severa de la precipitación o incluso condiciones nulas de lluvia, se presentarían bajos niveles de escurrimiento y por lo tanto, sería de esperarse que las presas presentaran bajos volúmenes de almacenamiento. Ante tal escenario, los acuíferos representarían la única fuente de suministro. En efecto, el agua subterránea constituye una importante fuente de suministro, tanto para los centros poblacionales, zonas de riego y parques industriales.

CONAGUA (2009) clasificó el grado de explotación en los acuíferos nacionales bajo dos grandes categorías: sub-explotados (donde la recarga natural por precipitación es mayor a la extracción) y sobre-explotados (donde sucede lo contrario). Centros de población y áreas de riego ubicadas sobre acuíferos sobre-explotados tienen una vulnerabilidad mayor que aquellas localizadas sobre acuíferos sub-explotados. Sin embargo, la metodología propuesta consideraría de manera particular el grado de sobre-explotación por célula de planeación ( $hm^3$ ).

### 4.2. Índice global de sequías

Después de estimar los factores propuestos y dado que se presentan con diferentes unidades, se realizó una normalización estándar de los mismos. Es decir, asignando un valor de 0.0 al mínimo y de 1.0 al valor máximo (o bien, de 0% a 100%).

La ecuación general de normalización aplicable en todos los factores, es la siguiente:

$$Z_j^{normalizada} = \frac{Z_j - Z_{min}}{Z_{max} - Z_{min}}$$

Asumiendo factores de peso iguales a cada factor (1/6), se realizó una suma pesada de los factores analizados y finalmente, se realizó una normalización global de los valores resultantes. Dicho análisis permitió asignar un Índice Global de Sequía en cada una de las 7 células de planeación, las cuales se clasificaron en cinco niveles de vulnerabilidad (Tabla 4.1).

Tabla 4.1.- Niveles de vulnerabilidad.

Grado de vulnerabilidad	Rangos	
	Mínimo	Máximo
Muy Alta	0.590001	1.000000
Alta	0.290001	0.590000
Media	0.150001	0.290000
Baja	0.060001	0.150000
Muy Baja	0.000000	0.060000

Fuente: análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México.

En algunos casos, es probable que lo más subjetivo y complejo de asignar sea precisamente el factor de peso para cada factor.

La ponderación, que debe ser imparcial, está en función de la importancia relativa de cada factor evaluado: su contribución a la economía de la cuenca, la afectación social por población sin agua potable, las restricciones en el riego y el valor de la producción, los efectos de la sobre explotación del acuífero, el desempleo y migración, etc. Por tanto, se requiere objetividad y buen criterio.

## 4.3 Resultados

### 4.3.1 Grado de exposición en las células de planeación

#### 4.3.1.1 Factor 1a: Relación brecha hídrica al 2030 / Oferta sustentable

(Notas: Subt.=Subterráneo, Sup.=Superficial)

Célula	Clave	Recurso renovable (hm <sup>3</sup> )		Capacidad instalada (hm <sup>3</sup> )		Calculo de brecha (hm <sup>3</sup> )				Factor 1a	
		Subt.	Sup.	Subt.	Sup.	Oferta	Demanda	Brecha Negativa	Brecha Positiva	Brecha/ Recursos	Normalización
Costa de Jalisco_Colima	601	111.69	348.01	65.67	86.82	175.50	189.83	-14.33	14.33	0.03	0.05
Costa de Jalisco_Jalisco	1406	631.87	5088.18	273.18	729.29	1002.47	1153.26	-150.79	150.79	0.03	0.05
Costa de Jalisco_Nayarit	1803	160.27	2018.81	67.54	484.41	551.95	758.39	-206.44	206.44	0.09	0.22
Costa de Michoacán_Colima	602	322.00	2273.07	244.90	1109.88	1331.78	1615.05	-283.27	283.27	0.11	0.27
Costa de Michoacán_Jalisco	1407	393.56	505.29	243.86	327.46	571.31	915.28	-343.97	343.97	0.38	1.00
Costa de Michoacán_Michoacán	1606	9.80	1976.65	2.00	160.94	162.94	179.35	-16.41	16.41	0.01	0.00
									Max =	0.38	
									Min =	0.01	

4.3.1.2 Factor 1b: Frecuencia de sequías

Tipos de impacto de acuerdo a la clasificación de la intensidad de la sequía (Servicio Meteorológico Nacional, SMN – CONAGUA)

A – Agrícola, H – Hidrológica, S - Corto periodo (típicamente < 6 meses): impacto en agricultura y pastizales, L - Largo periodo (típicamente > 6 meses): impacto en la hidrología y ecología, AH: Efecto hidrológico en la agricultura y SL: Efecto combinado y persistente entre corto y largo plazo.

Célula	Clave	Frecuencia de sequías por tipo (SMN: 2010 Y 2011)						Total	Normalización
		AH	H	L	A	S	SL		
Costa de Jalisco_Colima	601							0	0
Costa de Jalisco_Jalisco	1406							0	0
Costa de Jalisco_Nayarit	1803							0	0
Costa de Michoacán_Colima	602							0	0
Costa de Michoacán_Jalisco	1407							0	0
Costa de Michoacán_Michoacán	1606							0	0
							Max =	0	
							Min =	0	

### 4.3.2 Sensibilidad en las células de planeación

#### 4.3.2.1 Factores 2a y 2b: Población 2030 y PIB

Célula	Clave	Factor 2a: Población		Factor 2b: PIB	
		Población 2030 (habitantes)	Normalización	PIB Nominal (Miles \$)	Normalización
Costa de Jalisco_Colima	601	245,257	0.15	16,191,742	0.14
Costa de Jalisco_Jalisco	1406	991,938	1.00	76,859,190	1.00
Costa de Jalisco_Nayarit	1803	487,849	0.42	23,907,751	0.25
Costa de Michoacán_Colima	602	604,131	0.56	45,919,058	0.56
Costa de Michoacán_Jalisco	1407	518,425	0.46	40,433,809	0.49
Costa de Michoacán_Michoacán	1606	116,287	0.00	6,043,054	0.00
	Max =	991,938	Max =	76,859,190	
	Min =	116,287	Min =	6,043,054	

#### 4.3.2.2 Factor 2c: Impacto económico en la agricultura

Célula	Clave	Impacto en la agricultura (2c)	
		\$	Normalización
Costa de Jalisco_Colima	601	72,727,958	0.00
Costa de Jalisco_Jalisco	1406	883,954,244	1.00
Costa de Jalisco_Nayarit	1803	339,003,824	0.33
Costa de Michoacán_Colima	602	843,262,776	0.95
Costa de Michoacán_Jalisco	1407	407,809,382	0.41
Costa de Michoacán_Michoacán	1606	101,314,922	0.04
	Max =	883,954,244	

	Min =	72,727,958	
--	-------	------------	--

### 4.3.3 Capacidad de adaptación en las células de planeación

#### 4.3.3.1 Factor 3a: Sobre-explotación en acuíferos

Célula	Clave	Factor 3a: Sobre-explotación en Acuíferos	
		Volumen (hm <sup>3</sup> )	Normalización
Costa de Jalisco_Colima	601	0.00	0.00
Costa de Jalisco_Jalisco	1406	0.00	0.00
Costa de Jalisco_Nayarit	1803	0.00	0.00
Costa de Michoacán_Colima	602	1.70	1.00
Costa de Michoacán_Jalisco	1407	0.00	0.00
Costa de Michoacán_Michoacán	1606	0.00	0.00
	Max =	1.70	
	Min =	0.00	

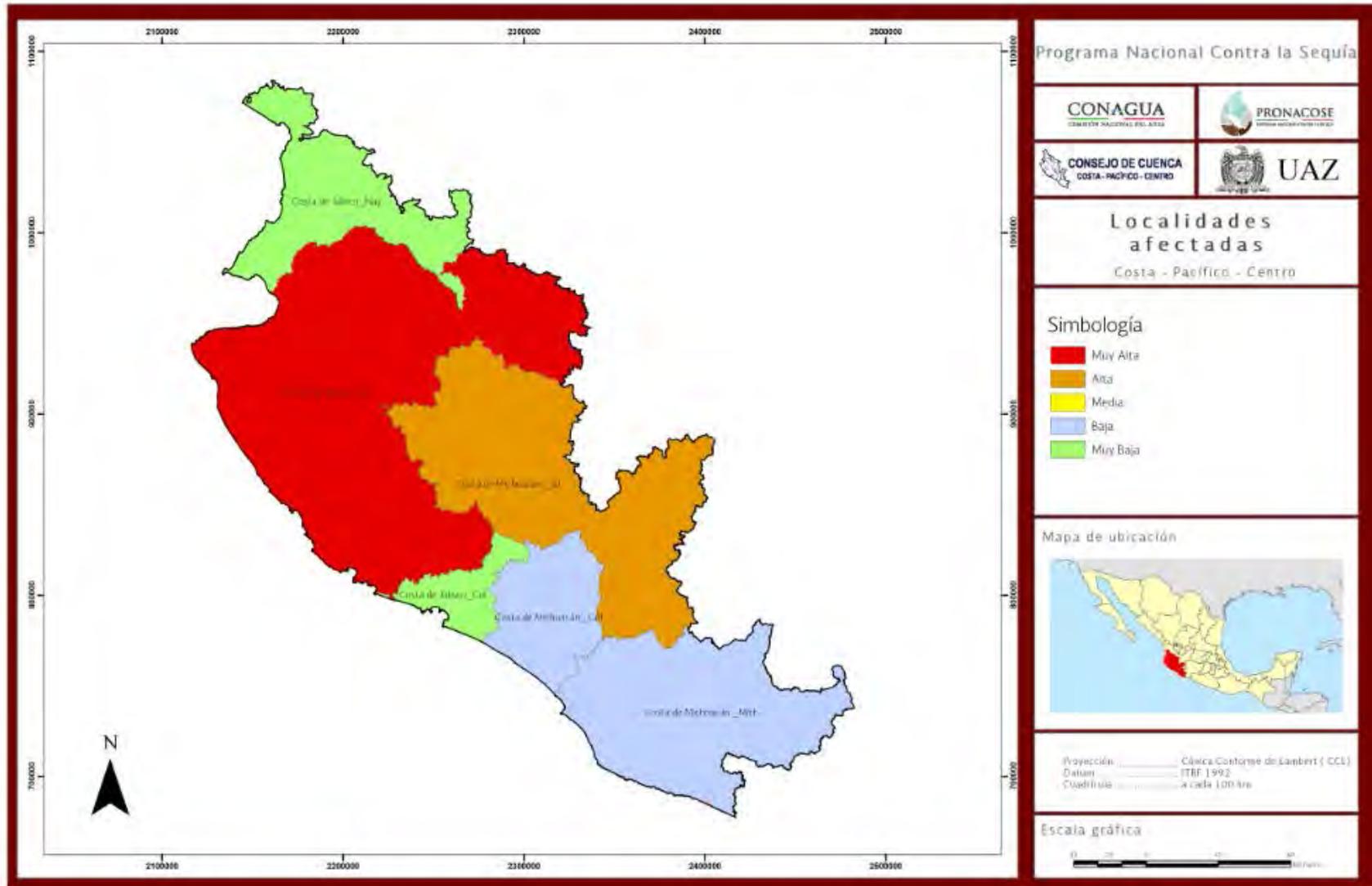
### 4.3.4 Cálculo global del grado de vulnerabilidad en las células de planeación

Célula	Clave	Exposición		Sensibilidad			Adaptación	Suma Pesada	Factor global normalizado	Grado de vulnerabilidad
		1a	1b	2a	2b	2c	3a			
Costa de Jalisco_Colima	601	0.05	0.00	0.15	0.14	0.00	0.00	0.0574	0.0936	Muy Baja
Costa de Jalisco_Jalisco	1102	0.05	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.5090	0.9134	Muy Alta
Costa de Jalisco_Nayarit	1402	0.22	0.00	0.42	0.25	0.33	0.00	0.2035	0.3588	Muy Baja
Costa de Michoacán_Colima	1403	0.27	0.00	0.56	0.56	0.95	1.00	0.5567	1.0000	Baja
Costa de Michoacán_Jalisco	1503	1.00	0.00	0.46	0.49	0.41	0.00	0.3930	0.7028	Alta
Costa de Michoacán_Michoacán	1603	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.0059	0.0000	Baja
							Max =	0.5567		

							Min =	0.0059		
--	--	--	--	--	--	--	-------	--------	--	--

En la Figura 4.4 se muestra el resultado del grado de vulnerabilidad para cada célula de planeación de la cuenca Costa – Pacífico - Centro.

Figura 4.4. Grado de vulnerabilidad por células de planeación.



#### 4.4 Metodología propuesta por el IMTA, basada en IPCC (2007)

El objetivo de la metodología es conocer la vulnerabilidad de la sequía a nivel nacional, utilizando como unidad mínima a la cuenca, que permita identificar espacialmente aquellas áreas del territorio nacional que son más susceptibles a estar en peligro ante la amenaza de las sequías; esto con tal de darle prioridad en el desarrollo de estrategias como medidas preventivas y de mitigación, resumidas éstas en: estratégicas, tácticas y de emergencia. Esta metodología se basa en los principios del IPCC.

La metodología del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), define a la vulnerabilidad como una intersección de tres factores: Grado de Exposición (Ge), Sensibilidad (Se) y Capacidad de adaptación (Ca).

Es decir:

**Vulnerabilidad = f (Exposición, Sensibilidad, Capacidad Adaptación) del sistema.**

Donde, para el caso de la sequía:

- El Grado de Exposición (Ge), es la magnitud en que los factores climáticos afectan al sistema, y es básicamente una función de la geografía (por ej. Las zonas semiáridas están más expuestas a la sequía).
- La Sensibilidad (Se), representará el grado en que se ve afectada una cuenca, comunidad o ecosistema por estrés climático (por ej. Una localidad que dependa de la agricultura de temporal está más sensible a la variación de los patrones de precipitación que aquella donde el comercio o minería es el principal medio de subsistencia).
- La Capacidad de Adaptación (Ca), se refiere a la resiliencia de la región ante condiciones de sequía, es decir, al potencial de adaptarse al estrés impuesto por las sequías.

De la definición de los tres factores, se pueden establecer dos enfoques de cálculo de la vulnerabilidad, ya sea como una suma del Ge y Se y restarle la Ca; o bien, manejarlo como un cociente, donde el producto de la Ge y Se sean los numeradores y como denominador la Ca. En ambos casos, al existir mayor exposición y sensibilidad y una menor capacidad de adaptación se esperaría mayor vulnerabilidad a la amenaza del peligro; caso contrario, una mayor capacidad de adaptación en comparación a los otros dos componentes, resultará una mejor capacidad de adaptarse al estrés hídrico o mayor potencial de adaptación.

<b>Método aditivo</b>	<b>Método multiplicativo</b>
<b>Vulnerabilidad = Ge + Se - Ca</b>	

	$\text{Vulnerabilidad} = \frac{(Ge * Se)}{Ca}$
--	--

En este caso solo se exploró el método aditivo. Partiendo de que no hay una fórmula o metodología universalmente aceptada para cuantificar la vulnerabilidad de la estructura socio-económica-ambiental de una región a los eventos de sequía o déficit hídrico, existe un espacio para definir o elegir la que más convenga en cada caso.

Como antecedente de metodologías aplicadas para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía, se cuenta con los siguientes dos trabajos.

- a. La desarrollada por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007) y que ha sido aplicada en México por la CONAGUA (2012). Esta metodología tiene como propósito la identificación espacial y jerarquización de las áreas geográficas (definiendo a las “células de planeación” como unidad básica de estudio) que tienen una mayor vulnerabilidad ante la sequía, tomando en cuenta aspectos económicos y sociales; permitiendo con esto identificar aquellas áreas en que resulta prioritario realizar e implementar medidas preventivas y de mitigación, así como esfuerzos de adaptación que aumenten su grado de resiliencia.
- b. La propuesta por la propia CONAGUA (2012), y que tiene como finalidad observar los cambios de vulnerabilidad del sector hídrico a través del tiempo, con base en la construcción de indicadores sobre el uso y la gestión del agua, principalmente, cuyo comportamiento varía con el paso de los años y pueden cambiar con decisiones o políticas que reflejan en alguna medida aspectos de la vulnerabilidad ante la sequía (Castorena, 1980; CENAPRED, 2007).

La importancia de contar con un estudio de vulnerabilidad como elemento fundamental para estimar los potenciales impactos de la sequía, permite evitar generalidades y caer en ambigüedades del tiempo. Existe en la literatura y trabajos técnicos especializados de estudios de vulnerabilidad, que en su mayoría tratan teóricamente el tema y hacen solo una aproximación a la estimación de la misma, y donde los pesos de los indicadores de la vulnerabilidad se estiman según la experiencia de quien las califica, siendo siempre de forma subjetiva ante la carencia de criterios establecidos para su cuantificación.

Por lo anterior, esta metodología que se propone para calcular la vulnerabilidad ante la sequía, tiene la cualidad de ser muy comprensible, clara y sin mucho artificio en el manejo y procesamiento de la información, y los pesos de los factores o indicadores se calculan bajo la teoría Analítica de Red cuyo sustento matemático es la teoría de matrices, que permite disminuir esa parte subjetiva que representa el darle una calificación mayor a un indicador que a otro.

En esta versión de actualización de los PMPMS, en el capítulo de Vulnerabilidad ante la Sequía se propone una metodología basada en el IPCC (2007), donde las variantes que presenta respecto a las presentadas anteriormente, tanto en los trabajos de CONAGUA o del propio IMTA en los PMPMS 2013 son:

- a. Considerar para el cálculo de la vulnerabilidad un mayor número de factores, 11 factores divididos en las tres componentes: grado de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.
- b. Cálculo de vulnerabilidad económica, social, ambiental y global.
- c. Determinar el peso de los factores usando un cálculo matemático a través de la teoría de matrices (software Superdecisions).
- d. Considerar como unidad básica de estudio a la cuenca.

Para el análisis y cálculo de la vulnerabilidad ante la sequía se contempla:

- Vulnerabilidad económica
- Vulnerabilidad social
- Vulnerabilidad ambiental
- Vulnerabilidad global

La metodología propuesta por el IMTA está basada en nueve pasos, a continuación se desglosan cada uno de ellos:

### **Paso 1. Definición y delimitación del área de estudio**

El primer paso contempla la definición y delimitación del área de estudio, la cual estará representada por cada consejo de cuenca, dividido ya sea en células de planeación o cuencas hidrológicas.

### **Paso 2. Definir factores**

En un primer ejercicio se identificaron 19 factores para evaluar la vulnerabilidad de la sequía.

1. (f-1a). Grado de presión sobre el recurso hídrico (oferta/demanda)
2. (f-1b). Grado de explotación en los acuíferos
3. (f-2a). Densidad de población al año 2010
4. (f-2b). PIB per cápita al año 2010
5. (f-2c). Valor de la producción del sector agrícola (riego y temporal)
6. (f-3a). Índice de Desarrollo Humano (IDH)
7. (f-3b). Disponibilidad natural per cápita de aguas superficiales
8. (f-3c). Disponibilidad natural per cápita de aguas subterráneas
9. (f-3d). Volumen de agua residual tratada (%)
10. (f-4a). Población económicamente activa (PEA) desocupada (%)
11. (f-4b). Población en condiciones de pobreza moderada y extrema (%)
12. (f-4c). Índice de Marginación Social
13. (f-5a). Degradación del suelo (% de área)
14. (f-5b). Erosión (% de área)
15. (f-5c). Deforestación (% de área forestal)
16. (f-6a). Cobertura vegetal natural (% de área)
17. (f-6b). Áreas naturales protegidas ((% de área)
18. (f-6c). Sitios RAMSAR (% de área)
19. (f-6d). Índice de calidad del agua

Una vez identificados los 19 factores se agruparon en Grado de Exposición (Ge), Sensibilidad (Se) y capacidad de adaptación (Ca).

Tabla 4.2.- Factores agrupados.

Nombre	Grado de exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación
Vulnerabilidad económica	f-1a	f-2a	f-3a
	f-1b	f-2b	f-3b
		f-2c	f-3c
			f-3d
Vulnerabilidad social	f-1a	f-4a	f-3a
	f-1b	f-4b	f-3b
		f-4c	f-3c
			f-3d
Vulnerabilidad ambiental	f-1a	f-5a	f-6a
	f-1b	f-5b	f-6b

		f-5c	f-6c
			f-6d
Vulnerabilidad Global	f-1a	f-2a	f-3a
	f-1b	f-2b	f-3b
		f-2c	f-3c
		f-4a	f-3d
		f-4b	f-6a
		f-4c	f-6b
		f-5a	f-6c
		f-5b	f-6d
	f-5c		

Fuente: IMTA.

Analizando y depurando la información, solo pudieron escogerse 11 factores, principalmente por ser los más representativos y contar con la información en las distintas fuentes revisadas (PHR, CONAGUA, CONAPO, SAGARPA, etc.).

Tabla 4.3.- Factores depurados.

Nombre	Grado de exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación
Vulnerabilidad económica	f-1a	f-2a	f-3a
		f-2b	
	f-1b	f-4a	f-3b
Vulnerabilidad social	f-1a	f-6c	f-3a
	f-1b		f-3b
Vulnerabilidad ambiental	f-1a	f-5a	f-6a
	f-1b		f-6b
Vulnerabilidad Global	f-1a	f-2a	f-3a
	f-1b	f-2b	f-3b
		f-4a	f-6a
		f-5a	f-6b
		f-6c	

Fuente: IMTA.

A continuación se presenta una definición de los diferentes tipos de vulnerabilidad ante la sequía y de los factores que la constituyen.

**Vulnerabilidad Económica:** se formula a partir de la relación indirecta entre los niveles de ingreso y el impacto de fenómenos físicos extremos, caso de la sequía, provocando el aumento en el riesgo de padecer el desastre debido a la falta de financiamiento a la producción, insuficiencia de ingresos, inestabilidad laboral y dificultad a los accesos de los servicios formales de salud, educación y recreación, entre otros.

**Vulnerabilidad Social:** surge este tipo de vulnerabilidad y se fortalece ante la existencia de una deficiente organización y unión interna de la sociedad bajo riesgo, con el aumento del empobrecimiento, el desempleo y/o subempleo; limitando la capacidad de prevenir, mitigar y dar respuesta oportuna ante una situación del desastre por déficit hídrico.

**Vulnerabilidad Ambiental:** está relacionada con la susceptibilidad intrínseca del medio o los recursos naturales a sufrir daños por la falta de agua; esto es debido a que los seres humanos necesitan de ciertas condiciones ambientales para desarrollarse y donde en caso de tener en la naturaleza un dominio por la vía de la destrucción de las reservas del ambiente, los ecosistemas resultan altamente vulnerables.

### **Paso 3. Recopilar información**

Antes de comenzar a recopilar la información de los factores mencionados, es importante tener presente los siguientes elementos:

- a. Unidad básica espacial de estudio.
- b. Nivel en el que organizaremos los datos.

Para el caso que nos compete, se escogió como unidad básica de estudio a la cuenca. Teniendo la tarea de agrupar previamente la información de nivel municipio a Cuencas o en el caso de Células a Cuencas; dependiendo como se encuentren los datos.

En todo el territorio nacional existen un total de 168 Células de planeación, de las cuales 22 células pertenecen a la Región Hidrológico-Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico, el Consejo de Cuenca Costa-Pacífico-Centro contiene 6 células de planeación.

En la Tabla 4.4 se mencionan y describen los principales factores que intervienen en el cálculo de los distintos tipos de vulnerabilidad, los cuales están relacionados con la gestión, el uso y manejo del agua y que se considera reflejan en mayor medida las causas de la vulnerabilidad del sector hídrico.

Tabla 4.4.- Definición de los factores para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía.

<b>Factor</b>	<b>Definición</b>	<b>Fórmula</b>
Factor 1a (f-1a). Grado de presión sobre el recurso hídrico (oferta/demanda)	Se refiere al cociente entre la brecha hídrica al 2030 y oferta sustentable.	$\frac{\text{Demanda al 2030} - \text{Oferta sustentable}}{\text{Oferta sustentable}}$
Factor 1b (f-1b). Grado de explotación en los acuíferos	El agua subterránea se vuelve la principal fuente de suministro de agua ante un déficit hídrico.	Volúmenes expresados en hm <sup>3</sup>
Factor 2a (f-2a). Densidad de población al año 2010	Es la relación entre el número de habitantes y el área de la cuenca	$\text{Densidad} = \frac{\text{No.Habitantes}}{\text{Área de la cuenca}}$
Factor 2b (f-2b). Valor de la producción del sector agrícola (riego y temporal)	La estadística del valor obtenido de la producción cosechada es un indicador del grado de sensibilidad de la cuenca	Valor expresado en miles de pesos
Factor 3a (f-3a). Disponibilidad natural per cápita de aguas superficiales	Resulta de dividir la disponibilidad natural media total del agua superficial de la cuenca entre el número de habitantes.	Volúmenes expresados en hm <sup>3</sup>
Factor 3b (f-3b). Disponibilidad natural per cápita de aguas subterráneas	Resulta de dividir la disponibilidad natural media total del agua subterránea de la cuenca entre el número de habitantes.	Volúmenes expresados en hm <sup>3</sup>
Factor 4a (f-4a). Población económicamente activa (PEA) desocupada (%)	Se refiere a la relación entre la población económicamente activa desocupada y la población económicamente activa total.	$\text{PEA}_{\text{desocupada}} = \frac{\text{PEA desocupada}}{\text{PEA total}}, (\%)$

Factor 5a (f-5a). Deforestación (% de área forestal)	Representa las áreas deforestadas, la cual conlleva a una drástica disminución en el suministro de agua, aparte de romper el equilibrio climático.	Deforestación = $\frac{\text{Área deforestada}}{\text{ÁREA total}}$ , (%)
Factor 6a (f-6a). Cobertura vegetal natural (% de área)	La forma e intensidad en que se modifican la cubierta vegetal determina la persistencia de los ecosistemas y por lo tanto de los recursos que estos proporcionan.	Cober veg nat = $\frac{\text{Área cober veg nat}}{\text{ÁREA total}}$ , (%)
Factor 6b (f-6a). Sitios RAMSAR (% de área)	Representa a las áreas legalmente protegidas para salvaguardar sus valores naturales como son las reservas de la biosfera, parques naturales, santuarios, monumentos naturales, etc.	Áreas natur proteg = $\frac{\text{Área nat prot}}{\text{ÁREA total}}$ , (%)
Factor 6c (f-6c). Índice de marginación %.	El índice de marginación es una medida resumen de nueve indicadores socioeconómicos que permiten medir formas de la exclusión social y que son variables de rezago o déficit; siendo los tres más importantes: el porcentaje de población sin primaria completa y el porcentaje de población en viviendas con piso de tierra.	es una combinación lineal de los indicadores estandarizados

Las principales fuentes donde se pueden extraer los datos de los factores o indicadores son: los PHR, CONAGUA, CONAPO, SAGARPA, INEGI, etc.

Tabla 4.5.- Fuentes de información.

Etiqueta	Fuente
----------	--------

f-1a	Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México <a href="http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf">http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf</a>
f-1b	Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México <a href="http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf">http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf</a>
f-2a	<a href="http://www.inegi.org.mx/">http://www.inegi.org.mx/</a>
f-2b	<a href="http://www.sagarpa.gob.mx/">http://www.sagarpa.gob.mx/</a>
f-3a	Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México <a href="http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf">http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf</a>
f-3b	Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México <a href="http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf">http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf</a>
f-4a	<a href="http://www.conapo.gob.mx/">http://www.conapo.gob.mx/</a>
f-5a	IMTA. Elaborado a partir de: Semarnat. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, 2004. México, 2010. <a href="http://infoteca.Semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm?P1=infoteca.Semarnat.gob.mx&amp;P2=d">http://infoteca.Semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm?P1=infoteca.Semarnat.gob.mx&amp;P2=d</a>
f-6a	IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010. México, 2010.
f-6b	IMTA. Elaborado a partir de: Conanp. Sitos Ramsar, 2009. México, 2010.
f-6c	<a href="http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Margi_nacían_2010_por_entidad_federativa_y_municipio">http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Margi_nacían_2010_por_entidad_federativa_y_municipio</a>

Fuente: IMTA

Es importante contar con un cuadro base que contenga la lista de Cuencas a manejar en el Consejo de Cuenca y sus respectivos municipios o células de planeación, con tal de homogeneizar la secuencia de valores, y que todos los factores se enlisten en un mismo arreglo.

La forma típica de encontrar la información en las diferentes fuentes consultadas es a través de tablas, de las cuales se extraerán los datos necesarios para luego procesarlos.

#### **Paso 4. Análisis y procesamiento de la información**

En este análisis de la vulnerabilidad se utiliza el concepto de cuenca, como unidad básica espacial de estudio, el cual se define, según la Ley de Aguas Nacionales, como:

“Unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte-aguas en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior”.

Es importante aclarar, también que, el “Consejo de cuenca” no es un área física, la misma Ley de Aguas Nacionales la define como:

“Órganos colegiados de integración mixta, que serán instancia de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre “la comisión”, incluyendo el organismo de cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica”.

Dado a estas dos aclaraciones; en el caso del Consejo de Cuenca del Río Bravo, se tiene un dominio de 65 cuencas; en el caso del Consejo de Cuenca del Río Balsas, se tiene un conjunto total de 18 cuencas, y a nivel nacional se trabajó con 722 cuencas; donde cada una de ellas internamente puede estar conformada por subcuencas o microcuencas.

Por lo tanto, en este paso se analizara y procesara la información para cada uno de los diez factores seleccionados.

Lo primero es rellenar los datos faltantes de los factores de cada cuenca empleando algún criterio: el promedio, máximo valor o percentil, dependiendo de cómo se presente la información.

- a) Si los valores de las células son muy dispersos o se carece de ellos (datos faltantes), tomar el valor máximo, que representará al conjunto.
- b) Si los valores de las células son muy homogéneos, entonces usar el promedio aritmético.

Debido a que la información que se está manejando es por células, es necesario integrar los valores por su Cuenca correspondiente. Tal resultado se puede lograr haciendo una tabla dinámica con una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Empleando como criterio, del conjunto de células para una cuenca, el valor máximo.

Lo segundo es modular los datos por factores entre los valores del 0 y 1, para esto se emplea la siguiente expresión:

$$= \frac{(\text{factor}_i) - \text{Min}_{\text{matriz}}}{\text{Máx}_{\text{matriz}} - \text{Min}_{\text{matriz}}}$$

En tercer lugar se concentra la información por tipo de vulnerabilidad de todas las cuencas que conforman el Consejo de Cuenca (CC).

Tabla 4.6.- Factores concentrados.

Nombre	Grado de exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación
Vulnerabilidad económica	f-1a	f-2a	f-3a
		f-2b	
	f-1b	f-4a	f-3b
Vulnerabilidad social	f-1a	f-6c	f-3a
	f-1b		f-3b
Vulnerabilidad ambiental	f-1a	f-5a	f-6a
	f-1b		f-6b
Vulnerabilidad Global	f-1a	f-2a	f-3a
	f-1b	f-2b	f-3b
		f-4a	f-6a
		f-5a	f-6b
	f-6c		

Fuente: IMTA.

### Paso 5. Determinación de pesos de los factores

Una vez obtenidos cada uno de los diez factores con la mecánica de la modulación, lo siguiente es afectar cada uno de los factores por sus pesos, en este caso los pesos se determinan con el software *Superdecision*®.

El software *Superdecision*® es un programa comercial que se utiliza para resolver problemas de Decisión de Multicriterios. Incluye la solución de problemas de Procesos de Análisis Jerárquico (AHP) y los del tipo Proceso Analítico de Red (ANP).

Principales pasos para la construcción del Modelo a través del Software *Superdecision*®

- a) Definir los Clúster y los nodos de vulnerabilidad económica, social y ambiental (los nodos son los factores)
- b) Definir la subred para cada Vulnerabilidad, establecer los criterios y las alternativas
- c) Establecer la relación e interrelación entre nodos y entre clúster

- d) Evaluar las matrices de los nodos y de los clúster
- e) Obtener como salida los pesos de cada factor

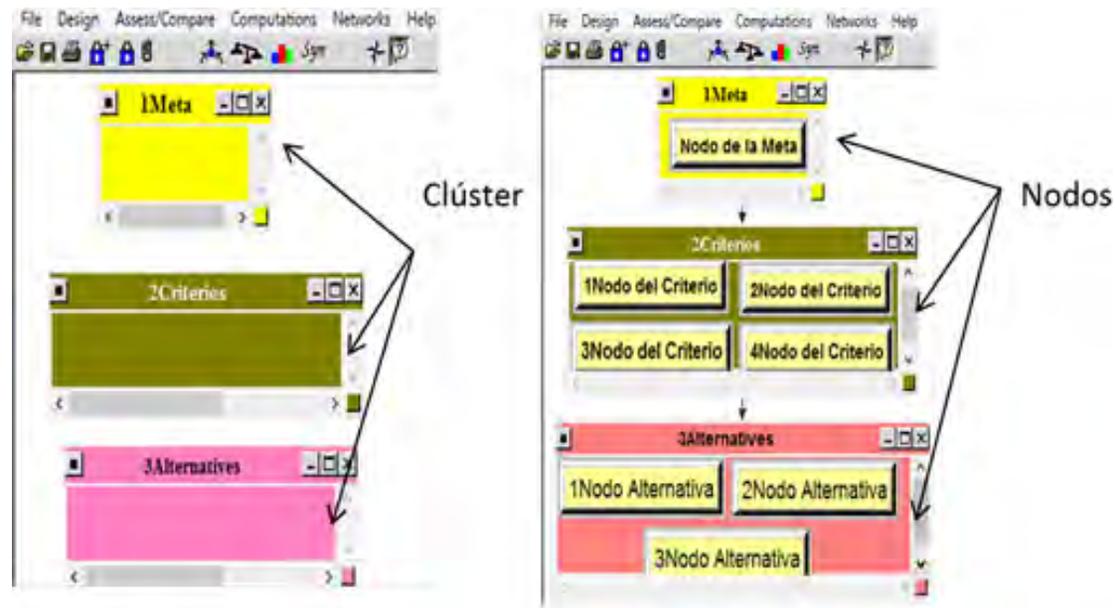
Clúster: se refiere a la caja principal donde se colocarán los componentes o las prioridades (metas, criterios o méritos y alternativas).

Nodo: se refiere a cada uno de los componentes o prioridades que estarán dentro del clúster.

Enlaces: Flechas que permiten evaluar los nodos de cada clúster.

Subred: es un conjunto de clúster y nodos dentro de un nodo.

Figura 4.5. Nodos y clúster.



Fuente: IMTA.

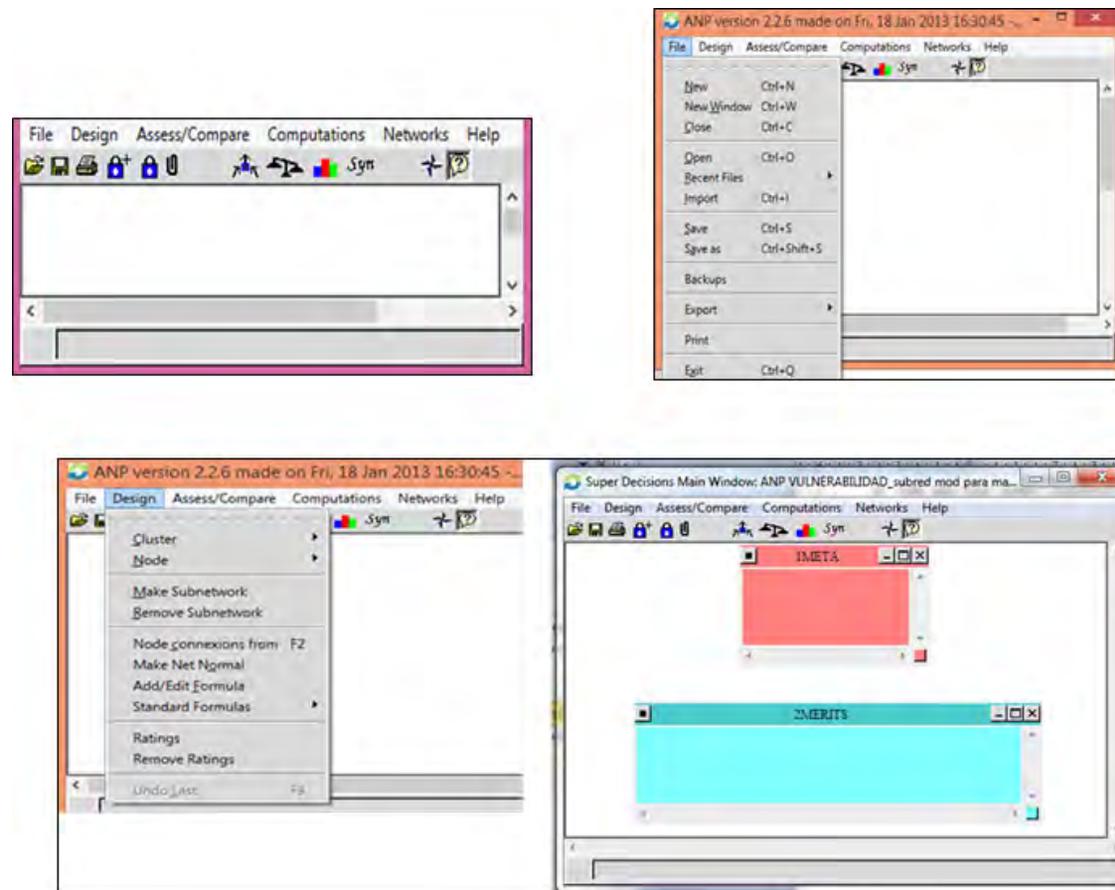
Se deberán definir con claridad la meta los méritos y las subredes:

Para el caso en estudio la Meta es la vulnerabilidad; los Méritos son las vulnerabilidades económica, social, ambiental y global; las Subredes estarán integradas por los factores y alternativas; por ultimo las alternativas están integradas por el Grado de exposición, sensibilidad y Capacidad de Adaptación.

### 1.- Clúster

Como se mencionó anteriormente dentro de los primeros pasos se encuentra la construcción de los Clúster, los cuales vienen representados por una caja principal donde se colocarán los componentes o las prioridades.

Figura 4.6. Clúster.

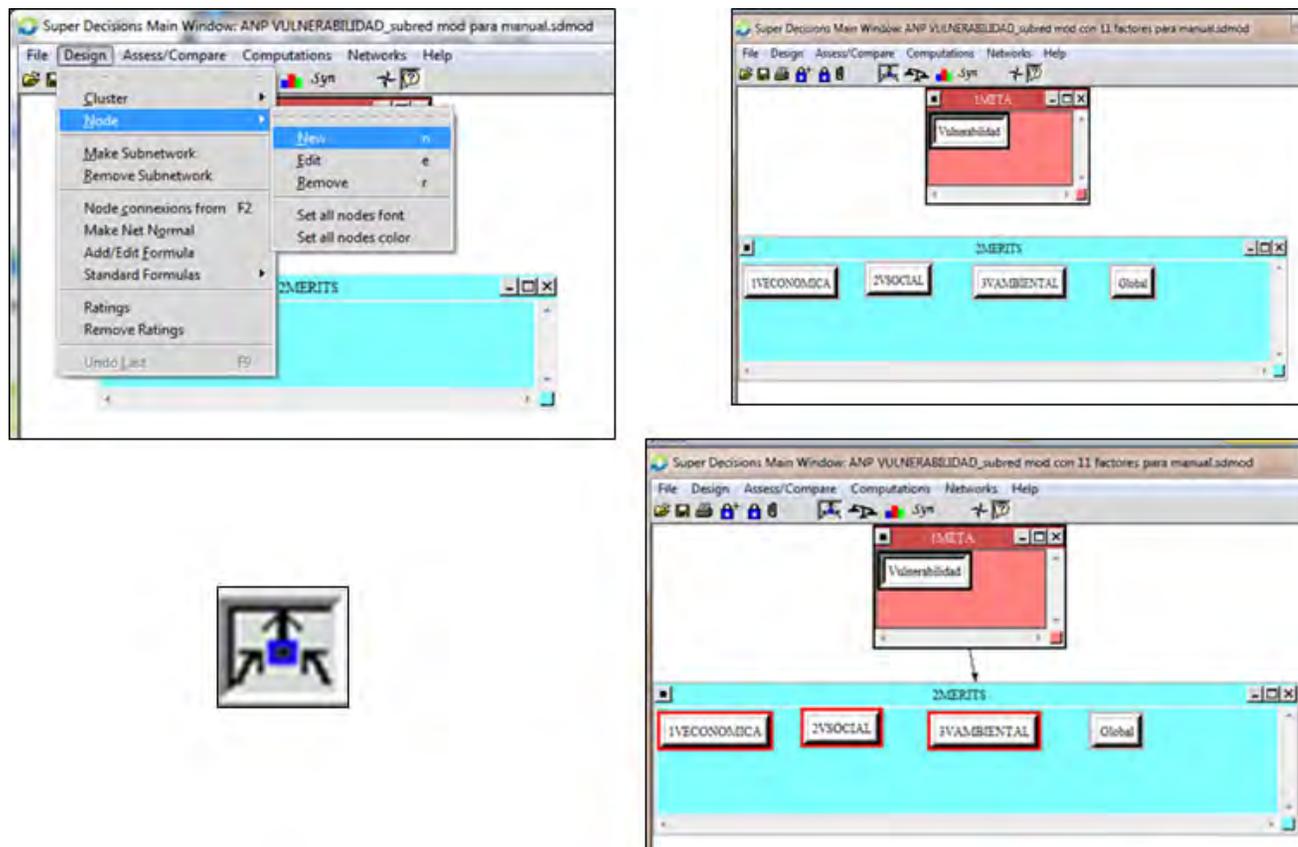


Fuente: IMTA.

## 2.- Nodos

La construcción de Nodos se refiere a cada uno de los componentes o prioridades que estarán dentro del Clúster.

Figura 4.7. Nodos.

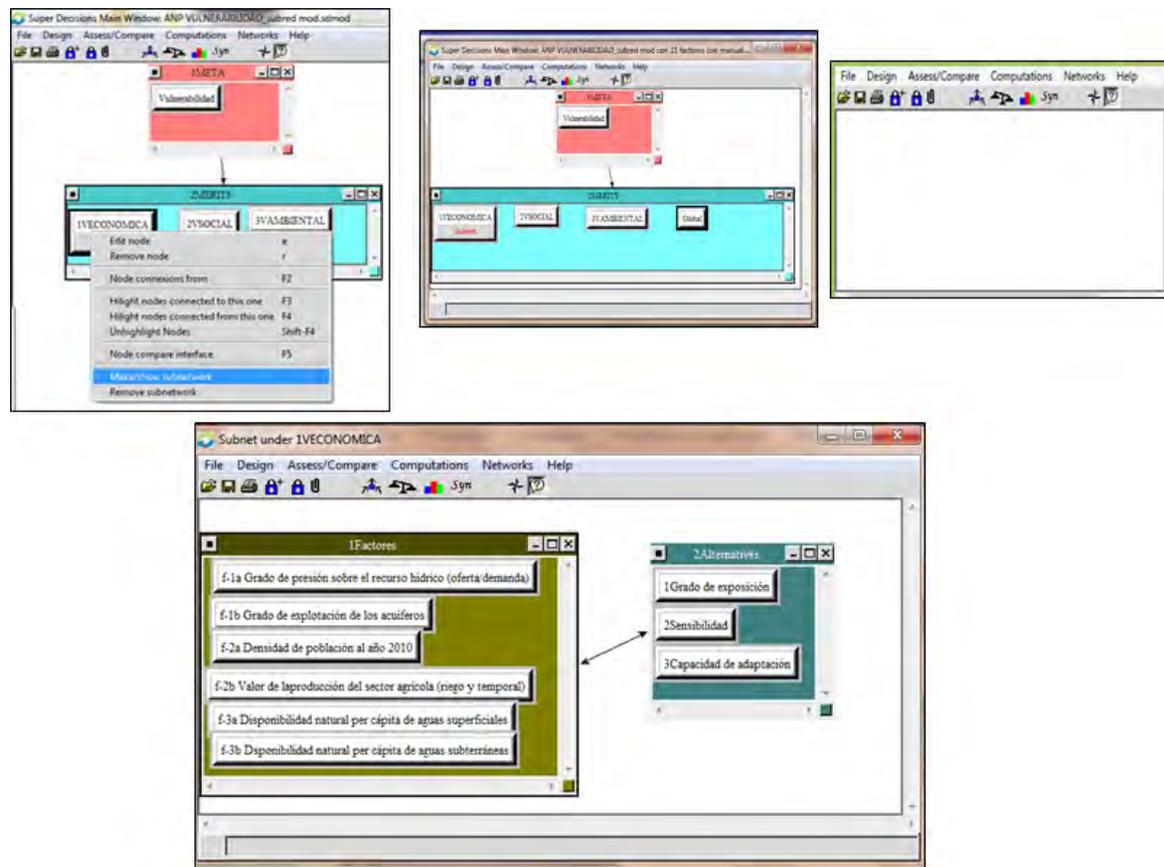


Fuente: IMTA.

## 3. Construcción de Subredes

Las Subredes son el conjunto de clúster y nodos dentro de un nodo.

Figura 4.8. Subredes.



Fuente: IMTA.

#### 4. Evaluación de clúster y nodos

El software automáticamente formula matrices; la única labor es evaluarlas. Para ello usa la escala fundamental de Saaty [0 al 9.5] en dos alas, azul y rojo; en caso de escoger cualquier valor del color azul, éste valor se sobrepone al rojo (pasando ser el valor del rojo un valor inverso al del azul).

Tabla 4.7.- Escala fundamental de Saaty.

Valores de par comparado i/j	Interpretación
1	El criterio i y el criterio j son igualmente importantes
3	El criterio i es ligeramente más importante que el j
5	El criterio i es fuertemente más importante que el j
7	El criterio i es muy fuertemente más importante que el j
9	El criterio i es absolutamente más importante que el j
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, se usa como valores de consenso entre dos juicios
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio i es de importancia grande frente al criterio j, las notaciones serían las siguientes: Criterio i frente a criterio j, ejemplo, 5/1; esto implica que el criterio j frente al criterio i es 1/5

Fuente: IMTA.

El software presenta cinco formas de hacer la evaluación de las matrices: gráfica, verbal, matricial, cuestionario y directo. El más claro es el de tipo cuestionario [Questionnaire].

Para la evaluación es importante tener definido el orden y dirección de las preguntas.

Figura 4.9. Evaluación de las matrices.

Fuente: IMTA.

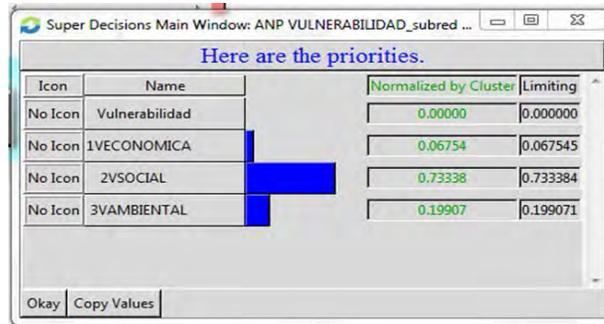
Después o en el proceso de la evaluación es importante observar en la esquina superior derecha del cuadro de diálogo el término Inconsistency, éste deberá resultar de un valor menor al 10% ( $<0.1$ ) para poder aceptar la evaluación.

## 5. Resultados

El cálculo (Computations) es la parte del proceso que consiste en analizar los resultados obtenidos de la evaluación del modelo realizado. Las prioridades se obtendrán en su respectiva plantilla de trabajo, plantilla principal y de cada una de las subredes.

En primer lugar, se conocerán los resultados principales de las evaluaciones de los clústeres.

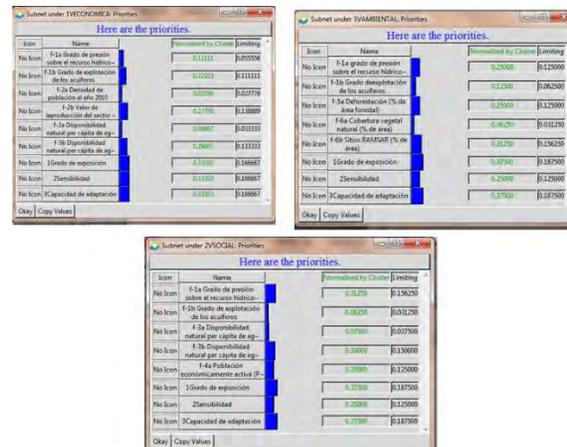
Figura 4.10. Resultados de la evaluación de los clústeres.



Fuente: IMTA.

En seguida se conocerán los resultados de las prioridades de las subredes (VECONOMICA, VSOCIAL, VAMBIENTAL).

Figura 4.11. Resultados de las prioridades de las subredes.



Fuente: IMTA.

### Paso 6. Cálculo de la vulnerabilidad

En este paso para cada tipo de vulnerabilidad se multiplicará cada factor por su peso correspondiente obtenido con el software Superdecision®.

Para cada cuenca de estudio, se multiplica el valor modulado del dato de cada factor por su peso (resultado del software Superdecisions); obteniendo como un promedio ponderado cada una de las componentes (Ge, Se y Ca), según la vulnerabilidad en cuestión.

Es así como el valor de la Vulnerabilidad para cada cuenca queda determinada con la siguiente expresión:

$$\mathbf{Vulnerabilidad = Ge + Se - Ca}$$

Una vez normalizado este último valor se clasifica en muy baja, baja, media, alta y muy alta, y se obtienen mapas a través de un sistema SIG con tal de analizar la distribución espacial de la misma.

### **Paso 7. Enfoques de cálculo**

Este paso tiene como finalidad mostrar los enfoques de cálculo y elegir el más conveniente para determinar la vulnerabilidad.

$$Vulnerabilidad = Ge + Se - Ca$$

$$Vulnerabilidad = \frac{Ge * Se}{Ca}$$

### **Paso 8. Ajuste y definición de escala**

La clasificación de la escala de la vulnerabilidad es dividida en:

- a) Muy alta
- b) Alta
- c) Media
- d) Baja
- e) Muy baja

### **Paso 9. Obtención de resultados de la vulnerabilidad global**

Para el cálculo de la vulnerabilidad global se empleó el primer enfoque:

$$\mathbf{Vulnerabilidad\ global = Ge + Se - Ca}$$

#### 4.4.1 Resultados de la vulnerabilidad ambiental

En la Tabla 4.8 y en la Figura 4.12 se muestra la vulnerabilidad ambiental de los 75 municipios que conforman el Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro. Se observa que 64 municipios se encuentran en vulnerabilidad media, 3 municipios se encuentran en vulnerabilidad baja y 8 municipios presentan vulnerabilidad muy baja.

Tabla 4.8.- Vulnerabilidad ambiental.

Clave	Nombre del municipio	Entidad	Consejo de cuenca	Vulnerabilidad Ambiental
6009	Tecomán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6007	Manzanillo	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6001	Armería	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6004	Coquimatlán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6010	Villa de Álvarez	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6003	Comala	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6008	Minatitlán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6002	Colima	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6006	Ixtlahuacán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6005	Cuauhtémoc	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
18002	Ahuacatlán	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18003	Amatlán de Cañas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18006	Ixtlán del Río	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18008	Xalisco	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media

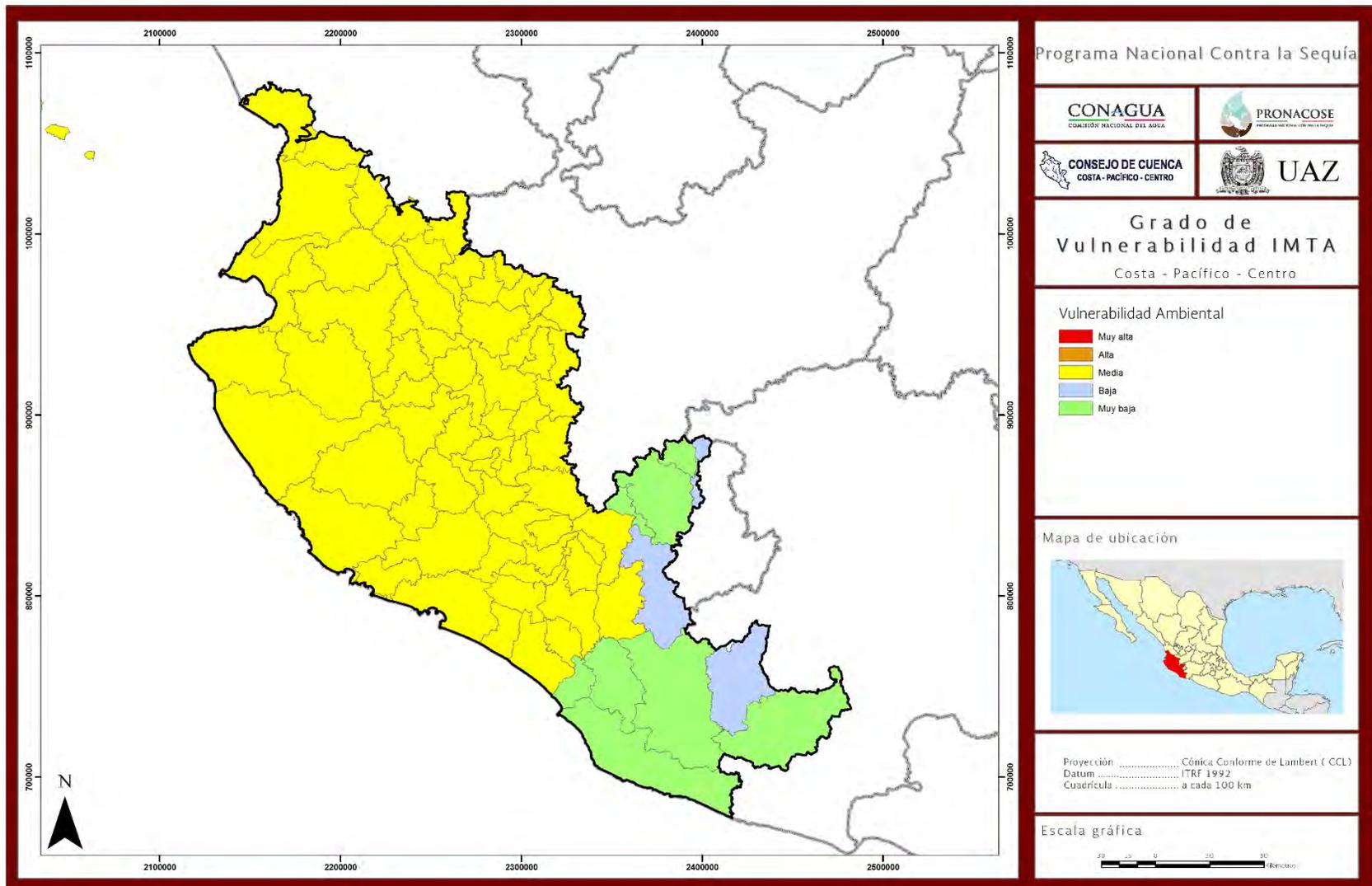
18013	San Pedro Lagunillas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18020	Bahía de Banderas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18004	Compostela	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18012	San Blas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
14067	Puerto Vallarta	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14043	La Huerta	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14075	San Marcos	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14007	San Juanito de Escobedo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14036	Etzatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14003	Ahualulco de Mercado	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14095	Teuchitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14080	San Sebastián del Oeste	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14038	Guachinango	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14006	Ameca	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14062	Mixtlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14077	San Martín Hidalgo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14052	Juchitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14083	Tala	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14102	Tonaya	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14086	Tapalpa	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14112	Valle de Juárez	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14068	Villa Purificación	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14054	El Limón	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14034	Ejutla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14110	Unión de Tula	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14037	El Grullo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14059	Mazamitla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Muy Baja
14032	Chiquilistlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14088	Tecolotlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14017	Ayutla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media

14100	Tomatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14090	Tenamaxtlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14020	Cabo Corrientes	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14010	Atemajac de Brizuela	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14024	Cocula	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14114	Villa Corona	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14012	Atenguillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14011	Atengo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14028	Cuautla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14058	Mascota	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14084	Talpa de Allende	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14113	San Gabriel	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14121	Zapotiltic	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Muy Baja
14015	Autlán de Navarro	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14106	Tuxcacuesco	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14065	Pihuamo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14022	Cihuatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14122	Zapotitlán de Vadillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14103	Tonila	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14108	Tuxpan	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14087	Tecalitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14021	Casimiro Castillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14027	Cuautitlán de García Barragán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14085	Tamazula de Gordiano	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Muy baja
14099	Tolimán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
16008	Aquila	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja
16096	Tumbiscatío	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy Baja
16014	Coahuayana	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja
16026	Chinicuila	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy Baja
16015	Coalcomán de Vázquez Pallares	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja

---

16002	Aguililla	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja
-------	-----------	---------------------	-----------------------	------

Figura 4.12. Vulnerabilidad ambiental.



#### 4.4.2 Resultados de la vulnerabilidad económica

En la Tabla 4.9 y en la Figura 4.13 se muestra la vulnerabilidad económica de los 75 municipios que conforman el Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro. Se observa que 31 municipios se encuentran en vulnerabilidad media, 43 municipios se encuentran en vulnerabilidad baja y 1 municipio presenta vulnerabilidad muy baja.

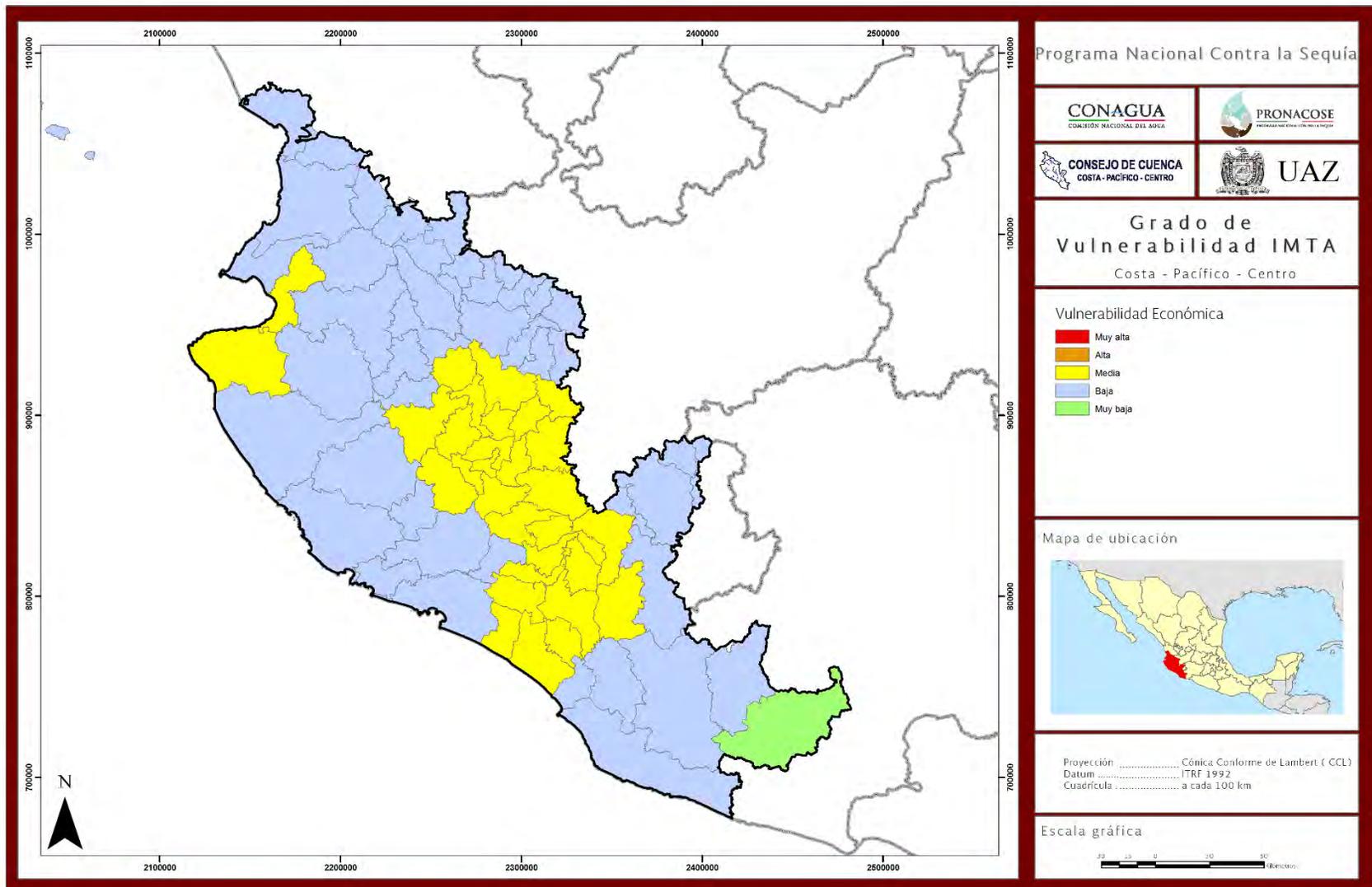
Tabla 4.9.- Vulnerabilidad económica.

Clave	Nombre del municipio	Entidad	Consejo de cuenca	Vulnerabilidad Económica
6009	Tecomán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6007	Manzanillo	Colima	Costa Pacífico Centro	Baja
6001	Armería	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6004	Coquimatlán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6010	Villa de Álvarez	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6003	Comala	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6008	Minatitlán	Colima	Costa Pacífico Centro	Baja
6002	Colima	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6006	Ixtlahuacán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6005	Cuauhtémoc	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
18002	Ahuacatlán	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Baja
18003	Amatlán de Cañas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Baja
18006	Ixtlán del Río	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Baja
18008	Xalisco	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Baja
18013	San Pedro Lagunillas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Baja
18020	Bahía de Banderas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Baja
18004	Compostela	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Baja
18012	San Blas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Baja
14067	Puerto Vallarta	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14043	La Huerta	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14075	San Marcos	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14007	San Juanito de Escobedo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja

14036	Etzatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14003	Ahualulco de Mercado	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14095	Teuchitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14080	San Sebastián del Oeste	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14038	Guachinango	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14006	Ameca	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14062	Mixtlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14077	San Martín Hidalgo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14052	Juchitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14083	Tala	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14102	Tonaya	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14086	Tapalpa	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14112	Valle de Juárez	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14068	Villa Purificación	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14054	El Limón	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14034	Ejutla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14110	Unión de Tula	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14037	El Grullo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14059	Mazamitla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14032	Chiquilistlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14088	Tecolotlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14017	Ayutla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14100	Tomatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14090	Tenamaxtlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14020	Cabo Corrientes	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14010	Atemajac de Brizuela	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14024	Cocula	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14114	Villa Corona	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14012	Atenguillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14011	Atengo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media

14028	Cuatla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14058	Mascota	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14084	Talpa de Allende	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14113	San Gabriel	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14121	Zapotiltic	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14015	Autlán de Navarro	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14106	Tuxcacuesco	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14065	Pihuamo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14022	Cihuatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14122	Zapotitlán de Vadillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14103	Tonila	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14108	Tuxpan	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14087	Tecalitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14021	Casimiro Castillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14027	Cuautitlán de García Barragán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14085	Tamazula de Gordiano	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14099	Tolimán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
16008	Aquila	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja
16096	Tumbiscatío	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja
16014	Coahuayana	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja
16026	Chinicuila	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja
16015	Coalcomán de Vázquez Pallares	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja
16002	Aguililla	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja

Figura 4.13. Vulnerabilidad económica.



#### 4.4.3 Resultados de la vulnerabilidad social

En la Tabla 4.10 y en la Figura 4.14 se muestra la vulnerabilidad social de los 75 municipios que conforman el Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro. Se observa que 60 municipios se encuentran en vulnerabilidad media, 10 municipios se encuentran en vulnerabilidad baja y 5 municipio presenta vulnerabilidad muy baja.

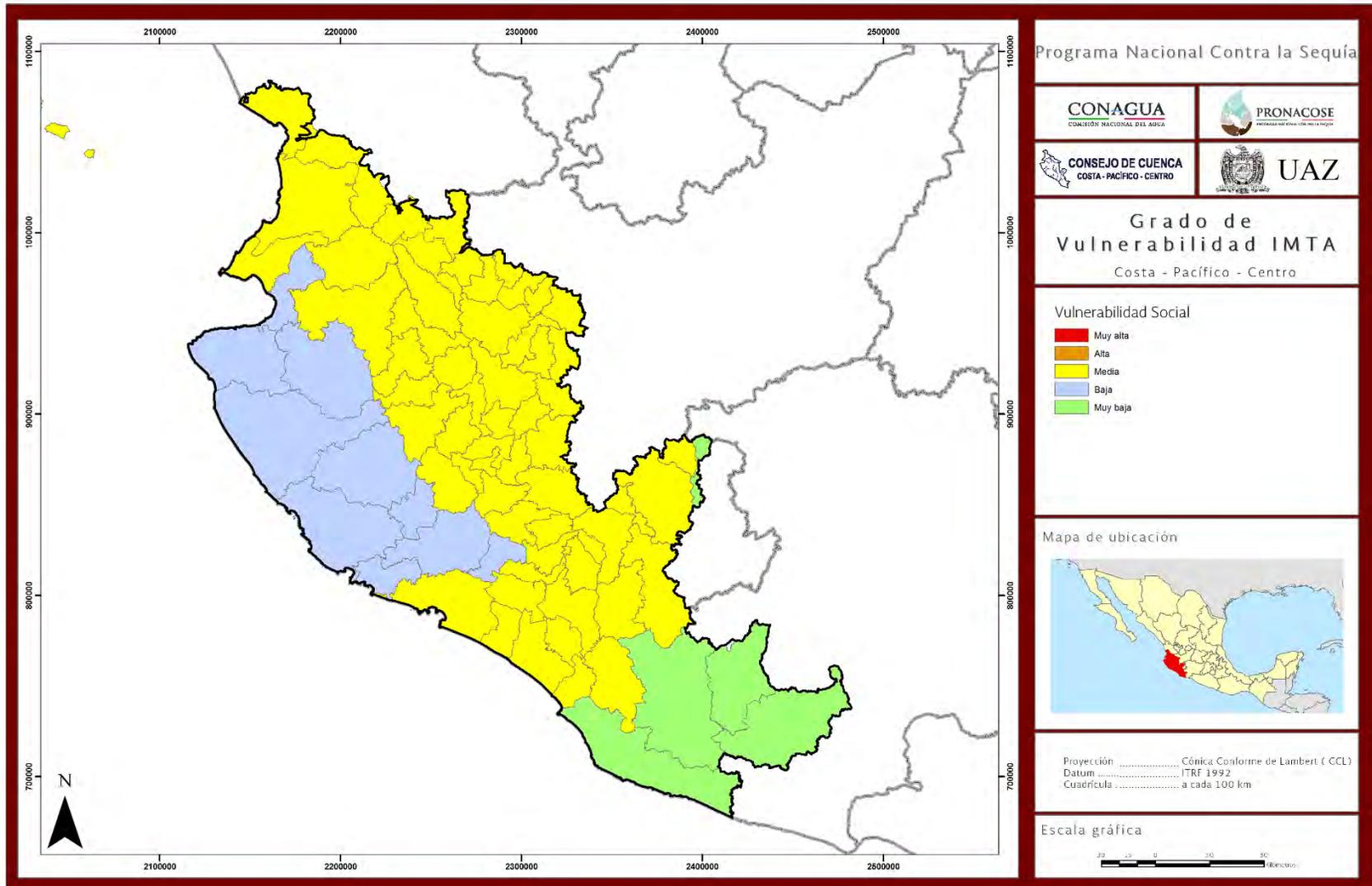
Tabla 4.10.- Vulnerabilidad social.

Clave	Nombre del municipio	Entidad	Consejo de cuenca	Vulnerabilidad Social
6009	Tecomán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6007	Manzanillo	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6001	Armería	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6004	Coquimatlán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6010	Villa de Álvarez	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6003	Comala	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6008	Minatitlán	Colima	Costa Pacífico Centro	Baja
6002	Colima	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6006	Ixtlahuacán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6005	Cuauhtémoc	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
18002	Ahuacatlán	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18003	Amatlán de Cañas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18006	Ixtlán del Río	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18008	Xalisco	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18013	San Pedro Lagunillas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18020	Bahía de Banderas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18004	Compostela	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18012	San Blas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
14067	Puerto Vallarta	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14043	La Huerta	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14075	San Marcos	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14007	San Juanito de Escobedo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media

14036	Etzatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14003	Ahualulco de Mercado	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14095	Teuchitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14080	San Sebastián del Oeste	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14038	Guachinango	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14006	Ameca	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14062	Mixtlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14077	San Martín Hidalgo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14052	Juchitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14083	Tala	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14102	Tonaya	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14086	Tapalpa	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14112	Valle de Juárez	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Muy baja
14068	Villa Purificación	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14054	El Limón	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14034	Ejutla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14110	Unión de Tula	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14037	El Grullo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14059	Mazamitla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14032	Chiquilistlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14088	Tecolotlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14017	Ayutla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14100	Tomatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14090	Tenamaxtlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14020	Cabo Corrientes	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14010	Atemajac de Brizuela	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14024	Cocula	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14114	Villa Corona	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14012	Atenguillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14011	Atengo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media

14028	Cuatla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14058	Mascota	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14084	Talpa de Allende	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14113	San Gabriel	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14121	Zapotiltic	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14015	Autlán de Navarro	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14106	Tuxcacuesco	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14065	Pihuamo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14022	Cihuatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14122	Zapotitlán de Vadillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14103	Tonila	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14108	Tuxpan	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14087	Tecalitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14021	Casimiro Castillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14027	Cuautitlán de García Barragán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14085	Tamazula de Gordiano	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14099	Tolimán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
16008	Aquila	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja
16096	Tumbiscatío	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja
16014	Coahuayana	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Media
16026	Chinicuila	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Media
16015	Coalcomán de Vázquez Pallares	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja
16002	Aguililla	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja

Figura 4.14. Vulnerabilidad social.



#### 4.4.4 Resultados de la vulnerabilidad global

En la Tabla 4.11 y en la Figura 4.15 se muestra la vulnerabilidad global de los 75 municipios que conforman el Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro. Se observa que 65 municipios se encuentran en vulnerabilidad media, 8 municipios se encuentran en vulnerabilidad baja y 2 municipio presenta vulnerabilidad muy baja.

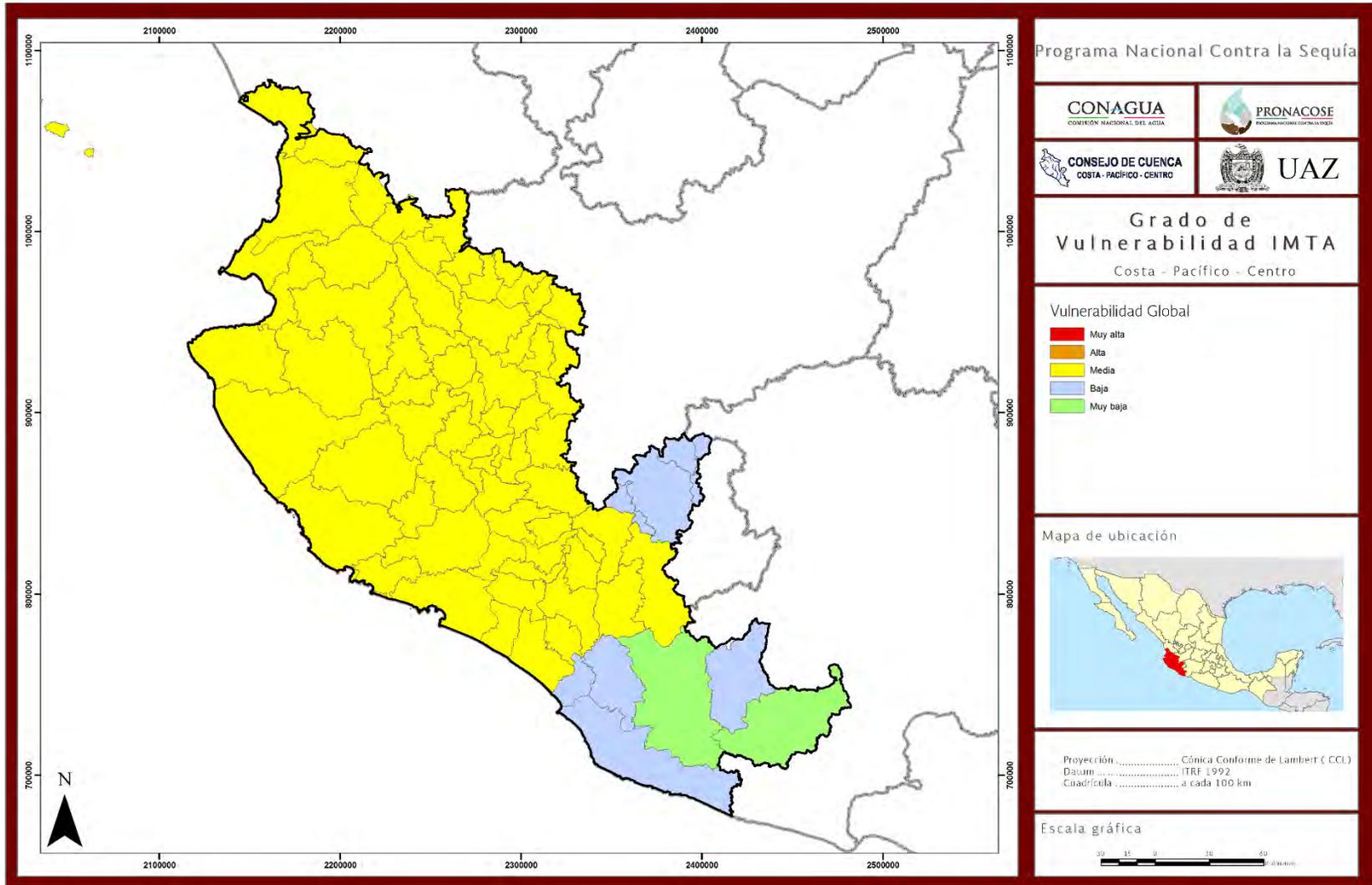
Tabla 4.11.- Vulnerabilidad global.

Clave	Nombre del municipio	Entidad	Consejo de cuenca	Vulnerabilidad Global
6009	Tecomán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6007	Manzanillo	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6001	Armería	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6004	Coquimatlán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6010	Villa de Álvarez	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6003	Comala	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6008	Minatitlán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6002	Colima	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6006	Ixtlahuacán	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
6005	Cuauhtémoc	Colima	Costa Pacífico Centro	Media
18002	Ahuacatlán	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18003	Amatlán de Cañas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18006	Ixtlán del Río	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18008	Xalisco	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18013	San Pedro Lagunillas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18020	Bahía de Banderas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18004	Compostela	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
18012	San Blas	Nayarit	Costa Pacífico Centro	Media
14067	Puerto Vallarta	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14043	La Huerta	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14075	San Marcos	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14007	San Juanito de Escobedo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media

14036	Etzatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14003	Ahualulco de Mercado	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14095	Teuchitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14080	San Sebastián del Oeste	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14038	Guachinango	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14006	Ameca	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14062	Mixtlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14077	San Martín Hidalgo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14052	Juchitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14083	Tala	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14102	Tonaya	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14086	Tapalpa	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14112	Valle de Juárez	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14068	Villa Purificación	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14054	El Limón	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14034	Ejutla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14110	Unión de Tula	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14037	El Grullo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14059	Mazamitla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14032	Chiquilistlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14088	Tecolotlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14017	Ayutla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14100	Tomatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14090	Tenamaxtlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14020	Cabo Corrientes	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14010	Atemajac de Brizuela	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14024	Cocula	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14114	Villa Corona	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14012	Atenguillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14011	Atengo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media

14028	Cuatla	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14058	Mascota	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14084	Talpa de Allende	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14113	San Gabriel	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14121	Zapotiltic	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14015	Autlán de Navarro	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14106	Tuxcacuesco	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14065	Pihuamo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14022	Cihuatlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14122	Zapotitlán de Vadillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14103	Tonila	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14108	Tuxpan	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14087	Tecalitlán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14021	Casimiro Castillo	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14027	Cuautitlán de García Barragán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
14085	Tamazula de Gordiano	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Baja
14099	Tolimán	Jalisco	Costa Pacífico Centro	Media
16008	Aquila	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja
16096	Tumbiscatío	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja
16014	Coahuayana	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja
16026	Chinicuila	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja
16015	Coalcomán de Vázquez Pallares	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Muy baja
16002	Aguililla	Michoacán de Ocampo	Costa Pacífico Centro	Baja

Figura 4.15. Vulnerabilidad global.



#### 4.5 Comparativa de la vulnerabilidad global de 2013 y 2014

En la Figura 4.16 se muestra la vulnerabilidad global obtenida en 2013 empleando la metodología del IPCC a nivel célula de planeación y en la Figura 4.17 se muestra la vulnerabilidad global a nivel municipal de los 75 municipios que conforman el Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro.

Una de las diferencias lo representa el nivel de disgregación que se empleo en cada una de las metodologías, en 2013 el grado de vulnerabilidad global se calculó a nivel célula de planeación empleando 6 factores y dándoles el mismo peso, mientras que en el 2014 empleando la metodología propuesta por el IMTA el análisis de la vulnerabilidad global se realizó a nivel municipal empleando 11 factores y se utilizó el software *Superdecision*<sup>®</sup> para obtener su peso correspondiente. Los resultados de la metodología del IMTA nos ofrecen un panorama más acercado a la realidad debido a que emplean datos a nivel municipal, se toman en cuenta más factores y se emplea un software para determinar el peso de cada uno de los factores.

Se observan grandes diferencias en lo que respecta a los resultados, en 2013 la célula de planeación Costa de Jalisco Jalisco presenta un grado de vulnerabilidad muy alto, Costa de Michoacán Jalisco tiene vulnerabilidad alta, Costa de Michoacán Colima y Costa de Michoacán Michoacán presentan un grado de vulnerabilidad bajo y por último las células de planeación Costa de Jalisco Colima y Costa de Jalisco Nayarit presentan una vulnerabilidad muy baja.

Por otro lado, los resultados varían cuando se emplea la metodología del IMTA desarrollada en 2014, se observa que 65 municipios se encuentran en vulnerabilidad media, 8 municipios se encuentran en vulnerabilidad baja y 2 municipio presenta vulnerabilidad muy baja, ya no se presentan zonas con vulnerabilidad alta y muy alta.

Figura 4.16. Grado de vulnerabilidad global por células de planeación del 2013.

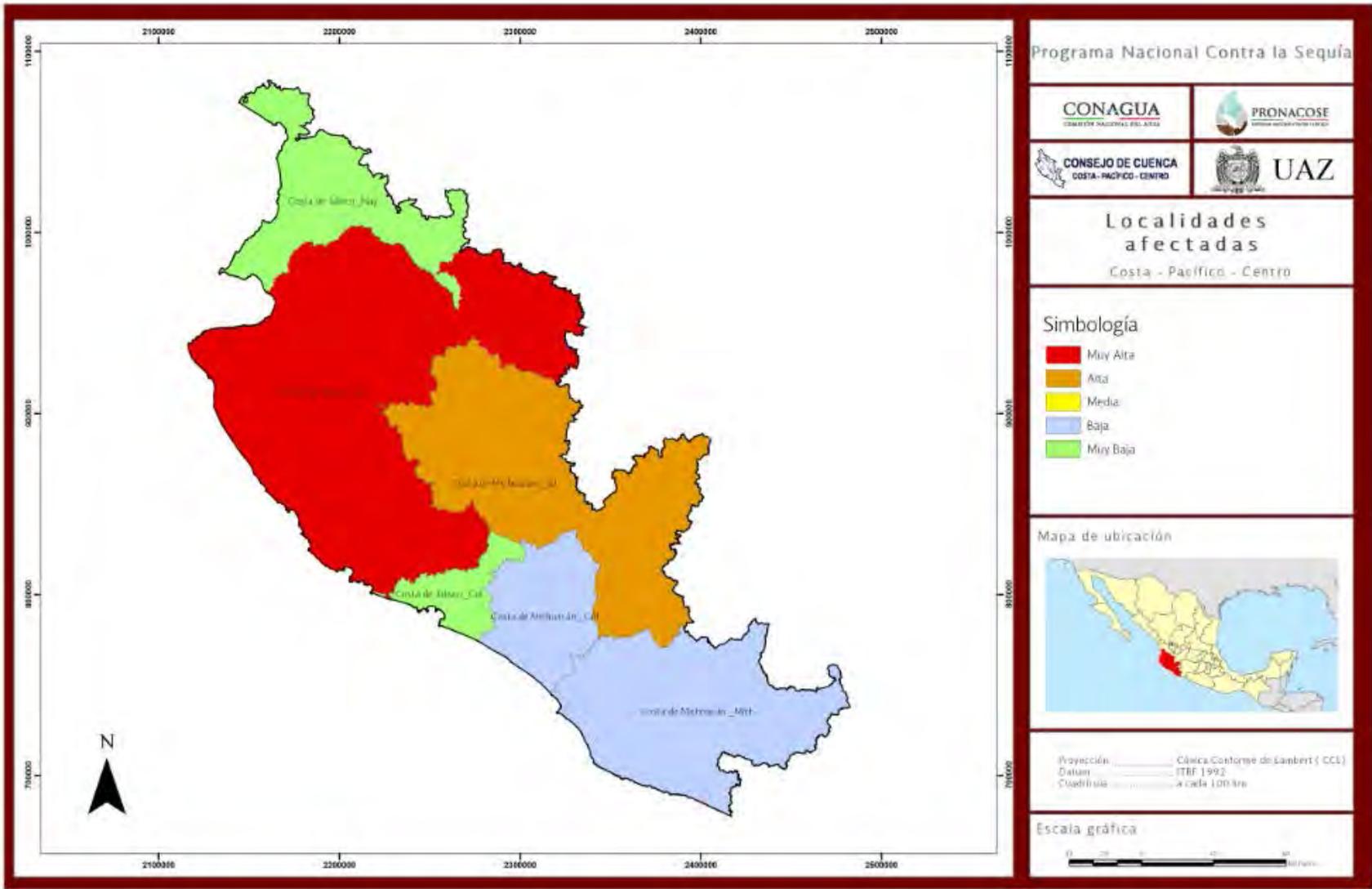
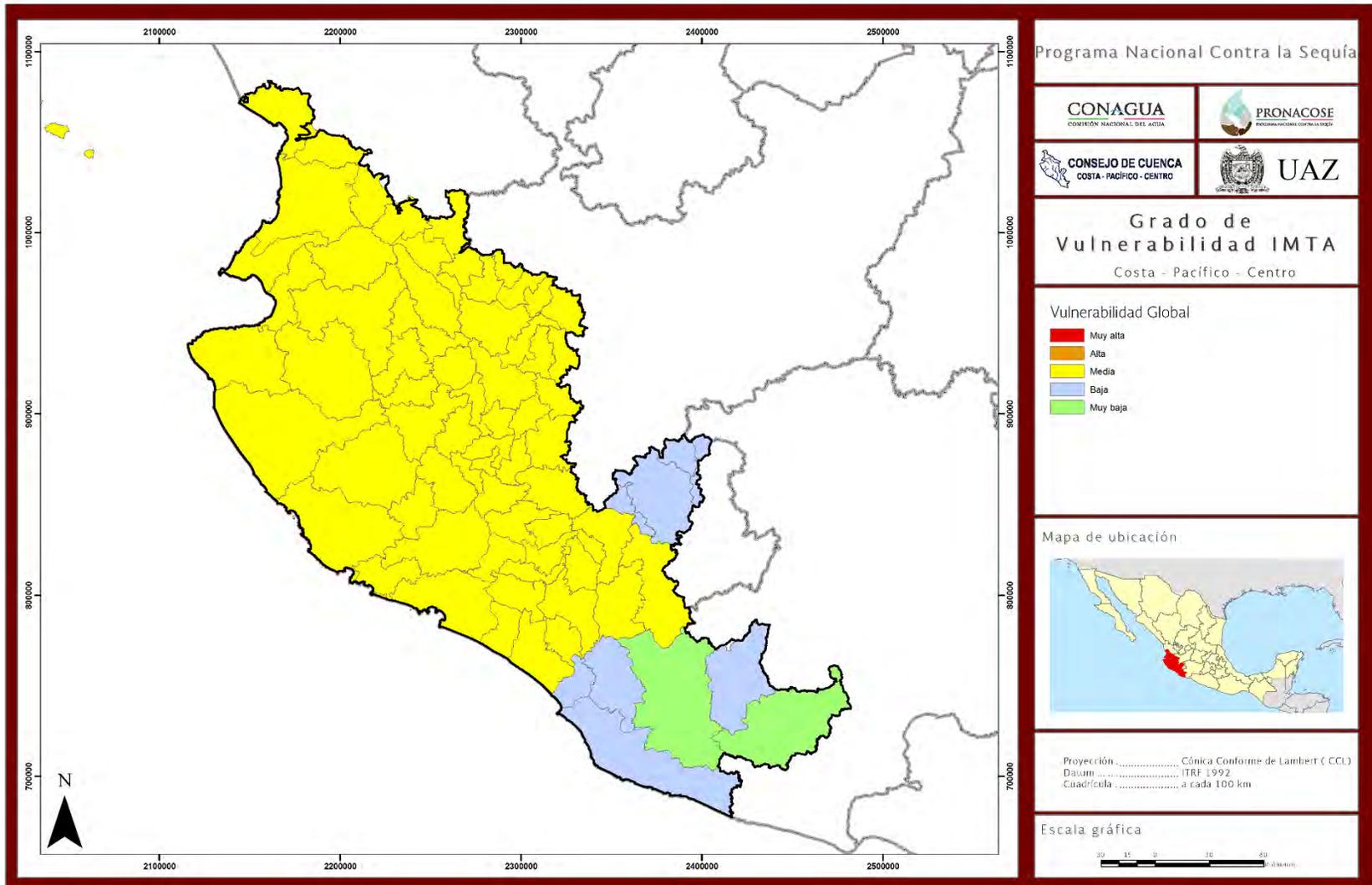


Figura 4.15. Grado de vulnerabilidad global metodología del IMTA del 2014.



## 5. Mitigación de la sequía y estrategias de respuesta

La finalidad de los programas de sequía es precisamente anticiparse a las mismas, previendo soluciones para satisfacer las demandas, evitando situaciones de desabasto de agua. El riesgo no puede eliminarse por completo pero estos programas sirven para mitigar considerablemente sus efectos.

En este paso ya se va acercando la aplicación precisa de los resultados anteriores, se considera la visión, las estrategias y la selección de medidas de mitigación y de resultados esperados.

Se proponen aquellas acciones que pueden ser implementadas en dos sentidos: antes de llegar la sequía (mitigación) o cuando ya está presente (acción o respuesta estratégica). Entre estas acciones se consideran, por ejemplo, la reducción de la presión en las líneas de distribución, la reparación de fugas, la identificación de ayuda federal a corto plazo y la instalación de riego por aspersión a largo plazo.

Además se proporciona una base para la implementación de las acciones, se distinguen aquellas por el lado de la oferta del agua relacionada con las obras y sistemas de distribución, y por el lado de la demanda las que impactan el uso y consumo por parte de los usuarios.

Para abordar la definición de las medidas de mitigación es necesario tener en cuenta todos los análisis y resultados vistos hasta ahora, debido a estas disposiciones en el presente programa de mitigación se plantean medidas con el objetivo de evitar un deterioro en las masas de agua mientras la sequía se encuentre en fases de anormalmente seco a sequía severa, pasando a incidir en medidas que minimicen el deterioro de las masas de agua una vez sé que se encuentre dentro de los márgenes tanto de una sequía extrema o excepcional.

Cabe mencionar que todas las medidas pueden ser aplicables con el fin de reducir la pérdida de volúmenes de agua y aumentar la sustentabilidad de la misma; teniendo en cuenta la relación entre brecha hídrica y oferta (valor de brecha/oferta sustentable), el cual indica el requerimiento de infraestructura u acciones a tomar.

Por tal motivo, con el fin de disminuir las brechas hídricas en todas las células de planeación, se plantean soluciones técnicas que logran un balance entre las medidas de construcción de infraestructura adicional con las que se destinan a mejorar las eficiencias en el uso de agua en todos los sectores.

Igualmente, al considerar dentro de la priorización de las medidas para cerrar la brecha otros factores no estructurales que inciden en la factibilidad de realización de las mismas, se integra una solución factible. Esta solución prioriza las medidas de infraestructura sobre las de gestión de la demanda principalmente en el sector agrícola.

### 5.1. Medidas de mitigación

En la búsqueda de las medidas más adecuadas para la cuenca se ha realizado una labor de generar y recopilar las acciones más eficientes mediante los responsables de la gestión del agua con el fin de dar respuestas prácticas y sustentables ante las sequías, obteniendo un elenco de medidas aplicables tanto en el ámbito general de la cuenca como de manera particular en todos o algunos sistemas de explotación.

Primeramente para asegurar la implementación de las medidas de la solución técnica y lograr el equilibrio de la cuenca Pacífico - Centro, se proponen las siguientes líneas de acción general:

- Continuar con la construcción de infraestructura planeada.

- Impulsar el riego en tiempo real en todos los distritos de riego (mejorar los planes de riego basados en información meteorológica obtenida en tiempo real).
- Mejorar las eficiencias parcelarias de los distritos y unidades de riego (incrementar el uso de riego presurizado y el revestimiento de los canales de conducción de las unidades y distritos de riego).
- Impulsar la reparación de fugas y tecnologías domésticas en zonas críticas (fortalecer la sectorización y la reparación de fugas, así como tecnologías de ahorro de agua dentro de los hogares).
- Promover el reúso de agua residual tratada y su intercambio por agua de primer uso.

Por otro lado, cerca del 50% de la brecha está constituida por la sobreexplotación de agua subterránea, por lo que otro de los retos en la Región, para tener las cuencas y sus acuíferos en equilibrio, recae en apoyar el crecimiento público urbano e industrial asegurando la sustentabilidad.

Igualmente, se proponen dos objetivos que se enfocan a la recuperación del equilibrio de la cuenca, se requieren doce estrategias para asegurar el equilibrio de ésta y cinco más para que se aproveche de manera sustentable el potencial de los recursos hídricos de la Región.

Para poder realizar estas estrategias, se necesita ejecutar una cantidad importante de acciones de todo tipo, de manera simultánea o secuencial, que involucran a todos los actores del sector, representantes del gobierno y de la sociedad, usuarios del recurso, organizaciones civiles interesadas en la sustentabilidad del mismo, entidades académicas, entidades financieras, etcétera.

Por lo que a continuación se muestran los objetivos, estrategias y sus respectivas acciones para esta cuenca que ayudaran a reducir la brecha entre la oferta sustentable y la demanda futura, y el tipo de medidas que será necesario implementar como acciones de gobierno o de la sociedad para concretar la estrategia.

**Objetivo 1.** Asegurar el equilibrio de cuencas y acuíferos, mediante la reducción del consumo, del desperdicio y de las pérdidas de agua en todos los usos.

- 1.1** Mejorar el aprovechamiento de las fuentes de aguas nacionales y promover el uso de fuentes alternas.
  - a. Captación y recolección de agua de lluvia en los tejados de las viviendas rurales sin acceso actual a la red de agua potable (cosecha de lluvia)
  - b. Extracción de agua subterránea en acuíferos con disponibilidad (potencial subterráneo).
  - c. Fomento y desarrollo de infraestructura verde para la captación de agua en zonas urbanas.

De manera complementaria a estas acciones estructurales, es necesaria la realización de un conjunto de acciones no estructurales enfocadas principalmente a la integración de estudios para obtener el mayor conocimiento de la cuenca y los acuíferos, además de acciones de gobierno complementarias. Algunas de estas medidas son:

- Promover el cambio de fuentes de extracción de agua por usos.

- Reducir la evaporación en embalses.
- Diseñar los incentivos económicos, fiscales y financieros para el uso de fuentes alternas.
- Establecer mecanismos legales que fomenten la captación y aprovechamiento de agua pluvial.
- Realizar los estudios a través de modelos digitales de elevación de alta resolución para la caracterización fisiográfica, caracterización de cuencas, codificación hidrográfica, caracterización y modelo en tres dimensiones de corrientes perennes e intermitentes, caracterización de cuerpos de agua, y caracterización de humedales.
- Estudiar las aguas superficiales mediante modelos hidrológicos agregados, modelos hidrológicos distribuidos, modelos de generación de escenarios hidrológicos, estudios de caudales restituidos, estudios de caudales ecológicos, síntesis hidrológica, estudios de embalses potenciales.
- Estudiar las aguas subterráneas mediante la caracterización de acuíferos, modelación de acuíferos, planes de manejo de acuíferos, planes de manejo integrado de aguas superficiales y subterráneas.
- Realizar modelos de prospectiva de demanda por usos, modelos de sistemas hidráulicos complejos, modelos de balance hídrico subterráneo, modelos de balance hídrico integrado y modelos de asignación óptima del agua.

### 1.2 Rehabilitar y ampliar la infraestructura de almacenamiento.

Para llevar a cabo la estrategia, se proponen adicionalmente acciones no estructurales como las siguientes:

- Estudiar la posibilidad de planear la construcción de bordos de almacenamiento de lluvia (jagüeyes u hoyas de agua) para zonas agrícolas de pequeño riego y con baja disponibilidad de agua, siempre que estos tengan un diseño adecuado y realmente contribuyan con apoyar la zona.
- Estudiar y evaluar el nivel de eficiencia de la capacidad actual de infraestructura de almacenamiento en la Región con el fin de dirigir programas de rehabilitación y ampliación, principalmente en zonas con restricciones.
- Considerar estas labores por ley como asunto de seguridad estatal para que se consideren mayores apoyos estatales y municipales.
- Diseñar y aplicar leyes de contribuciones de mejoras estatales para recuperación de inversiones, cuyos ingresos se dediquen a la rehabilitación y ampliación de la infraestructura de almacenamiento.
- Aplicar la ley federal de contribución de mejoras.

### 1.3 Recargar artificialmente los acuíferos en condiciones sustentables.

Algunas de las acciones no estructurales de la estrategia están orientadas a:

- Establecer normas estrictas para la recarga.

- Vigilar y proteger las zonas de recarga.
- Establecer mecanismos para acreditar contra el pago de impuestos y derechos las recargas por particulares.
- Manejo adecuado y conservación o restauración en su caso de las áreas de captación.
- Reorganizar la producción agrícola por subcuenca con base en la disponibilidad de agua pero considerando cultivos rentables y de consumo local.

#### 1.4 Reusar las aguas en todos los usos

La estrategia plantea tres líneas de acción dirigidas a reutilizar las aguas, principalmente en los sectores agrícola, municipal e industrial.

- a. Reúso de agua tratada para zonas de riego
- b. Reúso de agua a nivel municipal
  - i. Reúso de aguas grises domésticas
  - ii. Reúso de aguas tratadas para el riego de parques públicos
- c. Reúso a nivel industrial

Algunas medidas no estructurales son:

- Generar un mercado secundario de uso de agua tratada.
- Estimular la descarga cero en empresas.
- Realizar los estudios necesarios para identificar las zonas potenciales para el reúso del agua en la Región.
- Promover el reúso de agua mediante campañas dirigidas a los sectores productivos y sociedad.
- Negociar con los diferentes usuarios el uso de agua tratada en sus actividades.

#### 1.5 Promover y aplicar tecnologías de bajo consumo en todos los usos.

- a. Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario
  - i. Labranza optima

Dentro de las tecnologías propuestas dirigidas a mejorar la eficiencia en el riego se encuentra las siguientes:

- Calendarización de riego

- Sustitución de sistemas de riego por aspersión por sistemas de riego de alta precisión.
- Riego de alta precisión o puntual
- Riego por aspersión

Algunas otras alternativas de solución complementarias las contemplan ya los programas de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego y Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego, como son:

- Promover y apoyar la utilización e introducción de técnicas para riego, en función del nivel de especialización y conocimiento por parte de los agricultores y productores en las zonas agrícolas. Para ello, se sugiere: primero, programas de capacitación y cultura (con asesores técnicos en riego y parcelas demostrativas); luego, operación de multicompuertas (programas de volúmenes por cada surco) y reducción de volúmenes consumidos; después, riego por aspersión y, por último, riego puntual; después pensar en invernaderos.
  - Hacer uso de medidas ahorradoras de agua, como los riegos nocturnos.
  - Rehabilitar y modernizar las obras de cabeza.
  - Construir, adquirir e instalar equipo de medición y control del agua.
  - Realizar los estudios y proyectos ejecutivos de las obras correspondientes.
  - Promover la nivelación de tierras y el drenaje parcelario.
  - Rehabilitar y mantener drenes, caminos de operación, estructuras de operación, conservación y control en los distritos y unidades de riego.
  - Controlar malezas acuáticas.
  - Promover la reconversión productiva de la agricultura de riego.
  - Integrar un catastro técnico de infraestructura de riego y drenaje.
  - Apoyar la adquisición de nueva maquinaria y equipo de conservación.
  - Apoyar la rehabilitación integral de maquinaria y equipo de conservación concesionados.
  - Equipar talleres para servicio y mantenimiento de maquinaria y equipo de conservación.
  - Fomentar la supervisión de las obras de infraestructura en los distritos y unidades de riego.
  - Control y supervisión de canaleros.
- b. Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal
- i. Sustitución de inodoros convencionales por de doble descarga en el sector comercial.
  - ii. Instalación de nuevos inodoros de doble descarga en el sector comercial.

- iii. Sustitución de inodoros convencionales por modelos de doble descarga en residencias.
- iv. Instalación de nuevos inodoros de doble descarga en residenciales.
- v. Instalación de llaves de bajo flujo.
- vi. Sustitución de regaderas convencionales por modelos de baja consumo.
- vii. Instalación de regaderas de bajo consumo en nuevas viviendas
- viii. Instalación de mingitorios sin agua en edificios comerciales y públicos.
- ix. Retención de humedad en jardín en residencias.

Para lograr el éxito en la implementación de la componente público-urbana de esta estrategia, se requerirá valorar la aplicación de otras acciones complementarias dentro de las localidades dentro de la Región. Algunas de estas acciones son:

- Fomentar el desarrollo de sistemas ahorradores de agua en la producción de bienes y servicios.
- Desarrollar nuevos sistemas ahorradores de agua.
- Diseñar los incentivos económicos para apoyar la sustitución e instalación de dispositivos ahorradores de agua en viviendas.
- Promover la participación de usuarios en el financiamiento en la adquisición de la tecnología.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional para la aplicación de las tecnologías ahorradoras de agua.
- Crear conciencia en la sociedad sobre el uso responsable del agua.
- Realizar campañas para la instalación de dispositivos ahorradores de agua.
- Fortalecer la medición del agua en el sector municipal.

c. Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial

- i. Agua activada
- ii. Empaste de desechos en minería
- iii. Enfriamiento en seco en generación de energía

Algunas medidas no estructurales que son necesarias para la implementación de esta estrategia son:

- Realizar campañas de difusión para la implementación de tecnologías de bajo consumo de agua en el sector industrial.
- Crear los instrumentos económicos y financieros para la implementación de estas medidas.

- Negociar con el sector industrial programas que apoyen el ahorro de agua.
- Realizar los estudios para determinar la tecnología adecuada por tipo de industria.

#### 1.6 Reducir pérdidas en los sistemas hidráulicos de todos los usos

Uno de los graves problemas que se presentan en la región es la gran pérdida de volúmenes de agua en los sistemas hidráulicos, debido principalmente a que la infraestructura de conducción y distribución es ya ineficiente, en este sentido las siguientes medidas pretenden recuperar grandes volúmenes de agua.

- a. Mejora de eficiencia en el sector agropecuario
  - i. Mejoramiento de la eficiencia primaria
  - ii. Mejoramiento de la eficiencia secundaria
- b. Mejora de eficiencia en el sector municipal
  - i. Reparación de fugas en redes de distribución
  - ii. Control de presión
  - iii. Reparación de fugas al interior de edificios comerciales
  - iv. Reparación de fugas en viviendas
- c. Mejora de eficiencia en el sector industrial
  - i. Reparación de fugas industriales
  - ii. Reducción de la presión del agua en industrias

#### 1.7 Ajustar dinámicamente las concesiones y asignaciones de agua a la oferta real y a prioridades.

Esto tiene como primer objetivo equilibrar la demanda de agua, de acuerdo con la disponibilidad en cuencas y acuíferos, brindando información abierta y oportuna para que pueda ser tomada en cuenta en el proceso de toma de decisiones y de elaboración de planes de desarrollo.

Las acciones que se deberán realizar en esta estrategia son las siguientes:

- Revisar las concesiones y asignaciones otorgadas en función de los estudios actualizados de disponibilidad del agua.
- Generalizar la compra de derechos para recuperación ambiental de las cuencas.
- Utilizar mecanismos de mercado regulado hacia la reasignación hacia las mejores condiciones económicas, sociales y ambientales (bancos del agua).

- Establecer un sobre precio por extracción de agua de acuíferos sobreexplotados con problemas de degradación y agotamiento.
- Instrumentar la cuota de garantía para ajustar los volúmenes utilizados a los volúmenes concesionados o asignados.
- Establecer e instrumentar programas federalizados de inspección y vigilancia.
- Castigar la subdeclaración de consumos y la sobreconcesión.
- Mejorar el diseño y la verificación del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA).
- Cancelar concesiones por irregularidad.
- Controlar las extracciones subterráneas y superficiales.
- Revisar las concesiones para verificar la expiración, el rescate y la reasignación de concesiones.
- Regular el mercado del agua.
- Delimitar las zonas de veda de extracción superficial.
- Adecuación de vedas de aguas subterráneas y de aguas superficiales.

#### 1.8 Optimizar las políticas de operación de embalses.

Con esta medida se podrá contar siempre con disponibilidad de agua ante períodos secos como húmedos, y así mitigar los impactos negativos que imperan con la presencia de fenómenos extremos y ante la posibilidad del cambio climático.

- Promover el trabajo coordinado con entidades académicas para estudiar, mediante modelos de operación óptima de embalses, las mejores políticas a aplicar que garanticen la suficiencia del recurso en el corto, mediano y largo plazos.

#### 1.9 Incentivar la reubicación de actividades económicas acordes a la disponibilidad del Agua

Es prioritario recuperar los acuíferos sobreexplotados y mantener aquellos que aún no lo están, mediante la implementación de acciones de mejora de eficiencia en el uso de agua en los tres sectores consumidores de agua: agropecuario, municipal e industrial.

Es necesario revisar el tema del derecho por el uso del agua para la agricultura, como un incentivo a usar el volumen óptimo de agua para cada tipo de cultivo.

A nivel regional es necesario también:

- Establecer estímulos estatales para la reubicación de industrias consumidoras.
- Manejar las zonas de disponibilidad de los derechos por cuenca o acuífero.
- Establecer mecanismos de transversalidad con instancias encargadas de los desarrollos urbanos, económicos y ecológicos para unificar criterios de reubicación.

#### 1.10 Mejorar la medición del suministro y el consumo del agua.

Esta estrategia es básica. Es esencial conocer cuánta agua se está distribuyendo y consumiendo, por ello es importante avanzar en la medición del agua en las fuentes de abastecimiento y su entrega, mantener una distribución muy controlada de los volúmenes almacenados en las presas, así como propiciar que las organizaciones midan el agua que se entrega a los usuarios en sus tomas.

Entre las acciones a realizar son:

- Actualizar los padrones de usuarios agrícolas.
- Mejorar la medición del suministro de agua para uso agrícola, público urbano e industrial.
- Mejorar la medición de los consumos de agua para uso agrícola, público urbano e industrial.
- Establecer cuotas deliberadamente altas a consumos no medidos, especialmente en actividades de cierto poder económico.
- Considerar siempre en los esquemas contables volúmenes de consumos, exista o no medición directa.

1.11 Incentivar patrones de cultivo de menor consumo.

- Definir cultivos específicos en función de la disponibilidad de agua, la vocación del suelo y las oportunidades de mercado.

Para la implementación de esta estrategia es necesario fortalecer la coordinación con otras dependencias como SAGARPA y las secretarías de desarrollo agropecuario de los gobiernos de los estados; así mismo se deberá apoyar en investigaciones que realicen las instituciones de educación superior y centros de investigación.

**Objetivo 2.** Aprovechar el potencial de los recursos hídricos para la generación de empleos mediante la producción sustentable de alimentos, energía, bienes y servicios.

**2.1** Promover el intercambio de agua de primer uso a actividades económicas más rentables o prioritarias.

**2.2** Aprovechar el potencial agropecuario, acuícola y pesquero

**2.3** Aprovechar el potencial hidroeléctrico de corrientes naturales y artificiales.

De manera complementaria se deberá:

- Incentivar el desarrollo de actividades de autogeneración en corrientes naturales y artificiales.
- Promover esquemas de apoyo a la microgeneración.
- Realizar los estudios de potencial hidroeléctrico.
- Construir centrales hidroeléctricas.
- Construir modelos de sistemas hidroeléctricos.
- Realizar las acciones necesarias para la repotenciación de centrales hidroeléctricas.

#### **2.4** Aplicar medidas que aumenten la producción y reduzcan las pérdidas de productos Agrícolas.

Para este caso, se deberá, en forma coordinada:

- Utilizar semillas mejoradas.
- Apoyar la ingeniería de semillas.
- Utilizar plaguicidas de manera vigilada.
- Realizar un uso balanceado de fertilizantes.
- Implementar la transportación refrigerada de cosecha.
- Transparentar los subsidios por energía eléctrica por bombeo y por otros insumos.
- Incentivar la construcción de infraestructura de almacenamiento, refrigeración y canales de comercialización de los productos agrícolas en coordinación con autoridades competentes.
- Hacer un uso eficiente de energía en riego.

#### **2.5** Ampliar y mejorar los canales de comercialización para los productos agropecuarios.

Para alcanzar la sustentabilidad hídrica de la Región se proponen realizar las medidas que ya han sido comentadas en este capítulo, a través de los diferentes programas, proyectos y acciones que los tres órdenes de gobierno realizan durante sus administraciones con el apoyo de la sociedad organizada y de los usuarios de los diferentes sectores del agua.

Ahora bien, para lograr ríos limpios en todo el territorio de la Región Hidrológico- Administrativa, se necesitará garantizar que las aguas residuales descargadas a los cuerpos receptores cumplan con los niveles de calidad definidos en el marco jurídico aplicable, diseñar acciones que reduzcan la contaminación generada por fuentes difusas y mantener los cauces libres de basura, así como evitar que se sigan deteriorando las cuencas por los procesos de deforestación y erosión de sus suelos.

Hay cuatro tipos de soluciones técnicas consideradas al interior de cada célula, que se pueden priorizar para optimizar la aplicación de las inversiones, las cuales se señalan a continuación:

- Garantizar el tratamiento eficiente de las aguas residuales en las plantas existentes, cubriendo sus costos de operación.
- Conectar a redes de alcantarillado la infraestructura de tratamiento sin operar, cubriendo sus costos de operación.
- Adaptar la infraestructura de tratamiento existente para lograr el nivel de calidad requerido por los cuerpos receptores.
- Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y expandir la red de colectores.

Para dar cumplimiento a este objetivo, al menos se plantean en la Región nueve estrategias que permitirán contar con aguas limpias en todos los cuerpos de agua, cauces sin basura, y controladas y tratadas las aguas contaminadas por los usuarios agrícolas e industriales; asimismo, controladas y rehabilitadas las pérdidas de bosque, vegetación natural y suelos alterados.

En seguida se muestran las estrategias que contribuirán al logro de este objetivo.

**Objetivo 3:** Rehabilitar la calidad del agua en cauces, vasos, acuíferos y playas, y contribuir a rehabilitar los ecosistemas en las cuencas.

### 3.1 Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)

Para lograrlo, se proponen dos líneas de acción:

- Optimizar el funcionamiento de la infraestructura de tratamiento existente.
- Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y red de alcantarillado y colectores.
  - a. Optimizar el funcionamiento de la infraestructura de tratamiento existente.
  - b. Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y red de alcantarillado y colectores

Adicionalmente a estas acciones estructurales que implican la construcción de infraestructura o el mejoramiento de la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales, se proponen las siguientes acciones no estructurales para apoyar la implementación de la estrategia:

- Reforzar el Programa Nacional de Auditoría Ambiental de la PROFEPA, de manera particular los programas de Municipio Limpio, Cuenca Limpia e Industria Limpia.
- Reforzar los mecanismos de cumplimiento de la regulación sobre descargas industriales a cuerpos receptores de propiedad nacional.
- Incentivar el establecimiento de acciones de tratamiento mediante la acreditación de pago de impuestos federales y locales.
- Extender el cobro por las descargas de aguas residuales al alcantarillado en función de la calidad.
- Realizar los estudios y modelos de sistemas de saneamiento que permitan identificar los sistemas de tratamiento óptimos.
- Diseñar e implementar un sistema integral de indicadores para el monitoreo de la calidad ambiental.

### 3.2 Reducir la descarga de contaminantes

Una de las prioridades dentro de la política hídrica regional de sustentabilidad, es el control de las fuentes difusas de contaminación del agua dentro de la Región, por lo que se deberán diseñar acciones dirigidas a los sectores agrícola, pecuario y municipal.

- Se proponen prácticas agrícolas amigables con el ambiente para ser consistente no sólo con la protección del agua, sino también con la conservación del suelo como recurso indispensable para esta actividad productiva.

- En el sector pecuario, se deberá promover la integración de un censo de las granjas porcícolas, piscícolas y ranchos ganaderos para identificar los sitios de descargas del agua utilizada dentro de las cuencas de la Región.
- Se deberán establecer acuerdos con los rastros para regular sus descargas a los cuerpos de aguas nacionales, mediante el tratamiento y reúso del agua en sus instalaciones.
- Se deberá planear la construcción de rastros regionales por subcuencas de Tipo Inspección Federal (TIF), que cumplan con todas las normas de saneamiento y ambientales e incluyan sus propias plantas de tratamiento de las aguas residuales.

Algunas otras acciones a desarrollar son:

- Establecer incentivos para reúso del agua.
- Adecuar las normas de calidad del agua.
- Fortalecer la vigilancia y sanción de la contaminación.
- Adecuar las tarifas de agua por primer uso a costos reales.
- Promover el establecimiento de impuestos locales por contaminación de aire, agua y suelo.
- Establecer impuestos a productos riesgosos que puedan contaminar el suelo o subsuelo.
- Controlar el mercado de productos contaminantes.
- Caracterizar las aguas residuales industriales.
- Realizar modelos de contaminación difusa.

### **3.3 Reducir la emisión y regular la disposición de residuos sólidos**

- Promover la incorporación de dinámicas de reutilización o reciclaje de los residuos sólidos, ya que puede representar en muchos casos disminución o recuperación de costos para muchas empresas, a la vez que disminuye la contaminación ambiental.
- Se deberá apoyar el manejo integral de residuos peligrosos y/o altamente contaminantes, a través de las acciones que apuntan a un correcto manejo de los residuos que son considerados peligrosos o altamente contaminantes.
- Se promoverá el establecimiento de impuestos por contaminación para coadyuvar en el control de productos y servicios contaminantes.
- Establecer por ley los incentivos para el tratamiento y aprovechamiento sustentable de residuos sólidos.
- Establecer esquemas de coordinación entre la federación y estados y municipios para la disposición de residuos sólidos.
- Delimitar las áreas para la disposición de residuos sólidos.

- Integrar planes de gestión para reducir, reusar y reciclar la basura municipal.

### **3.4** Rehabilitar la calidad del recurso en los cuerpos de agua

Para esta estrategia se deberán apoyar las siguientes acciones:

- Extender las declaratorias de clasificación de cuerpos de agua nacionales.
- Establecer las condiciones particulares de descarga en relación con las declaratorias de clasificación.
- Desarrollar modelos de calidad del agua superficial.
- Desarrollar modelos de calidad del agua subterránea.
- Desarrollar modelos de calidad del agua en playas.
- Fortalecer los mecanismos de inspección y vigilancia de las descargas de cuerpos receptores nacionales, con convenios de coordinación con estados y municipios.
- Fortalecer las actividades de inspección y vigilancia para controlar la contaminación con apoyo de los municipios.

### **3.5** Actualizar y aplicar el ordenamiento ecológico y territorial

Algunas acciones que se deberán implementar son:

- Adecuación de la legislación aplicable a nivel cuenca.
- Revisión y ajuste de la normativa estatal.
- Elaborar convenios de coordinación interinstitucional, interestatales e intermunicipales.
- Elaborar y revisar los planes de manejo de áreas naturales protegidas.
- Elaborar declaratorias de zona federales, de áreas naturales protegidas, de zonas de protección y amortiguamiento.
- Declarar e instrumentar planes de manejo en sitios Ramsar.
- Elaborar en todos los estados leyes de gestión de cuenca.
- Regular el cambio del uso del suelo en condiciones sustentables.
- Promover e incentivar el desarrollo de infraestructura urbana sustentable.

### **3.6** Generalizar el pago por servicios ambientales

- Es necesario incentivar la actividad y temporalidad del pago de servicios ambientales con una política de mediano y largo plazos a nivel municipal, estatal y de gobierno federal, por lo que se hace conveniente trabajar coordinadamente con la CONAFOR y los gobiernos municipales y estatales.

- Otra tarea a emprender es revisar el marco jurídico y desarrollar mecanismos estatales de apoyo para el pago de servicios ambientales.
- Se hace necesario el establecimiento de normas que incentiven u obliguen al pago, por lo que se deberá promover la incorporación en la legislación estatal el pago por servicios ambientales, como un porcentaje del pago de tarifas de agua, definiendo el fin específico en que se aplicará la recaudación correspondiente.
- Impulsar la implementación de los mecanismos de compensación ambiental (hidrológicos) existentes en la zona (ej. Cerro Grande) ligados a los principales núcleos poblacionales de la región.

### **3.7 Establecer y aplicar el caudal ambiental**

- Definir y aplicar en la práctica la reserva del caudal mínimo necesario para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema, y extraer sólo los excedentes para ser distribuidos en los diferentes usos.
- Elaborar estudios de caudal ambiental para establecer una norma adecuada en la Región, que coadyuve en la mejor medición y conservación de cuencas hidrológicas.

### **3.8 Controlar la erosión de los suelos**

- Diseñar programas de capacitación y apoyo a productores en las zonas sujetas a degradación de suelos y bosques que propicie la introducción de prácticas sustentables.
- Restablecer la cubierta vegetal con especies adaptadas a las condiciones del suelo.
- Promover la conservación de cuencas y control de la erosión de suelos, con programas de reforestación derivados de estudios de modelación dinámica de erosión y sedimentación.
- Mantener la vegetación natural y la fauna silvestre creando zonas de amortiguamiento al exterior de los remanentes de los ecosistemas primarios para mejorar sus condiciones microclimáticas y mejorar la calidad del ecosistema en su conjunto.
- Frenar el avance de las actividades de la agricultura de temporal en zonas de laderas de colinas y piedemontes, ubicadas en zonas de cabecera de las cuencas.

Se deberá incentivar la introducción de mejoras en las técnicas agrícolas, así como prácticas sustentables para el manejo de suelos para evitar la declinación de la fertilidad y la erosión eólica; para ello, algunas acciones como:

- Cercos vivos.
- Conservación de cuencas.
- Establecer incentivos para la reforestación.
- Reforestación.

- Manejo de rotación de potreros.
- Fomento de ganado controlado.
- Siembra de alta densidad.
- Surcado al contorno.
- Tinajas ciegas.
- Construcción de terrazas.
- Muros de gaviones contra erosión.

### 3.9 Conservar y rehabilitar los sistemas ribereños

Las acciones dentro de la estrategia que se deberán atender son:

- Fortalecer los sistemas de inspección, vigilancia y sanción de zonas federales.
- Celebrar convenios de colaboración administrativa y fiscal entre la federación con estados y municipios, para el cobro de derechos por uso o aprovechamiento de zonas federales en los cauces de las corrientes o vasos de depósitos de propiedad nacional.
- Desincorporar zonas federales en el perímetro de las poblaciones, previos estudios técnicos.
- Establecer normas para sancionar a servidores públicos que autoricen establecimiento de asentamientos en zonas federales o de riesgo contra inundaciones.

Se plantea un mejor camino hacia la meta del eje Ríos Limpios con el desarrollo de nuevos y variados esquemas de financiamiento en los que la aportación de los usuarios será cada vez más relevante.

La aportación de los usuarios podría ser financiada con ingresos adicionales de la recaudación de derechos por descarga de aguas residuales, con destino específico y con inversiones privadas en sistemas concesionados de tratamiento de aguas residuales previo a su descarga y el cobro de las respectivas tarifas.

## 5.2. Estrategias y acciones de respuesta relacionadas con la oferta

La disponibilidad de agua en un lugar sea esta superficial o subterránea condiciona la oferta disponible para uso doméstico, industrial y agrícola. A su vez esta depende del grado de precipitación pluvial en la zona y de la capacidad de absorción del terreno, que permita la recarga de los mantos acuíferos. Por lo tanto para poder garantizar a los usuarios la disponibilidad y darles certeza sobre el uso de este recurso a través del tiempo, es necesarios implementar medidas que permitan la conservación del recurso hídrico y ayude a mitigar en su defecto la sequía.

De esta manera las siguientes estrategias van enfocadas a generar la oferta necesaria para los usuarios en tiempos críticos, incluyendo también las células donde es necesario implantar estas estrategias

debido a su creciente necesidad de sustentar el recurso hídrico, además de información de la situación en que se encuentra cada célula.

**Objetivo 1.** Asegurar el equilibrio de cuencas y acuíferos, mediante la reducción del consumo, del desperdicio y de las pérdidas de agua en todos los usos.

**1.1** Mejorar el aprovechamiento de las fuentes de aguas nacionales y promover el uso de fuentes alternas.

- a. Captación y recolección de agua de lluvia en los tejados de las viviendas rurales sin acceso actual a la red de agua potable (cosecha de lluvia)
- b. Extracción de agua subterránea en acuíferos con disponibilidad (potencial subterráneo).

De manera complementaria a estas acciones estructurales, es necesaria la realización de un conjunto de acciones no estructurales enfocadas principalmente a la integración de estudios para obtener el mayor conocimiento de la cuenca y los acuíferos, además de acciones de gobierno complementarias. Algunas de estas medidas son:

- Promover el cambio de fuentes de extracción de agua por usos.
- Reducir la evaporación en embalses.
- Diseñar los incentivos económicos, fiscales y financieros para el uso de fuentes alternas.
- Establecer mecanismos legales que fomenten la captación y aprovechamiento de agua pluvial.
- Realizar los estudios a través de modelos digitales de elevación de alta resolución para la caracterización fisiográfica, caracterización de cuencas, codificación hidrográfica, caracterización y modelo en tres dimensiones de corrientes perennes e intermitentes, caracterización de cuerpos de agua, y caracterización de humedales.
- Estudiar las aguas superficiales mediante modelos hidrológicos agregados, modelos hidrológicos distribuidos, modelos de generación de escenarios hidrológicos, estudios de caudales restituidos, estudios de caudales ecológicos, síntesis hidrológica, estudios de embalses potenciales.
- Estudiar las aguas subterráneas mediante la caracterización de acuíferos, modelación de acuíferos, planes de manejo de acuíferos, planes de manejo integrado de aguas superficiales y subterráneas.
- Realizar modelos de prospectiva de demanda por usos, modelos de sistemas hidráulicos complejos, modelos de balance hídrico subterráneo, modelos de balance hídrico integrado y modelos de asignación óptima del agua.

**1.2** Rehabilitar y ampliar la infraestructura de almacenamiento.

Para llevar a cabo la estrategia, se proponen adicionalmente acciones no estructurales como las siguientes:

- Estudiar la posibilidad de planear la construcción de bordos de almacenamiento de lluvia (jagüeyes u hoyas de agua) para zonas agrícolas de pequeño riego y con baja disponibilidad de

agua, siempre que estos tengan un diseño adecuado y realmente contribuyan con apoyar la zona.

- Estudiar y evaluar el nivel de eficiencia de la capacidad actual de infraestructura de almacenamiento en la Región con el fin de dirigir programas de rehabilitación y ampliación, principalmente en zonas con restricciones.
- Considerar estas labores por ley como asunto de seguridad estatal para que se consideren mayores apoyos estatales y municipales.
- Diseñar y aplicar leyes de contribuciones de mejoras estatales para recuperación de inversiones, cuyos ingresos se dediquen a la rehabilitación y ampliación de la infraestructura de almacenamiento.
- Aplicar la ley federal de contribución de mejoras.

### **1.3 Transferir agua entre cuencas en condiciones sustentables.**

- Establecer mecanismos justos y equitativos de compensación por transferencia.
- Igualmente, generar una fuerte labor para que las decisiones sobre transferencias se consensen con los afectados y la población en general, evitando en lo posible conflictos sociales.

### **1.4 Recargar artificialmente los acuíferos en condiciones sustentables**

La recarga artificial de acuíferos requiere medidas especiales que deben considerarse para evitar problemas de contaminación y motivar a la sociedad para que participe en la estrategia.

Algunas de las acciones no estructurales de la estrategia están orientadas a:

- Establecer normas estrictas para la recarga.
- Vigilar y proteger las zonas de recarga.
- Establecer mecanismos para acreditar contra el pago de impuestos y derechos las recargas por particulares.

### **1.5 Optimizar las políticas de operación de embalses.**

Con esta medida se podrá contar siempre con disponibilidad de agua ante períodos secos como húmedos, y así mitigar los impactos negativos que imperan con la presencia de fenómenos extremos y ante la posibilidad del cambio climático.

- Promover el trabajo coordinado con entidades académicas para estudiar, mediante modelos de operación óptima de embalses, las mejores políticas a aplicar que garanticen la suficiencia del recurso en el corto, mediano y largo plazos.

Con esta medida se podrá contar siempre con disponibilidad de agua ante períodos secos como húmedos, y así mitigar los impactos negativos que imperan con la presencia de fenómenos extremos y ante la posibilidad del cambio climático.

### 1.6 Incentivar la reubicación de actividades económicas acordes a la disponibilidad del Agua

Es prioritario recuperar los acuíferos sobreexplotados y mantener aquellos que aún no lo están, mediante la implementación de acciones de mejora de eficiencia en el uso de agua en los tres sectores consumidores de agua: agropecuario, municipal e industrial.

Es necesario revisar el tema del derecho por el uso del agua para la agricultura, como un incentivo a usar el volumen óptimo de agua para cada tipo de cultivo.

A nivel regional es necesario también:

- Establecer estímulos estatales para la reubicación de industrias consumidoras.
- Manejar las zonas de disponibilidad de los derechos por cuenca o acuífero.
- Establecer mecanismos de transversalidad con instancias encargadas de los desarrollos urbanos, económicos y ecológicos para unificar criterios de reubicación.

El Eje Rector de Ríos Limpios tiene un objetivo que busca sanear todas las cuencas, ello incluye a los acuíferos, a todos los cuerpos de agua, hasta llegar a las desembocaduras de los cauces con su parte correspondiente de playas y zonas de esteros.

Aquí algunos objetivos enfocados a la oferta en la cuenca para reservar los ríos y prever los efectos críticos.

**Objetivo 2:** Rehabilitar la calidad del agua en cauces, vasos, acuíferos y playas, y contribuir a rehabilitar los ecosistemas en las cuencas.

#### 2.1 Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)

Para lograrlo, se proponen dos líneas de acción:

- Optimizar el funcionamiento de la infraestructura de tratamiento existente.
- Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y red de alcantarillado y colectores.
  - a. Optimizar el funcionamiento de la infraestructura de tratamiento existente.
  - b. Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y red de alcantarillado y colectores

Adicionalmente a estas acciones estructurales que implican la construcción de infraestructura o el mejoramiento de la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales, se proponen las siguientes acciones no estructurales para apoyar la implementación de la estrategia:

- Reforzar el Programa Nacional de Auditoría Ambiental de la PROFEPA, de manera particular los programas de Municipio Limpio, Cuenca Limpia e Industria Limpia.
- Reforzar los mecanismos de cumplimiento de la regulación sobre descargas industriales a cuerpos receptores de propiedad nacional.

- Incentivar el establecimiento de acciones de tratamiento mediante la acreditación de pago de impuestos federales y locales.
- Extender el cobro por las descargas de aguas residuales al alcantarillado en función de la calidad.
- Realizar los estudios y modelos de sistemas de saneamiento que permitan identificar los sistemas de tratamiento óptimos.
- Diseñar e implementar un sistema integral de indicadores para el monitoreo de la calidad ambiental.

### **2.2** Generalizar el pago por servicios ambientales

- Es necesario incentivar la actividad y temporalidad del pago de servicios ambientales con una política de mediano y largo plazos a nivel municipal, estatal y de gobierno federal, por lo que se hace conveniente trabajar coordinadamente con la CONAFOR y los gobiernos municipales y estatales.
- Otra tarea a emprender es revisar el marco jurídico y desarrollar mecanismos estatales de apoyo para el pago de servicios ambientales.
- Se hace necesario el establecimiento de normas que incentiven u obliguen al pago, por lo que se deberá promover la incorporación en la legislación estatal el pago por servicios ambientales, como un porcentaje del pago de tarifas de agua, definiendo el fin específico en que se aplicará la recaudación correspondiente.

### **2.3** Conservar y rehabilitar los sistemas ribereños

Las acciones dentro de la estrategia que se deberán atender son:

- Fortalecer los sistemas de inspección, vigilancia y sanción de zonas federales.
- Celebrar convenios de colaboración administrativa y fiscal entre la federación con estados y municipios, para el cobro de derechos por uso o aprovechamiento de zonas federales en los cauces de las corrientes o vasos de depósitos de propiedad nacional.
- Desincorporar zonas federales en el perímetro de las poblaciones, previos estudios técnicos.
- Establecer normas para sancionar a servidores públicos que autoricen establecimiento de asentamientos en zonas federales o de riesgo contra inundaciones.

Conjuntamente se propone la aplicación de medidas preventivas para la oferta a través del consejo de cuenca Pacífico - Centro, con el fin de que las situaciones de escasez se puedan resolver mientras todavía haya líquido y, al menos, garantizar el abastecimiento para consumo humano durante la contingencia; acciones que deben estar planeadas previo a la declaratoria de sequía.

Con este fin es necesario trabajar sobre la oferta; replantear las dotaciones, es por esto que los siguientes puntos se pueden considerar como medidas adicionales y específicas para los se dan propuestas emergentes y específicas divididas en Elementos del Programa de manejo de sequía,

Respuestas de emergencias, Educación pública, Aumento de la oferta de agua y Manejo de derechos de agua y acuerdos de cooperación, con el fin de incrementar la oferta.

Elementos del Programa de manejo de sequía:

- Establecer principios, objetivos y prioridades de respuestas a la sequía
- Establecer nivel de autoridad y el proceso para la declaración de una emergencia de sequía
- Desarrollar etapas de la sequía, factores detonantes, y metas de respuesta
- Preparar instrucciones para las medidas de sequía
- Evaluar impactos de sequías históricas
- Monitorear indicadores de sequías
- Rastrear percepción pública y efectividad de las medidas contra la sequía
- Mejorar la precisión de los pronósticos de escurrimientos y oferta de agua

Respuestas de emergencias:

- Declarar una emergencia de sequía
- Establecer programas de transporte de agua
- Restringir/prohibir nuevas tomas de agua

Educación pública:

- Establecer un comité asesor público
- Desarrollar campañas de educación pública de sequía con estrategias de corto y largo plazo

Aumento de la oferta de agua:

- Extraer agua de las reservas
- Desarrollar uso conjunto suplementario de agua subterránea
- Reactivar pozos abandonados
- Mezclar agua de primer uso con agua de menor calidad para incrementar oferta
- Emplear desalación o agua subterránea salobre
- Utilizar la capacidad muerta de los embalses
- Reactivar presas abandonadas
- Siembra de nubes

Manejo de derechos de agua y acuerdos de cooperación:

- Pagar a usuarios para que no coloquen una demanda en el río
- Pagar a usuarios aguas arriba para que permitan la derivación de mayor cantidad de agua
- Arreglar intercambios
- Rentar derechos de irrigación de productores
- Rentar pozos privados
- Cancelar permisos de agua municipal a productores
- Utilizar decretos de irrigación
- Invocar reservas por sequía que permitan la reducción de los requerimientos de bypass
- Negociar compras de agua a otros usuarios

- Renegociar abastecimientos controlados contractualmente
- Desarrollar bancos de agua para facilitar transferencias de agua en tiempos de sequía
- Desarrollar interconexiones con otras entidades
- Negociar el abastecimiento comercial de agua con otras entidades para incrementar la producción

### 5.3. Estrategias y acciones de respuesta relacionadas con la demanda

La estimación de la demanda de agua, a través de cualquier sistema de riego, depende en gran medida del conocimiento de la cantidad de agua que consumen los cultivos, así como del uso industrial y doméstico, con el objetivo de no perjudicar su rendimiento, se proponen las siguientes estrategias enfocadas a la demanda de agua.

#### 1.1 Reusar las aguas en todos los usos

- a. Reúso de agua tratada para zonas de riego
- b. Reúso de agua a nivel municipal
  - i. Reúso de aguas grises domésticas
  - ii. Reúso de aguas tratadas para el riego de parques públicos
- c. Reúso a nivel industrial
  - i. Reciclaje de agua tratada en petroquímicas
  - ii. Reutilización de condensadores de papel y celulosa

Algunas medidas no estructurales son:

- Generar un mercado secundario de uso de agua tratada.
- Estimular la descarga cero en empresas.
- Realizar los estudios necesarios para identificar las zonas potenciales para el reúso del agua en la Región.
- Promover el reúso de agua mediante campañas dirigidas a los sectores productivos y sociedad.
- Negociar con los diferentes usuarios el uso de agua tratada en sus actividades.

#### 1.2 Promover y aplicar tecnologías de bajo consumo en todos los usos.

- a. Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario
  - i. Labranza optima

Dentro de las tecnologías propuestas dirigidas a mejorar la eficiencia en el riego se encuentra las siguientes:

- Calendarización de riego
- Sustitución de sistemas de riego por aspersión por sistemas de riego de alta precisión.
- Riego de alta precisión o puntual
- Riego por aspersión

Algunas otras alternativas de solución complementarias las contemplan ya los programas de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego y Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego, como son:

- Promover y apoyar la utilización e introducción de técnicas para riego, en función del nivel de especialización y conocimiento por parte de los agricultores y productores en las zonas agrícolas. Para ello, se sugiere: primero, programas de capacitación y cultura (con asesores técnicos en riego y parcelas demostrativas); luego, operación de multicompuertas (programas de volúmenes por cada surco) y reducción de volúmenes consumidos; después, riego por aspersión y, por último, riego puntual; después pensar en invernaderos.
- Hacer uso de medidas ahorradoras de agua, como los riegos nocturnos.
- Rehabilitar y modernizar las obras de cabeza.
- Construir, adquirir e instalar equipo de medición y control del agua.
- Realizar los estudios y proyectos ejecutivos de las obras correspondientes.
- Promover la nivelación de tierras y el drenaje parcelario.
- Rehabilitar y mantener drenes, caminos de operación, estructuras de operación, conservación y control en los distritos y unidades de riego.
- Controlar malezas acuáticas.
- Promover la reconversión productiva de la agricultura de riego.
- Integrar un catastro técnico de infraestructura de riego y drenaje.
- Apoyar la adquisición de nueva maquinaria y equipo de conservación.
- Apoyar la rehabilitación integral de maquinaria y equipo de conservación concesionados.
- Equipar talleres para servicio y mantenimiento de maquinaria y equipo de conservación.
- Fomentar la supervisión de las obras de infraestructura en los distritos y unidades de riego.
- Control y supervisión de canaleros.
  - b. Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal

- i. Sustitución de inodoros convencionales por de doble descarga en el sector comercial.
- ii. Instalación de nuevos inodoros de doble descarga en el sector comercial.
- iii. Sustitución de inodoros convencionales por modelos de doble descarga en residencias.
- iv. Instalación de nuevos inodoros de doble descarga en residenciales.
- v. Instalación de llaves de bajo flujo.
- vi. Sustitución de regaderas convencionales por modelos de baja consumo.
- vii. Instalación de regaderas de bajo consumo en nuevas viviendas
- viii. Instalación de mingitorios sin agua en edificios comerciales y públicos.
- ix. Retención de humedad en jardín en residencias.

Para lograr el éxito en la implementación de la componente público-urbana de esta estrategia, se requerirá valorar la aplicación de otras acciones complementarias dentro de las localidades dentro de la Región. Algunas de estas acciones son:

- Fomentar el desarrollo de sistemas ahorradores de agua en la producción de bienes y servicios.
- Desarrollar nuevos sistemas ahorradores de agua.
- Diseñar los incentivos económicos para apoyar la sustitución e instalación de dispositivos ahorradores de agua en viviendas.
- Promover la participación de usuarios en el financiamiento en la adquisición de la tecnología.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional para la aplicación de las tecnologías ahorradoras de agua.
- Crear conciencia en la sociedad sobre el uso responsable del agua.
- Realizar campañas para la instalación de dispositivos ahorradores de agua.
- Fortalecer la medición del agua en el sector municipal.

c. Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial

- i. Agua activada
- ii. Empaste de desechos en minería
- iii. Enfriamiento en seco en generación de energía

Algunas medidas no estructurales que son necesarias para la implementación de esta estrategia son:

- Realizar campañas de difusión para la implementación de tecnologías de bajo consumo de agua en el sector industrial.
- Crear los instrumentos económicos y financieros para la implementación de estas medidas.
- Negociar con el sector industrial programas que apoyen el ahorro de agua.
- Realizar los estudios para determinar la tecnología adecuada por tipo de industria.

### **1.3** Reducir pérdidas en los sistemas hidráulicos de todos los usos

- c. Mejora de eficiencia en el sector agropecuario
  - i. Mejoramiento de la eficiencia primaria
  - ii. Mejoramiento de la eficiencia secundaria
- d. Mejora de eficiencia en el sector municipal
  - i. Reparación de fugas en redes de distribución
  - ii. Control de presión
  - iii. Reparación de fugas al interior de edificios comerciales
  - iv. Reparación de fugas en viviendas
- e. Mejora de eficiencia en el sector industrial
  - i. Reparación de fugas industriales
  - ii. Reducción de la presión del agua en industrias

### **1.4** Ajustar dinámicamente las concesiones y asignaciones de agua a la oferta real y a prioridades.

Esto tiene como primer objetivo equilibrar la demanda de agua, de acuerdo con la disponibilidad en cuencas y acuíferos, brindando información abierta y oportuna para que pueda ser tomada en cuenta en el proceso de toma de decisiones y de elaboración de planes de desarrollo.

Las acciones que se deberán realizar en esta estrategia son las siguientes:

- Revisar las concesiones y asignaciones otorgadas en función de los estudios actualizados de disponibilidad del agua.
- Generalizar la compra de derechos para recuperación ambiental de las cuencas.
- Utilizar mecanismos de mercado regulado hacia la reasignación hacia las mejores condiciones económicas, sociales y ambientales (bancos del agua).

- Establecer un sobre precio por extracción de agua de acuíferos sobreexplotados con problemas de degradación y agotamiento.
- Instrumentar la cuota de garantía para ajustar los volúmenes utilizados a los volúmenes concesionados o asignados.
- Establecer e instrumentar programas federalizados de inspección y vigilancia.
- Castigar la subdeclaración de consumos y la sobreconcesión.
- Mejorar el diseño y la verificación del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA).
- Cancelar concesiones por irregularidad.
- Controlar las extracciones subterráneas y superficiales.
- Revisar las concesiones para verificar la expiración, el rescate y la reasignación de concesiones.
- Regular el mercado del agua.
- Delimitar las zonas de veda de extracción superficial.
- Adecuación de vedas de aguas subterráneas y de aguas superficiales.

#### **1.5** Mejorar la medición del suministro y el consumo del agua.

Esta estrategia es básica. Es esencial conocer cuánta agua se está distribuyendo y consumiendo, por ello es importante avanzar en la medición del agua en las fuentes de abastecimiento y su entrega, mantener una distribución muy controlada de los volúmenes almacenados en las presas, así como propiciar que las organizaciones midan el agua que se entrega a los usuarios en sus tomas.

Entre las acciones a realizar son:

- Actualizar los padrones de usuarios agrícolas.
- Mejorar la medición del suministro de agua para uso agrícola, público urbano e industrial.
- Mejorar la medición de los consumos de agua para uso agrícola, público urbano e industrial.
- Establecer cuotas deliberadamente altas a consumos no medidos, especialmente en actividades de cierto poder económico.
- Considerar siempre en los esquemas contables volúmenes de consumos, exista o no medición directa.

#### **1.6** Incentivar patrones de cultivo de menor consumo.

- Definir cultivos específicos en función de la disponibilidad de agua, la vocación del suelo y las oportunidades de mercado.

#### **1.7** Tecnologías de manejo sustentable de agostaderos.

- Rehabilitación de agostaderos siembra de pasto y división de potreros.
- Implementar praderas, rotación de potreros y construcción que represen y bordos.
- Siembra de pastos en agostadero.
- Aplicar el rodillo aireador en agostaderos.
- Estudios para especies nativas y nutritivos para el ganado.

Para la implementación de esta estrategia es necesario fortalecer la coordinación con otras dependencias como SAGARPA y las secretarías de desarrollo agropecuario de los gobiernos de los estados; así mismo se deberá apoyar en investigaciones que realicen las instituciones de educación superior y centros de investigación.

**Objetivo 2.** Aprovechar el potencial de los recursos hídricos para la generación de empleos mediante la producción sustentable de alimentos, energía, bienes y servicios.

- 2.1** Promover el intercambio de agua de primer uso a actividades económicas más rentables o prioritarias.
- 2.2** Aprovechar el potencial agropecuario, acuícola y pesquero.
- 2.3** Aprovechar el potencial hidroeléctrico de corrientes naturales y artificiales.

De manera complementaria se deberá:

- Incentivar el desarrollo de actividades de autogeneración en corrientes naturales y artificiales.
  - Promover esquemas de apoyo a la microgeneración.
  - Realizar los estudios de potencial hidroeléctrico.
  - Construir centrales hidroeléctricas.
  - Construir modelos de sistemas hidroeléctricos.
  - Realizar las acciones necesarias para la repotenciación de centrales hidroeléctricas.
- 2.4** Aplicar medidas que aumenten la producción y reduzcan las pérdidas de productos Agrícolas.

Para este caso, se deberá, en forma coordinada:

- Utilizar semillas mejoradas.
- Apoyar la ingeniería de semillas.
- Utilizar plaguicidas de manera vigilada.
- Realizar un uso balanceado de fertilizantes.

- Implementar la transportación refrigerada de cosecha.
- Transparentar los subsidios por energía eléctrica por bombeo y por otros insumos.
- Incentivar la construcción de infraestructura de almacenamiento, refrigeración y canales de comercialización de los productos agrícolas en coordinación con autoridades competentes.
- Hacer un uso eficiente de energía en riego.

### 2.5 Ampliar y mejorar los canales de comercialización para los productos agropecuarios.

Para alcanzar la sustentabilidad hídrica de la Región se proponen realizar las medidas que ya han sido comentadas en este capítulo, a través de los diferentes programas, proyectos y acciones que los tres órdenes de gobierno realizan durante sus administraciones con el apoyo de la sociedad organizada y de los usuarios de los diferentes sectores del agua.

Contribuyendo a la demanda es necesario plantear objetivos que vayan enfocados a la preservación y conservación de ríos, es por esto que se enlistan algunos de ellos que puedan ayudar a no ser vulnerables ante una sequía.

**Objetivo 3:** Rehabilitar la calidad del agua en cauces, vasos, acuíferos y playas, y contribuir a rehabilitar los ecosistemas en las cuencas.

#### 3.1 Reducir la descarga de contaminantes

Una de las prioridades dentro de la política hídrica regional de sustentabilidad, es el control de las fuentes difusas de contaminación del agua dentro de la Región, por lo que se deberán diseñar acciones dirigidas a los sectores agrícola, pecuario y municipal.

- Se proponen prácticas agrícolas amigables con el ambiente para ser consistente no sólo con la protección del agua, sino también con la conservación del suelo como recurso indispensable para esta actividad productiva.
- En el sector pecuario, se deberá promover la integración de un censo de las granjas porcícolas, piscícolas y ranchos ganaderos para identificar los sitios de descargas del agua utilizada dentro de las cuencas de la Región.
- Se deberán establecer acuerdos con los rastros para regular sus descargas a los cuerpos de aguas nacionales, mediante el tratamiento y reúso del agua en sus instalaciones.
- Se deberá planear la construcción de rastros regionales por subcuencas de Tipo Inspección Federal (TIF), que cumplan con todas las normas de saneamiento y ambientales e incluyan sus propias plantas de tratamiento de las aguas residuales.

Algunas otras acciones a desarrollar son:

- Establecer incentivos para reúso del agua.
- Adecuar las normas de calidad del agua.

- Fortalecer la vigilancia y sanción de la contaminación.
- Adecuar las tarifas de agua por primer uso a costos reales.
- Promover el establecimiento de impuestos locales por contaminación de aire, agua y suelo.
- Establecer impuestos a productos riesgosos que puedan contaminar el suelo o subsuelo.
- Controlar el mercado de productos contaminantes.
- Caracterizar las aguas residuales industriales.
- Realizar modelos de contaminación difusa.

### **3.2** Reducir la emisión y regular la disposición de residuos sólidos

- Promover la incorporación de dinámicas de reutilización o reciclaje de los residuos sólidos, ya que puede representar en muchos casos disminución o recuperación de costos para muchas empresas, a la vez que disminuye la contaminación ambiental.
- Se deberá apoyar el manejo integral de residuos peligrosos y/o altamente contaminantes, a través de las acciones que apuntan a un correcto manejo de los residuos que son considerados peligrosos o altamente contaminantes.
- Se promoverá el establecimiento de impuestos por contaminación para coadyuvar en el control de productos y servicios contaminantes.
- Establecer por ley los incentivos para el tratamiento y aprovechamiento sustentable de residuos sólidos.
- Establecer esquemas de coordinación entre la federación y estados y municipios para la disposición de residuos sólidos.
- Delimitar las áreas para la disposición de residuos sólidos.
- Integrar planes de gestión para reducir, reusar y reciclar la basura municipal.

### **3.3** Rehabilitar la calidad del recurso en los cuerpos de agua

Para esta estrategia se deberán apoyar las siguientes acciones:

- Extender las declaratorias de clasificación de cuerpos de agua nacionales.
- Establecer las condiciones particulares de descarga en relación con las declaratorias de clasificación.
- Desarrollar modelos de calidad del agua superficial.
- Desarrollar modelos de calidad del agua subterránea.
- Desarrollar modelos de calidad del agua en playas.

- Fortalecer los mecanismos de inspección y vigilancia de las descargas de cuerpos receptores nacionales, con convenios de coordinación con estados y municipios.
- Fortalecer las actividades de inspección y vigilancia para controlar la contaminación con apoyo de los municipios.

### **3.4** Actualizar y aplicar el ordenamiento ecológico y territorial

Algunas acciones que se deberán implementar son:

- Adecuación de la legislación aplicable a nivel cuenca.
- Revisión y ajuste de la normativa estatal.
- Elaborar convenios de coordinación interinstitucional, interestatales e intermunicipales.
- Elaborar y revisar los planes de manejo de áreas naturales protegidas.
- Elaborar declaratorias de zona federales, de áreas naturales protegidas, de zonas de protección y amortiguamiento.
- Declarar e instrumentar planes de manejo en sitios Ramsar.
- Elaborar en todos los estados leyes de gestión de cuenca.
- Regular el cambio del uso del suelo en condiciones sustentables.
- Promover e incentivar el desarrollo de infraestructura urbana sustentable.

### **3.5** Establecer y aplicar el caudal ambiental

- Definir y aplicar en la práctica la reserva del caudal mínimo necesario para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema, y extraer sólo los excedentes para ser distribuidos en los diferentes usos.
- Elaborar estudios de caudal ambiental para establecer una norma adecuada en la Región, que coadyuve en la mejor medición y conservación de cuencas hidrológicas.

### **3.6** Controlar la erosión de los suelos

- Diseñar programas de capacitación y apoyo a productores en las zonas sujetas a degradación de suelos y bosques que propicie la introducción de prácticas sustentables.
- Restablecer la cubierta vegetal con especies adaptadas a las condiciones del suelo.
- Promover la conservación de cuencas y control de la erosión de suelos, con programas de reforestación derivados de estudios de modelación dinámica de erosión y sedimentación.
- Mantener la vegetación natural y la fauna silvestre creando zonas de amortiguamiento al exterior de los remanentes de los ecosistemas primarios para mejorar sus condiciones microclimáticas y mejorar la calidad del ecosistema en su conjunto.

- Frenar el avance de las actividades de la agricultura de temporal en zonas de laderas de colinas y piedemontes, ubicadas en zonas de cabecera de las cuencas.

Se deberá incentivar la introducción de mejoras en las técnicas agrícolas, así como prácticas sustentables para el manejo de suelos para evitar la declinación de la fertilidad y la erosión eólica; para ello, algunas acciones como:

- Cercos vivos.
- Conservación de cuencas.
- Establecer incentivos para la reforestación.
- Reforestación.
- Manejo de rotación de potreros.
- Fomento de ganado controlado.
- Siembra de alta densidad.
- Surcado al contorno.
- Tinajas ciegas.
- Construcción de terrazas.
- Muros de gaviones contra erosión.

Para la recuperación de volumen, se prevé necesario realizar algunas de las siguientes acciones:

- Importar agua de otras cuencas y/o acuíferos de manera sustentable.
- Ampliar los programas de reúso en todos los usos.
- Mantener en condiciones óptimas de operación la infraestructura actual y la nueva.
- Ampliar las metas de la zona en la implementación de programas de mejora de eficiencia en el uso público urbano y en riego.
- Ampliar las metas de la zona en la implementación de programas de uso eficiente del agua a nivel domiciliario, comercial e industrial.
- Promover la transferencia de agua entre sectores.
- Incrementar la tarifa de agua para reducir el consumo.

- Cancelar derechos de agua, donde la productividad del recurso sea muy baja o las actividades donde se use sean las menos prioritarias.

Para satisfacer la demanda al 2030, será necesario realizar las siguientes acciones:

- Negociar el intercambio de aguas de primer uso por aguas residuales tratadas con los usuarios agrícolas aguas abajo, así se podrá disponer de las aguas superficiales de la cuenca alta ampliando la infraestructura.
- Ampliar los programas de reúso en todos los usos.
- Mantener en condiciones óptimas de operación la infraestructura actual y la nueva.
- Ampliar las metas de la zona en la implementación de programas de mejora de eficiencia en el uso público urbano y en riego.
- Ampliar las metas de la zona en la implementación de programas de uso eficiente del agua a nivel domiciliario, comercial e industrial.
- Incrementar la tarifa de agua para reducir el consumo.
- Cancelar derechos de agua, donde la productividad del recurso sea muy baja o las actividades donde se use sean las menos prioritarias.

Conjuntamente se propone la aplicación de medidas preventivas a través del consejo de cuenca Costa - Pacífico, con el fin de que las situaciones de escasez se puedan resolver mientras todavía haya líquido y, al menos, garantizar el abastecimiento para consumo humano durante la contingencia; acciones que deben estar planeadas previo a la declaratoria de sequía.

Con este fin es necesario trabajar sobre la demanda; replantear las dotaciones en el uso público urbano y hacer más eficientes los sistemas de conducción y distribución en los centros urbanos que permita reducir sustancialmente los volúmenes utilizados, es por esto que los siguientes puntos se pueden considerar como medidas adicionales y específicas para cada sector como: Sector Industrial, Sector comercial, Sector residencial y para el Organismo operador APyA/Municipalidad.

Organismo operador APyA/Municipalidad

- Desarrollar campañas públicas de educación con estrategias de manejo de la demanda a corto y largo plazo
- Restringir la autorización de nuevas tomas
- Implementar una tarifa modificada, adecuada para periodos de sequía
- Dar instrucciones a negocios y oficinas en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas
- Prohibir el riego durante el verano, otoño y los primeros meses de primavera
- Reducir la limpieza, lavado de calles, banquetas y acceso a garajes
- Limitar o prevenir lavado de flotillas de vehículos de la ciudad o el municipio
- Limitar el lavado con hidrantes
- Limitar el uso de del agua para entrenamiento en incendios

- Inhabilitar, desconectar todos los hidrantes de incendio, excepto aquellos requeridos para seguridad pública
- Hacer auditorías de agua en interiores de instalaciones

#### Sector residencial

- Prohibir riego de jardines durante el verano, otoño y el inicio de la primavera
- Limitar el riego con manguera o dispositivos sin aspersores
- Realizar auditorías de agua en zonas exteriores
- Limitar o restringir los dispositivos o aspersores de rocío en exteriores
- Limitar o prohibir el plantar nuevos árboles o vegetación paisajística
- Aplicar guías de política para la instalación de nueva vegetación paisajística
- Poner restricciones a la aplicación de agua a superficies impermeables
- Prohibir o limitar el lavado de autos
- Prohibir o limitar las fuentes ornamentales sin recirculación de agua
- Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas
- Realizar auditorías de agua en el interior de residencias
- Promover el uso de las aguas grises
- Obligar la instalación y el uso de dispositivos eficientes de agua en la reventa de casas o en remodelaciones
- El usuario debe proporcionar el registro del consumo mensual del uso histórico del agua o las facturas
- Promover la reducción del uso de aires acondicionados con sistemas de agua fría

#### Sector comercial

- Prohibir o limitar el uso de agua para la construcción
- Aplicar políticas o restricciones para la instalación de nuevas plantas u otras aplicaciones paisajísticas
- Aplicar restricciones de riego en jardines y paisajes exteriores
- Realizar auditorías de agua en interiores y exteriores donde sea aplicable
- Dejar sin operar fuentes ornamentales
- Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas
- Desconectar los surtidores de agua de bebederos públicos
- Promover la reducción del uso de aire acondicionado
- Prohibir o limitar el lavado en agencias de autos
- Obligar restricciones al uso de agua en el lavado comercial de autos
- Promover que los autolavados comerciales usen agua reciclada
- Dar agua en restaurantes únicamente bajo si lo piden los comensales
- Promover la reducción en la frecuencia del servicio de lavado y secado de sábanas y toallas en hoteles

#### Sector Industrial

- Prohibir o limitar el uso del agua en la construcción
- Aplicar políticas en la instalación de nuevas plantas y otras aplicaciones paisajísticas
- Aplicar restricciones de riego en jardines y paisajes exteriores
- Hacer auditorías de agua en interiores y exteriores cuando y donde sea aplicable
- Promover disminuir el uso de aire acondicionado
- Promover la conversión de sistemas de enfriamiento industrial al uso de torres de enfriamiento



## 6. Etapas de la sequía, factores detonantes y objetivos de la respuesta

Este capítulo tiene el objetivo de integrar algunas deducciones, definiendo y caracterizando cada nivel o estado de la sequía que, convenientemente, pueden presentarse en una tabla. Estos resultados reúnen:

- Niveles de sequía
- El punto de inicio de los niveles o estados de sequía
- Los objetivos específicos y eficaces que se requieren lograr en cada estado

Estos valores pueden ser especificados por criterios (valores precisos) o lineamientos (aspectos conceptuales y numéricos), que posteriormente se incorporaran al monitoreo de las sequías y al de las acciones aplicadas.

### 6.1. Fases de la sequía, factores detonantes y respuestas reactivas

La caracterización histórica de la sequía se realizó empleando tres indicadores: el índice de precipitación estandarizado (Standardized Precipitation Index, SPI), el índice de sequía hidrológica (Streamflow Drought Index, SDI) y el índice de estado, en las tablas 6.1, 6.2 y 6.3 se indican sus fases o niveles de sequía.

Tabla 6.1.- Definición de las fases de sequía con el índice SPI.

Estado	Descripción	Criterio
D0	Anormalmente Seco	-0.5 a -0.7
D1	Sequía Moderada	-0.7 a -1.2
D2	Sequía Severa	-1.2 a -1.5
D3	Sequía Extrema	-1.5 a -1.9
D4	Sequía Excepcional	Menor a -2.0

Tabla 6.2.- Definición de las fases de sequía con el índice SDI.

Estado	Descripción	Criterio
0	Sin sequía	$SDI \geq 0.0$
1	Sequía suave	$-1.0 \leq SDI < 0.0$
2	Sequía moderada	$-1.5 \leq SDI < -1.0$
3	Sequía severa	$-2.0 \leq SDI < -1.5$
4	Sequía extrema	$SDI < -2.0$

Tabla 6.3.- Definición de las fases de sequía con el índice de estado

Estado	Descripción	Criterio
1	Situación estable o de normalidad	$le > 0.5$
2	Situación de prealerta	$0.5 > le > 0.3$
3	Situación de alerta	$0.3 > le > 0.15$
4	Situación de emergencia	$0.15 > le$

Los factores detonantes se darán en base al monitoreo de estos tres índices y al estado que presente cada uno de ellos, implementando una serie de acciones dependiendo del nivel de sequía presentado en la cuenca, dichas acciones se detallan ampliamente en el capítulo 7. En la tabla 6.4 y 6.5 se proponen algunas respuestas reactivas, las cuales pueden ser ajustadas.

Tabla 6.4.- Respuestas reactivas a cada fase de la sequía.

Fase	Acciones de las Autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
<p>1. Incipiente. Comienza la sequía; la reducción en la oferta de agua es de 5 a 10% respecto a la demanda.</p>	<p>Campaña inicial de información: alerta para disminuir los usos no esenciales, y difusión de pronósticos y de acciones necesarias si la situación empeora. Levantamiento de censos y elaboración de estadísticas para conocer el uso y asignación del agua. Formulación de una propuesta para disminuir la asignación a los usos secundarios.</p>	<p>Los usuarios deben moderar su consumo de agua y restringir los usos no prioritarios voluntariamente. Los grandes usuarios deben revisar sus planes de contingencia.</p>	<p>Campaña educativa para evitar el desperdicio del agua. Revisión de las instalaciones y dispositivos de medición y control hidráulico.</p>
<p>2. Moderada. La disponibilidad de agua es del 10 al 20% inferior respecto a la demanda. Algunas medidas son voluntarias, pero otras ya son obligatorias.</p>	<p>La campaña de información se intensifica e incluye aspectos técnicos del problema. Se formula la etapa inicial de racionamiento y se da a conocer. La aplicación del riego sólo es permitida en las horas de menor insolación. Prohibición total de usos no prioritarios. Instrumentación de las primeras medidas de multas por exceso o uso indebido del agua, con base en leyes y reglamentos. Prohibido lavar con manguera vehículos, banquetas y calles.</p>	<p>Los usuarios comerciales e industriales instrumentan sus programas de acción, destacando entre ellos el reúso y/o recirculación del agua para sus procesos. Todos los usuarios se sujetan a las restricciones y prohibiciones.</p>	<p>Se intensifica la campaña informativa y educativa. Se instalan dispositivos ahorradores de agua y se mejoran los de control. Inicia la aplicación de sanciones por uso excesivo o indebido; en reincidencias, se suspende temporalmente el servicio.</p>
<p>3. Severa. El déficit de agua es de 20 a 35% en relación con la demanda. Las medidas de reducción y restricción en el uso del agua son obligatorias.</p>	<p>Se aplican las medidas y programas de racionamiento, y las sanciones por su no observancia. Los usos domésticos deben disponer de equipos de bajo consumo. El suministro se realiza sólo para los usos esenciales, con estricto tandeo y restricciones en volumen. La</p>	<p>Los usuarios son conminados a apegarse totalmente a las restricciones y racionamientos del programa de emergencia. La vigilancia entre sectores y usuarios es continua para evitar desperdicios y conflictos, tomas clandestinas y</p>	<p>Se incrementan las sanciones y se restringe más el consumo. Sólo se autorizan usos prioritarios con volúmenes mínimos. Si se detectan y persisten usos indebidos, se suspende el suministro, se aplican las sanciones y se disminuye la</p>

	<p>campaña de información es intensa y en detalle, apoyada en todos los medios. La evolución del estado de emergencia se registra permanentemente, y los pronósticos y evaluaciones se realizan todos los días para detectar cualquier variación.</p>	<p>usos no autorizados. Los grandes usuarios operan de acuerdo con sus Programas de contingencia y se sujetan sólo a los volúmenes autorizados.</p>	<p>dotación. Es obligatorio mejorar las instalaciones y dispositivos.</p>
<p>4. Crítica. El déficit de agua está entre el 35 y 50% respecto a la demanda. Las reducciones, restricciones y observancia de los Programas de contingencia son rigurosamente observadas y sancionadas.</p>	<p>Todas las restricciones y racionamientos alcanzan su máxima intensidad; las dotaciones son mínimas y acordes con los esquemas de prioridad, exclusivamente para los usos más elementales, sin excepción. Los tandeos son rigurosamente observados. La vigilancia es extrema y continua sobre el funcionamiento de los sistemas de conducción, distribución y medición; cualquier anomalía se atiende de inmediato. Todos los usuarios se ajustan a su dotación y se resuelven los conflictos entre ellos. Las contingencias ambientales se atienden de acuerdo con los ordenamientos de ley y entran en función los programas de emergencia apoyados por todos los niveles de gobierno. La campaña de información, seguimiento y educación alcanza su mayor intensidad y es permanente.</p>	<p>Los usuarios deben cumplir estrictamente con el programa de racionamiento. Todo ahorro de agua es crucial, por lo que no debe haber desviaciones ni desperdicios. Los dispositivos de medición, control y uso deben funcionar en estado óptimo. Los usos no residenciales se reducen al mínimo o se suspenden. La recirculación, tratamiento y reúso de agua son importantes como opciones para elevar la disponibilidad.</p>	<p>Se aplican las sanciones y penas más severas; por faltas, la suspensión del servicio puede ser indefinida. La participación de los usuarios en el manejo, cuidado y vigilancia en el uso del agua son determinantes para evitar el aumento del problema y el eventual colapso total.</p>
<p>5. Catastrófica. El déficit de agua es superior al 50% de la demanda. Son las</p>	<p>El agua disponible se asigna únicamente para los usos más prioritarios y en cantidades muy</p>	<p>Usan el agua sólo para lo estrictamente autorizado y con el mínimo de volumen. No se permite ningún exceso. Los usos más</p>	<p>Cero desperdicios y cero tolerancias. Los mecanismos de medida y control funcionan correctamente y se supervisan con</p>

condiciones más drásticas, de sobrevivencia.	limitadas. La asistencia social y los programas de emergencia son constantes con el apoyo de las autoridades de todos los niveles. El agua se distribuye con el máximo de precaución para evitar pérdidas y conflictos. Es una etapa de espera hasta que las condiciones mejoren.	prioritarios con la menor dotación. Los excedentes se distribuyen a los demás usuarios.	frecuencia.
--	---	---	-------------

Tabla 6.5.- Respuestas reactivas a cada fase de la sequía relacionadas con la demanda.

Etapa	Reducción de Agua	Meta de Reducción de Demanda	Carácter de las acciones
D0	Sin reducción	Menos de 10%	Sin restricciones especiales
D1	Moderada	10 al 15% (10 a 20%)	Voluntarias
D2	Severa	15 al 25% (20 a 35%)	Algunas medidas de racionamiento obligatorias
D3	Extraordinaria	25 al 40% (35 a 50%)	Medidas de racionamiento obligatorias
D4	Excepcional	Superior a 40% (50%)	Medidas de racionamiento y control obligatorias



## **6.2. Declaración de la emergencia por la sequía y escenarios factibles**

La declaración del estado de sequía es un proceso formal ante las autoridades federales, tal que permita gestionar el apoyo a los afectados, con los diversos recursos que el Estado (Gobierno) destina para ello; aunque la hace una autoridad civil (usualmente el gobernador estatal), debe estar basado en evidencias, análisis y elementos irrefutables de que, efectivamente, el déficit temporal de agua es tal que puede tener impactos negativos en la actividad económica y en la estabilidad social de la población local.

Para que la CONAGUA determine la existencia de una emergencia por sequía, llevará a cabo los análisis y un dictamen de sus registros climatológicos e hidrométricos utilizando los índices denominados "Streamflow Drought Index" (SDI) y/o "Standardized Precipitation Index" (SPI). Sin embargo, a futuro la CONAGUA podrá utilizar otros métodos o índices con reconocimiento nacional e internacional, mismos que estén vigentes y sean viables de aplicar. Cuando esto ocurra, la CONAGUA reemplazará los anteriores y los dará a conocer conforme a la normatividad vigente.

El criterio para considerar la existencia de una emergencia por sequía será cuando en el SDI o SPI se determine una clasificación de sequía severa. Para otros índices de análisis la CONAGUA se reserva el derecho de determinar un nivel de sequía equivalente al anterior para emitir el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía"; así mismo, se reserva el derecho de evaluar la sequía basándose en la información meteorológica, climatológica e hidrológica histórica y en curso obtenida de la red nacional que se encuentra bajo su administración.

La Dirección Local o el Organismo de Cuenca de la CONAGUA son las entidades que deben plantear, juntamente con los gobiernos municipales, las líneas de acción, medidas y estrategias en que se emplearán los recursos que el Gobierno aporte para paliar las condiciones de falta de agua. Desde luego, en este sentido las políticas públicas que se generen deben enfocarse con carácter social fundamentalmente, es decir, en proporcionar a la población más vulnerable, medios económicos con los cuales pueda subsistir durante la etapa de crisis; no se debe tratar de un regalo, sino de un soporte para que esa población desempeñe labores de carácter social y beneficio comunal; constituye, en cierta forma, una socialización del problema.

## 7. Programa de respuesta a las etapas de la sequía

Este capítulo pretende principalmente dos objetivos, disponer de un programa sobre las medidas implementadas y la respuesta deseada en cada etapa, y el otro de, mediante una campaña pública, dar a conocer este programa y la respuesta que puede tener el público al mismo.

### 7.1. Alerta temprana en fase de anormalmente seco “D0”

En el escenario de anormalmente seco se realizan medidas estratégicas a largo plazo de carácter, principalmente, infraestructural que forman parte de la planificación hidrológica como son la ejecución de estructuras de almacenamiento y regulación, instalaciones de recursos no convencionales, normativa y ordenación de usos, medidas que en general requieren un largo plazo de implantación. Por lo tanto, estas medidas no se consideran, en sentido estricto, objeto del PMPMS al ser este un Plan cuya finalidad es dar una respuesta rápida a la existencia de una situación extrema debido a un déficit hídrico.

Hay que resaltar que el PMPMS es un plan de contingencia cuyo objetivo es, en la medida de lo posible, anticiparse a las situaciones de sequía y minimizar sus impactos ambientales, económicos y sociales. Para este fin las siguientes medidas se proponen clasificadas según prevención, operación y gestión para el PMPMS.

#### A. PREVISIÓN

##### A1. Análisis de los recursos

- Monitoreo continuo de capacidad de almacenamiento, escurrimiento, precipitación, todas las variables que puedan ser sujetas de un impacto del fenómeno.
- Localizar las estaciones que requieran mantenimiento y que puedan seguir dando registro y prever lo futuro.
- Publicación de información sin que se escondan registros. Generando matrices de información que se puedan cruzar.
- Estudios de mejora conocimiento de masas de agua subterráneas y acuíferos.
- Tener una declaratoria por municipio de los estados de sequía.
- Estudios de mejora del conocimiento del comportamiento hidrogeológico de zonas húmedas.
- Estudios sobre el hábitat óptimo y en situación de sequía de diferentes especies fluviales.
- Estudios en EDAR (Estaciones depuradoras de aguas residuales) con problemas de alta conductividad.
- Control de los usos del agua.
- Control de los pozos de sequía.
- Estudios sobre el impacto del cambio climático.

- Estudios del impacto de la modernización del regadío.
- Estudio de los efectos socioeconómicos de las reducciones de caudales de los diferentes usos.
- Estudio de los recursos disponibles.
- Estudio e inventario de captaciones y de posibilidades de rehabilitación de captaciones fuera de uso.
- Seguimiento de los datos recogidos en las estaciones de aforo y niveles de los embalses.
- Inventario de las infraestructuras.
- Revisión de los programas de desembalses para uso hidroeléctrico.
- Se realizarán estudios con modelos proyectivos que contemplen la incidencia del Cambio Climático, tal como establece el artículo 11.3 del Reglamento de Planificación Hidrológica.
- Control y vigilancia de la calidad de las aguas.
- Diseñar los incentivos económicos, fiscales y financieros para el uso de fuentes alternas.
- Estudiar las aguas superficiales mediante modelos hidrológicos agregados, modelos hidrológicos distribuidos, modelos de generación de escenarios hidrológicos, estudios de caudales restituidos, estudios de caudales ecológicos, síntesis hidrológica, estudios de embalses potenciales.
- Estudiar las aguas subterráneas mediante la caracterización de acuíferos, modelación de acuíferos, planes de manejo de acuíferos, planes de manejo integrado de aguas superficiales y subterráneas.
- Realizar modelos de prospectiva de demanda por usos, modelos de sistemas hidráulicos complejos, modelos de balance hídrico subterráneo, modelos de balance hídrico integrado y modelos de asignación óptima del agua.
- Estudiar la posibilidad de planear la construcción de bordos de almacenamiento de lluvia (jagüeyes u hoyas de agua) para zonas agrícolas de pequeño riego y con baja disponibilidad de agua, siempre que estos tengan un diseño adecuado y realmente contribuyan con apoyar la zona.
- Estudiar y evaluar el nivel de eficiencia de la capacidad actual de infraestructura de almacenamiento en la Región con el fin de dirigir programas de rehabilitación y ampliación, principalmente en zonas con restricciones.
- Aplicar la ley federal de contribución de mejoras.

- Realizar los estudios a través de modelos digitales de elevación de alta resolución para la caracterización fisiográfica, caracterización de cuencas, codificación hidrográfica, caracterización y modelo en tres dimensiones de corrientes perennes e intermitentes, caracterización de cuerpos de agua, y caracterización de humedales.

## **A2. Establecimiento de reservas estratégicas**

- Establecimiento de reservas estratégicas en embalses.
- Establecimiento de reservas estratégicas en acuíferos.
- Establecimiento de reservas estratégicas en recursos no convencionales.
- Reducir la evaporación en embalses.
- Establecer mecanismos legales que fomenten la captación y aprovechamiento de agua pluvial.
- Considerar estas labores por ley como asunto de seguridad estatal para que se consideren mayores apoyos estatales y municipales.

## **B. OPERATIVAS.**

### **Enfocado a la atenuación de la demanda**

- Atenuación voluntaria mediante campañas de información y sensibilización social.
- Abrir el programa de convenio de distribuciones a los diferentes sectores y a las diferentes aguas tanto superficiales como subterráneas, en base a la oferta de agua que se tenga.
- Orientación de la campaña de riego (tipos de cultivo y método de riego).
- Estudio de incentivos por consumos responsables.
- Diseñar y aplicar leyes de contribuciones de mejoras estatales para recuperación de inversiones, cuyos ingresos se dediquen a la rehabilitación y ampliación de la infraestructura de almacenamiento.
- Mejora de eficiencia en el sector agropecuario.
  - i. Mejoramiento de la eficiencia primaria
  - ii. Mejoramiento de la eficiencia secundaria
- Mejora de eficiencia en el sector municipal.
  - i. Reparación de fugas en redes de distribución

- ii. Control de presión
- iii. Reparación de fugas al interior de edificios comerciales
- iv. Reparación de fugas en viviendas
- Mejora de eficiencia en el sector industrial.
  - i. Reparación de fugas industriales
  - ii. Reducción de la presión del agua en industrias
- Reúso de agua tratada para zonas de riego.
- Reúso de agua a nivel municipal
  - iii. Reúso de aguas grises domésticas
  - iv. Reúso de aguas tratadas para el riego de parques públicos

### **B3. Enfocado a gestión combinada de disponibilidad, necesidades de agua y de protección ambiental**

- Control y vigilancia de caudales ambientales.
- Se pondrán los medios necesarios, humanos, técnicos y económicos, para luchar contra los regadíos ilegales.
- Evitar el aprovechamiento directo del agua de zonas protegidas/sensibles.
- Evitar el aprovechamiento de volúmenes mínimos en embalses eutrofizados o en riesgo.
- Vigilancia del control de vertidos del funcionamiento de depuradoras de aguas residuales, de las prácticas agrícolas y de la calidad de las aguas. La Comisión Permanente de la sequía tendrá en consideración la facultad que el artículo 104.2 del TRLA otorga al Organismo de cuenca para modificar las condiciones de vertido en situaciones de sequía con el fin de velar por los objetivos de calidad de las masas de agua de la cuenca.
- Reforzar el Programa Nacional de Auditoría Ambiental de la PROFEPA, de manera particular los programas de Municipio Limpio, Cuenca Limpia e Industria Limpia.
- Reforzar los mecanismos de cumplimiento de la regulación sobre descargas industriales a cuerpos receptores de propiedad nacional.
- Extender el cobro por las descargas de aguas residuales al alcantarillado en función de la calidad.
- Diseñar e implementar un sistema integral de indicadores para el monitoreo de la calidad ambiental.

- Se proponen prácticas agrícolas amigables con el ambiente para ser consistente no sólo con la protección del agua, sino también con la conservación del suelo como recurso indispensable para esta actividad productiva.
- En el sector pecuario, se deberá promover la integración de un censo de las granjas porcícolas, piscícolas y ranchos ganaderos para identificar los sitios de descargas del agua utilizada dentro de las cuencas de la Región.
- Se deberán establecer acuerdos con los rastos para regular sus descargas a los cuerpos de aguas nacionales, mediante el tratamiento y reúso del agua en sus instalaciones.
- Se deberá planear la construcción de rastos regionales por subcuencas de Tipo Inspección Federal (TIF), que cumplan con todas las normas de saneamiento y ambientales e incluyan sus propias plantas de tratamiento de las aguas residuales.
- Establecer incentivos para reúso del agua.
- Adecuar las normas de calidad del agua.
- Fortalecer la vigilancia y sanción de la contaminación.
- Adecuar las tarifas de agua por primer uso a costos reales.
- Promover el establecimiento de impuestos locales por contaminación de aire, agua y suelo.
- Establecer impuestos a productos riesgosos que puedan contaminar el suelo o subsuelo.
- Controlar el mercado de productos contaminantes.
- Caracterizar las aguas residuales industriales.
- Realizar modelos de contaminación difusa.
- Promover la incorporación de dinámicas de reutilización o reciclaje de los residuos sólidos, ya que puede representar en muchos casos disminución o recuperación de costos para muchas empresas, a la vez que disminuye la contaminación ambiental.
- Se deberá apoyar el manejo integral de residuos peligrosos y/o altamente contaminantes, a través de las acciones que apuntan a un correcto manejo de los residuos que son considerados peligrosos o altamente contaminantes.
- Se promoverá el establecimiento de impuestos por contaminación para coadyuvar en el control de productos y servicios contaminantes.
- Establecer por ley los incentivos para el tratamiento y aprovechamiento sustentable de residuos sólidos.
- Establecer esquemas de coordinación entre la federación y estados y municipios para la disposición de residuos sólidos.
- Delimitar las áreas para la disposición de residuos sólidos.

- Integrar planes de gestión para reducir, reusar y reciclar la basura municipal.

## **C. ORGANIZATIVAS Y DE GESTIÓN DEL PMPMS**

### **C1 Relativas a la coordinación y participación.**

- Educación y cultura del agua en todos los diferentes sectores.
- Nombramiento de responsables, asignación de medidas y puesta en marcha de la organización.
- Elaboración de reglamento y protocolos de funcionamiento de la organización.
- Extender las declaratorias de clasificación de cuerpos de agua nacionales.
- Establecer las condiciones particulares de descarga en relación con las declaratorias de clasificación.
- Desarrollar modelos de calidad del agua superficial.
- Desarrollar modelos de calidad del agua subterránea.
- Fortalecer los mecanismos de inspección y vigilancia de las descargas de cuerpos receptores nacionales, con convenios de coordinación con estados y municipios.
- Fortalecer las actividades de inspección y vigilancia para controlar la contaminación con apoyo de los municipios.
- Adecuación de la legislación aplicable a nivel cuenca.
- Revisión y ajuste de la normativa estatal.
- Elaborar convenios de coordinación interinstitucional, interestatales e intermunicipales.
- Elaborar y revisar los planes de manejo de áreas naturales protegidas.
- Elaborar declaratorias de zona federales, de áreas naturales protegidas, de zonas de protección y amortiguamiento.
- Declarar e instrumentar planes de manejo en sitios Ramsar
- Elaborar en todos los estados leyes de gestión de cuenca.
- Regular el cambio del uso del suelo en condiciones sustentables.
- Promover e incentivar el desarrollo de infraestructura urbana sustentable.

## 7.2. Alerta y acciones en fase de sequía moderada “D1”

En la fase de sequía moderada, se adoptarán medidas encaminadas a prevenir el deterioro del estado de las masas de agua, recomendando actuaciones que alejen la ocurrencia de un fallo integral de los sistemas, lo que supondría, además de la no satisfacción de la totalidad de las demandas, que los ecosistemas acuáticos y los de ellos dependientes sufrieran un grave impacto.

Durante la fase de sequía moderada todavía no se manifiestan los efectos de la escasez de agua, ya que es una etapa previa a la sequía, pero se deben establecer medidas orientadas al incremento en la vigilancia de las variables que puedan indicarnos la evolución de la sequía.

### A. PREVISIÓN

- Realizar diagnósticos de agua potable para los diferentes usos de agua potable en las localidades del Municipio que nos indica el Monitor de sequía con el objeto de evaluar la localidad si se encuentra con déficit o superávit con respecto (Demanda y Oferta).  
De esta manera si se determina que tiene déficit, solo hasta entonces se realizarían acciones de mitigación en estas localidades identificadas con déficit consideradas en esta etapa de intensidad de sequía moderada “D1”.
- Promover campañas de ahorro voluntarias de agua en el abastecimiento.
- Promover campañas de ahorro voluntarias de agua entre los regantes.
- Agilizar el desarrollo de nuevas infraestructuras de sequía ya planificadas.
- Intensificar el control de los usos del agua.
- Estudio de posibilidades de reutilización de aguas residuales.
- **Promover el cambio de fuentes de extracción de agua por usos.**
- En la agricultura tener registro de la extracción del agua para los cultivos, tener en cuenta si viene de agua superficial o subterránea.
- Dar importancia y generar estadísticas conforme a incendios forestales.
- Aprobación de tarifas estacionales en caso de sequía.

### B. OPERATIVAS

#### B1. Enfocada a la atenuación de la demanda

- Activación de campañas de ahorro.
- Registro de volúmenes diarios para cada municipio y tener registro para no bajar del promedio.

- Fomentar el desarrollo de sistemas ahorradores de agua en la producción de bienes y servicios.
- Actualización y mantenimiento de las infraestructuras disponibles (reducción de pérdidas).
- Realizar estudios y proyectos ejecutivos de Infraestructura de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento (acciones que nos permitan recuperar caudales con el objeto que no se infiltren al subsuelo a consecuencia del mal estado de las tuberías de conducción y distribución).
- Rehabilitación de cajas de captación de aguas superficiales, pozos profundos, Líneas de Abastecimiento de Agua Potable, Redes de distribución, así como de sectorización de redes de agua potable, con el fin de disminuir las pérdidas físicas al máximo en los sistemas de agua potable, como en los sistemas de alcantarillado y saneamiento.
- Garantizar el tratamiento eficiente de las aguas residuales en las plantas existentes, cubriendo sus costos de operación.
- Conectar a redes de alcantarillado la infraestructura de tratamiento sin operar, cubriendo sus costos de operación.
- Adaptar la infraestructura de tratamiento existente para lograr el nivel de calidad requerido por los cuerpos receptores.
- Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y expandir la red de colectores.
- Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y red de alcantarillado y colectores.
- Promover y apoyar la utilización e introducción de técnicas para riego, en función del nivel de especialización y conocimiento por parte de los agricultores y productores en las zonas agrícolas. Para ello, se sugiere: primero, programas de capacitación y cultura (con asesores técnicos en riego y parcelas demostrativas); luego, operación de multicompuertas (programas de volúmenes por cada surco) y reducción de volúmenes consumidos; después, riego por aspersión y, por último, riego puntual; después pensar en invernaderos.
- Fomentar la supervisión de las obras de infraestructura en los distritos y unidades de riego.
- Penalización de consumos excesivos.
- Establecer normas estrictas para la recarga de acuíferos en condiciones sustentables.
- Vigilar y proteger las zonas de recarga.
- Establecer mecanismos para acreditar contra el pago de impuestos y derechos las recargas por particulares.
- Revisar las concesiones y asignaciones otorgadas en función de los estudios actualizados de disponibilidad del agua.

- Generalizar la compra de derechos para recuperación ambiental de las cuencas.
- Utilizar mecanismos de mercado regulado hacia la reasignación hacia las mejores condiciones económicas, sociales y ambientales (bancos del agua).
- Establecer un sobre precio por extracción de agua de acuíferos sobreexplotados con problemas de degradación y agotamiento.
- Instrumentar la cuota de garantía para ajustar los volúmenes utilizados a los volúmenes concesionados o asignados.
- Establecer e instrumentar programas federalizados de inspección y vigilancia.
- Castigar la subdeclaración de consumos y la sobreconcesión.
- Mejorar el diseño y la verificación del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA).
- Cancelar concesiones por irregularidad.
- Controlar las extracciones subterráneas y superficiales.
- Revisar las concesiones para verificar la expiración, el rescate y la reasignación de concesiones.
- Regular el mercado del agua.
- Delimitar las zonas de veda de extracción superficial.
- Adecuación de vedas de aguas subterráneas y de aguas superficiales.
- Actualizar los padrones de usuarios agrícolas.
- Establecer cuotas deliberadamente altas a consumos no medidos, especialmente en actividades de cierto poder económico.
- Considerar siempre en los esquemas contables volúmenes de consumos, exista o no medición directa.

## **B2. Enfocada a la disponibilidad de agua**

- Pruebas de funcionamiento de infraestructuras de movilización de reservas estratégicas.
- Reciclaje de agua tratada en petroquímicas.
- Reutilización de condensadores de papel y celulosa
- Aprovechar el potencial agropecuario, acuícola y pesquero
- Aprovechar el potencial hidroeléctrico de corrientes naturales y artificiales.
- Incentivar el desarrollo de actividades de autogeneración en corrientes naturales y artificiales.

- Promover esquemas de apoyo a la microgeneración.
- Realizar los estudios de potencial hidroeléctrico.
- Construir centrales hidroeléctricas.
- Construir modelos de sistemas hidroeléctricos.
- Realizar las acciones necesarias para la repotenciación de centrales hidroeléctricas.
- Aplicar medidas que aumenten la producción y reduzcan las pérdidas de productos Agrícolas.
- Utilizar semillas mejoradas.
- Apoyar la ingeniería de semillas.
- Utilizar plaguicidas de manera vigilada.
- Realizar un uso balanceado de fertilizantes.
- Implementar la transportación refrigerada de cosecha.
- Transparentar los subsidios por energía eléctrica por bombeo y por otros insumos.
- Incentivar la construcción de infraestructura de almacenamiento, refrigeración y canales de comercialización de los productos agrícolas en coordinación con autoridades competentes.
- Hacer un uso eficiente de energía en riego.

### **B3 Relativas a gestión combinada de disponibilidad, necesidades de agua y de protección ambiental**

- Intensificación del control de los regadíos ilegales.
- Generar un mercado secundario de uso de agua tratada.
- Estimular la descarga cero en empresas.
- Realizar los estudios necesarios para identificar las zonas potenciales para el reúso del agua en la Región.
- Optimizar el funcionamiento de la infraestructura de tratamiento existente.
- Realizar los estudios y modelos de sistemas de saneamiento que permitan identificar los sistemas de tratamiento óptimos.
- Promover el reúso de agua mediante campañas dirigidas a los sectores productivos y sociedad.
- Negociar con los diferentes usuarios el uso de agua tratada en sus actividades.

- Se comunicará a CFE, en su calidad de operador del sistema eléctrico, de las medidas que se vayan a ir adoptando en las sucesivas fases de sequía a fin de que pueda tomar las medidas oportunas.
- Establecer estímulos estatales para la reubicación de industrias consumidoras acordes a la disponibilidad de agua.
- Manejar las zonas de disponibilidad de los derechos por cuenca o acuífero.
- Establecer mecanismos de transversalidad con instancias encargadas de los desarrollos urbanos, económicos y ecológicos para unificar criterios de reubicación.

### **C. ORGANIZATIVAS Y DE GESTIÓN DEL PMPMS**

- Constitución de la Oficina Técnica de la Sequía
- Generar un mercado secundario de uso de agua tratada.
- Promover el trabajo coordinado con entidades académicas para estudiar, mediante modelos de operación óptima de embalses, las mejores políticas a aplicar que garanticen la suficiencia del recurso en el corto, mediano y largo plazos.
- Realizar los estudios necesarios para identificar las zonas potenciales para el reúso del agua en la Región.
- Promover el reúso de agua mediante campañas dirigidas a los sectores productivos y sociedad.
- Negociar con los diferentes usuarios el uso de agua tratada en sus actividades.

### **7.3. Acciones y respuestas en la fase sequía severa “D2”**

#### **B. OPERATIVAS**

##### **B1. Enfocada a la atenuación de la demanda**

- Atenuación forzada mediante restricción o prohibición de usos y destinos (riego jardines, piscinas, baldeo calles, cultivos de alta dotación, etc.).
- Reducción de la presión nocturna en redes urbanas.
- Reducción del volumen de agua superficial suministrada para el regadío.
- Acciones de rehabilitación de cajas de captación de aguas superficiales, pozos profundos, Líneas de Abastecimiento de Agua Potable, Redes de distribución, así como de sectorización de redes de agua potable, con el fin de disminuir las pérdidas físicas al máximo en los sistemas de agua potable, como en los sistemas de alcantarillado y saneamiento.

- Mejorar la medición del suministro de agua para uso agrícola, público urbano e industrial.
- Mejorar la medición de los consumos de agua para uso agrícola, público urbano e industrial.
- Reducción del volumen de agua superficial suministrada para el abastecimiento.
- Recursos no convencionales: Reutilización potencial sostenible.
- Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario
  - i. Labranza optima
    - Calendarización de riego
    - Sustitución de sistemas de riego por aspersión por sistemas de riego de alta precisión.
    - Riego de alta precisión o puntual
    - Riego por aspersión
    - Hacer uso de medidas ahorradoras de agua, como los riegos nocturnos.
    - Rehabilitar y modernizar las obras de cabeza.
    - Construir, adquirir e instalar equipo de medición y control del agua.
    - Realizar los estudios y proyectos ejecutivos de las obras correspondientes.
    - Promover la nivelación de tierras y el drenaje parcelario.
    - Rehabilitar y mantener drenes, caminos de operación, estructuras de operación, conservación y control en los distritos y unidades de riego.
    - Controlar malezas acuáticas.
    - Promover la reconversión productiva de la agricultura de riego.
    - Integrar un catastro técnico de infraestructura de riego y drenaje.
    - Apoyar la adquisición de nueva maquinaria y equipo de conservación.
    - Apoyar la rehabilitación integral de maquinaria y equipo de conservación concesionados.
    - Equipar talleres para servicio y mantenimiento de maquinaria y equipo de conservación.
    - Control y supervisión de canaleros.
    - Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal

- i. Sustitución de inodoros convencionales por de doble descarga en el sector comercial.
  - ii. Instalación de nuevos inodoros de doble descarga en el sector comercial.
  - iii. Sustitución de inodoros convencionales por modelos de doble descarga en residencias.
  - iv. Instalación de nuevos inodoros de doble descarga en residenciales.
  - v. Instalación de llaves de bajo flujo.
  - vi. Sustitución de regaderas convencionales por modelos de baja consumo.
  - vii. Instalación de regaderas de bajo consumo en nuevas viviendas
  - viii. Instalación de mingitorios sin agua en edificios comerciales y públicos.
  - ix. Retención de humedad en jardín en residencias.
- Fomentar el desarrollo de sistemas ahorradores de agua en la producción de bienes y servicios.
  - Desarrollar nuevos sistemas ahorradores de agua.
  - Diseñar los incentivos económicos para apoyar la sustitución e instalación de dispositivos ahorradores de agua en viviendas.
  - Promover la participación de usuarios en el financiamiento en la adquisición de la tecnología.
  - Fortalecer la coordinación interinstitucional para la aplicación de las tecnologías ahorradoras de agua.
  - Crear conciencia en la sociedad sobre el uso responsable del agua.
  - Realizar campañas para la instalación de dispositivos ahorradores de agua.
  - Fortalecer la medición del agua en el sector municipal.
  - Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial
    - i. Agua activada
    - ii. Empaste de desechos en minería
    - iii. Enfriamiento en seco en generación de energía
  - Realizar campañas de difusión para la implementación de tecnologías de bajo consumo de agua en el sector industrial.
  - Crear los instrumentos económicos y financieros para la implementación de estas medidas.
  - Negociar con el sector industrial programas que apoyen el ahorro de agua.
  - Realizar los estudios para determinar la tecnología adecuada por tipo de industria.

## **B2. Enfocada a la disponibilidad de agua**

- Movilización de reservas estratégicas superficiales, subterráneas y no convencionales
- Activación de interconexiones de sistemas
  
- Promover el intercambio de agua de primer uso a actividades económicas más rentables o prioritarias.
- Construcción de plantas para la remoción de hierro y manganeso.
- Conservación y mantenimiento de las plantas especialmente la plantas de remoción de hierro y manganeso.
- Activación de otras fuentes de obtención del recurso, tales como infraestructuras normalmente en desuso
  
- Modificación de las reglas de explotación de embalse
- Incremento de las extracciones de aguas subterráneas.
- Recursos no convencionales: Máxima desalación estival.
- Establecer mecanismos justos y equitativos de compensación por transferencia, al transferir agua entre cuencas en condiciones sustentables.
- Recursos no convencionales: Máxima desalación estival.
- Igualmente, generar una fuerte labor para que las decisiones sobre transferencias se consensen con los afectados y la población en general, evitando en lo posible conflictos sociales.
- Recursos no convencionales: Máxima desalación estival.

## **B3. Enfocada a la gestión combinada de disponibilidad y necesidades de agua y de protección ambiental**

- Limitaciones de consumo, como pueden ser los cortes temporales durante el período nocturno para impedir pérdidas por fugas.
- Activación del Centro de Intercambio de derechos para asegurar el abastecimiento urbano, evitar el deterioro irreversible de las masas de agua y atender cultivos leñosos.
- Mantenimiento, como criterio general, de los requerimientos hídricos mínimos por motivos ambientales fijados en el Plan Hidrológico, salvando el suministro de agua a la población
- Restricciones en los requerimientos hídricos mínimos ambientales, fijados en el PHC, cuando sean imprescindibles para asegurar el abastecimiento urbano y cultivos leñosos, siempre que la

- restricción no suponga afección a ecosistemas, hábitat y especies consideradas muy vulnerables frente a situaciones de sequía
- Activación de planes de emergencia de abastecimiento.
  - Definir cultivos específicos en función de la disponibilidad de agua, la vocación del suelo y las oportunidades de mercado.

### **C. ORGANIZATIVAS Y DE GESTIÓN DEL PMPMS**

- Preparación y aprobación de decretos y resoluciones administrativas

### **7.4. Acciones y respuestas para las fases de sequías extrema y excepcional “D3 y D4”**

#### **B. OPERATIVAS.**

##### **B.1. Relativas a la atenuación de la demanda**

- Modificación temporal de tarifas
- Suministros alternativos en abastecimiento
- Es necesario incentivar la actividad y temporalidad del pago de servicios ambientales con una política de mediano y largo plazos a nivel municipal, estatal y de gobierno federal, por lo que se hace conveniente trabajar coordinadamente con la CONAFOR y los gobiernos municipales y estatales, POR PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES.
- Otra tarea a emprender es revisar el marco jurídico y desarrollar mecanismos estatales de apoyo para el pago de servicios ambientales.
- Se hace necesario el establecimiento de normas que incentiven u obliguen al pago, por lo que se deberá promover la incorporación en la legislación estatal el pago por servicios ambientales, como un porcentaje del pago de tarifas de agua, definiendo el fin específico en que se aplicará la recaudación correspondiente.
- Elaborar estudios de caudal ambiental para establecer una norma adecuada en la Región, que coadyuve en la mejor medición y conservación de cuencas hidrológicas.
- Diseñar programas de capacitación y apoyo a productores en las zonas sujetas a degradación de suelos y bosques que propicie la introducción de prácticas sustentables.
- Restablecer la cubierta vegetal con especies adaptadas a las condiciones del suelo.
- Promover la conservación de cuencas y control de la erosión de suelos, con programas de reforestación derivados de estudios de modelación dinámica de erosión y sedimentación.
- Mantener la vegetación natural y la fauna silvestre creando zonas de amortiguamiento al exterior de los remanentes de los ecosistemas primarios para mejorar sus condiciones microclimáticas y mejorar la calidad del ecosistema en su conjunto.

- Frenar el avance de las actividades de la agricultura de temporal en zonas de laderas de colinas y piedemontes, ubicadas en zonas de cabecera de las cuencas.
- Restricción del volumen de agua superficial suministrada para el regadío.
- Restricción del volumen de agua superficial suministrada para el abastecimiento.

## **B.2. Relativas a la disponibilidad de agua**

- Utilización de medios excepcionales (cisternas)
- Reducción de los caudales ambientales tratando de proteger aquellos ecosistemas más frágiles o de mayor valor.
- Definir y aplicar en la práctica la reserva del caudal mínimo necesario para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema, y extraer sólo los excedentes para ser distribuidos en los diferentes usos.
- Fortalecer los sistemas de inspección, vigilancia y sanción de zonas federales.
- Celebrar convenios de colaboración administrativa y fiscal entre la federación con estados y municipios, para el cobro de derechos por uso o aprovechamiento de zonas federales en los cauces de las corrientes o vasos de depósitos de propiedad nacional.
- Desincorporar zonas federales en el perímetro de las poblaciones, previos estudios técnicos.
- Establecer normas para sancionar a servidores públicos que autoricen establecimiento de asentamientos en zonas federales o de riesgo contra inundaciones.
- Introducción de mejoras en las técnicas agrícolas, así como prácticas sustentables para el manejo de suelos
- Cercos vivos.
- Recursos no convencionales: Máxima desalación potencial.
- Conservación de cuencas.
- Establecer incentivos para la reforestación.
- Reforestación.
- Manejo de rotación de potreros.
- Fomento de ganado controlado.
- Siembra de alta densidad.
- Surcado al contorno.

- Tinajas ciegas.
- Construcción de terrazas.
- Muros de gaviones contra erosión.

### **B.3. Relativas a gestión combinada de disponibilidad y necesidades de agua y de protección ambiental**

- Reasignación de recursos
- Restricciones de suministro en usos y destinos no prioritarios, manteniendo dotaciones mínimas para la salud y la vida de la población y volúmenes mínimos para atender cultivos leñosos.
- Consideraciones en el uso hidroeléctrico.

### **C. ORGANIZATIVAS Y DE GESTIÓN DEL PMPMS**

#### C.2. Relativas a la coordinación y participación.

- Información semanal del estado de la sequía.
- Activación del Centro de Intercambio de derechos para asegurar el abastecimiento.
- Medidas de carácter ambiental: Plan de policía y control del dominio público hidráulico.

### 7.5. Campaña pública de información sobre la sequía

Es necesario promover una cultura del agua dentro de la población, esto con el fin de concientizar a las personas de la importancia de administrar y cuantificar el recurso hídrico para lograr no solo una igualdad sino una equidad del agua para todos. Por esto los usuarios del agua son responsables de cumplir los lineamientos u ordenanzas que deriven del GTD para las épocas de crisis. Se debe analizar la respuesta pública a este programa para hacer una retroalimentación. Es recomendable mantener un programa de educación en tiempos normales en el tema de las sequías, para esto se puede recurrir a los administradores del agua (OOAPAS, Asociaciones de Usuarios de Riego, Sociedades de responsabilidad Limitada de los Distritos de Riego, Comités Directivos de las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural, COTAS, etc.).

En general se recomienda analizar, adaptar y complementar, si es el caso, la siguiente hoja para administradores de servicios del agua, sin embargo, es de puntualizar que por diferentes razones principalmente geográficas, existen zonas más propensas a padecer la sequía, tanto por su lejanía y aislamiento respecto a las grandes masas de agua oceánica, como por su altitud y latitud, que las ubica en la franja de las altas presiones y estabilidad atmosféricas, las medidas a implementar con respecto a la campañas públicas pueden variar según la necesidad de los estados donde se presente la crisis y más si se pretende aplicar una medida de corto o largo plazo.

CAMPAÑA DE INFORMACIÓN PÚBLICA SOBRE LA SEQUÍA																	
Información pública. Componentes de campaña	FILTRADO		PÚBLICO META												Coordinar con otras entidades		
	Acciones de mitigación a largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo	Hacedores de decisiones/hacedores de política	Oficinas federales/oficinas municipales o de la ciudad (parques, cuerpo de bomberos)	Instalaciones comunitarias de recreación	Media	Residencial unifamiliar	Residencial multifamiliar	Propietarios de negocios comerciales	Empleados de negocios comerciales	Administradores o directivos de instalaciones escolares	Niños de escuelas	Negocios industriales	Negocios con objetivos específicos (estancias infantiles, arquitectos del paisaje, instalaciones de salud)		Grandes consumidores	Universidades con convenios y proyectos
<b>Información sobre sequía para proporcionar al público</b>																	
Estatus de las condiciones actuales de la sequía y de las etapas de la sequía	Si	Si	X	X	X				X				X		X	X	X
Sistema de abastecimiento para sustentabilidad a largo plazo	Si	Si	X	X									X		X	X	
Donde los consumidores pueden conocer los planes de mitigación de sequías	Si	Si	X	X											X	X	

Medidas o impactos que los consumidores pueden esperar si la sequía continúa o se intensifica	Si	Si	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Factores que podrían influir en los servicios de abastecimiento y el costo de los servicios	Si	Si	X	X											X	X	X
Acciones de los administradores de agua para ahorrar agua o adquirir agua adicional	Si	Si	X	X									X	X	X	X	X
Recomendaciones de política, requerimientos y penalizaciones	Si	Si	X	X			X	X	X				X	X	X	X	
Aplicación de políticas de sequía	Si	Si	X	X					X		X	X	X	X	X	X	
Explicación de incrementos en la tasa / recargos en la sequía	Si	Si	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Incrementar anuncios de incentivos de conservación y de los planes de sequía	Si	Si	X	X						X	X		X	X	X	X	X
Ideas de conservación de ahorro del agua	Si	Si	X	X	X		X	X	X		X	X			X	X	X
Ideas paisajística durante la sequía (por ejemplo qué plantas pueden irrigarse con goteo, cuáles salvar, cuáles dejar morir)	Si	Si	X	X	X				X		X					X	X
Paisaje post sequía, información para revivir plantas	Si	Si			X	X	X	X	X			X					X
Uso del agua gris donde sea legalmente permitido y apropiado	Si	Si							X				X	X	X	X	
Promover jardines xerófitos	Si	Si	X		X	X	X	X				X					X
Formas de limpiar los andadores, calles y otras superficies duras sin usar manguera	Si	Si			X	X	X	X				X				X	X
Formas de lavar vehículos para minimizar el desperdicio de agua	Si	Si		X	X	X	X	X	X	X		X				X	X
Metas de ahorro del agua y el consumo actual por usuario individual, ciudad y sector, etc.	Si	Si		X	X	X			X	X	X	X		X		X	X
Instrucción a usuarios de cómo establecer un plan de uso del agua para sus casas o negocios	Si	Si		X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	
Instrucciones de cómo rastrear el agua dentro de las casas	Si	Si		X	X		X	X								X	
Anunciar esfuerzos de individuos y de negocios, como ejemplos de cómo reducir el uso del agua	Si	Si			X				X	X				X	X	X	
Estimular la discusión intensa del público y en los medios involucrados, relativo a la manera de reducir el consumo de agua mientras se minimizan los impactos (impactos al paisaje)	Si	Si	X			X								X		X	X
Hacer uno mismo panfletos para la reducción de desperdicio de agua	Si	Si				X	X	X			X	X				X	
Proveer a los usuarios con una tarjeta reporte, mostrando el uso del agua mensual y anual previo a la sequía y durante la sequía.	Si	Si		X						X			X	X	X	X	

La información anterior se pensó para la región Lerma-Chapala, donde debido a su necesidad y colindancia con otras cuencas son necesarias implementar las medidas señaladas en la tabla buscando emplear de esta manera las herramientas correspondientes para cada una de las componentes de sequía seleccionadas en la columna 1 y 2, marcando con una X el espacio donde la aplicabilidad de la herramienta de comunicación es identificada en la lista a la izquierda.

Para lograr fomentar el desarrollo y dar a conocer a la sociedad no solo la necesidad de prestar atención a situaciones críticas de sequía, sino la medidas a tomar en casa fase de la misma, es importante contar con las herramientas necesarias de comunicación para llegar a todas las personas de una manera rápida y concisa, por lo que algunas de ellas a considerar son las siguientes:

- Sitio web dedicado a la sequía y a las ideas de conservación del agua
- Factura de agua (metas mensuales del uso del agua y del consumo actual)
- Establezca una línea caliente de sequía y entrene al personal para su operación
- Artículos en periódicos.
- Televisión
- Alcance a los medios en general
- Sitios web de ciudades o municipios
- Inserción de facturas de agua
- Distribución de panfletos
- Seminarios/programas especiales
- Distribución amplia por correo electrónico
- Programas educacionales (viajes al campo, conferencistas, currículas)
- Anuncios por correo
- Reuniones públicas
- Distribución de herramientas para la conservación del agua (medidores de lluvia, aireadores hundidos, etc.)
- Mamparas en eventos especiales
- Tableros
- Redes sociales
- Correos electrónicos
- Conferencia por teléfono

Algunas otras acciones a implementar son:

- Incluir la participación pública en la planificación de la sequía

- Organizar reuniones informativas sobre la sequía para el público y los medios de comunicación
- Implementar programas de concienciación sobre el ahorro de agua
- Establecer un comité de asesoramiento público
- Publicar y distribuir folletos sobre técnicas de ahorro de agua y estrategias para la gestión de la sequía
- Organizar talleres sobre temas especiales relacionados con la sequía
- Preparar unas ordenanzas de prueba sobre el ahorro de agua
- Establecer un centro de información sobre la sequía
- Consultar con alguna empresa de marketing sobre las mejores estrategias para atraer la atención del público.

## 7.6. Campaña educativa y de cultura del agua

Implementar esta estrategia es de suma importancia, ya que es el instrumento que va a permitir cambiar a la sociedad y preparar a las nuevas generaciones para que tengan una participación efectiva en los programas hídricos y ambientales de la región.

La estrategia prevé fortalecer los programas educativos desde el nivel preescolar hasta el universitario con contenidos relacionados con las buenas prácticas en el uso, manejo y gestión sustentable de los recursos hídricos para las cuencas de la Región, así como la educación no formal para la sociedad en general y promotores de la cultura del agua.

La base para esto es promoviendo estas ideas a los sectores de gobierno enfocados a la educación como la SEP, con el fin de que permitan modificar los programas educativos públicos en sus diferentes niveles, desde la educación básica (preescolar, primaria y secundaria), nivel medio superior (bachillerato o preparatoria) hasta el nivel superior (licenciaturas y posgrados), incorporando nuevas materias orientadas a la cultura del agua. Estructurando un programa con las medidas de gestión más básicas en los primeros niveles que permitan ir adentrando y transmitiendo a la sociedad los valores, principios, actitudes, gustos, y un sentimiento de compromiso en la importancia de preservar y ahorrar el recurso hídrico.

Dichas materias se pueden estructurar de tal manera que se vayan desarrollando gradualmente para una mejor comprensión, un ejemplo de ello es el siguiente:

Educación básica			Nivel Medio superior	Nivel superior	
Preescolar	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Licenciaturas e Ingenierías	Posgrados y Doctorados
*Juguemos con el agua	*El agua en tu casa	*Componentes esenciales del agua para la vida	*Medidas de ahorro del agua	*Introducción a la importancia del agua	*Medidas tecnológicas del ahorro del agua
*El agua y Tú	*Como cuidar el agua	*La ciencia del agua	*Análisis del agua en el mundo	*Consumos del agua en la sociedad	*Aprendiendo hidrometría avanzada
*Aprendiendo a cuidar el agua	*Importancia del agua en tu vida	*Conceptos básicos del recurso hídrico	*Análisis del agua en México	*Manejo y gestión sustentable del agua	
	*Historia del agua			*Ingeniería de los recursos hídricos	
	*Como ahorrar el agua			*Optimización del ahorro de agua	
	*El agua en tu entorno				

Dicho programa puede ajustarse no sólo a al nivel educacional con el que cuentan los estudiantes, sino a la necesidad que existe en cada estado enfocando dicho programa a las problemáticas existentes.

Por otro lado, las instituciones educativas privadas aunque no son dependientes de gobierno se le pueden canalizar las mismas propuestas con el objetivo de concientizar a toda la población y no sólo a

una pequeña parte. De una manera más amplia sería llegar a los representantes del agua agrícola de las diferentes comunidades con campañas, cursos y juntas de cómo gestionar y optimizar así como la importancia del agua para la vida humana.

También, incluye el desarrollo y la implementación de los programas educativos Descubre una Cuenca para los ríos Lerma, Santiago y los del Pacífico, además de la implementación del programa ¡Encaucemos el Agua! con estudiantes normalistas, maestros y educadores no formales.

Se deberán incrementar los Espacios de Cultura del Agua en cada municipio, y fortalecerlos donde ya existen con los equipos y materiales necesarios para la correcta promoción en la Región. Asimismo, habrá que fortalecer el programa federalizado de Cultura del Agua a través de capacitar a los encargados de la cultura del agua y de desarrollar y reproducir los materiales educativos para los Espacios de Cultura del Agua.

Se deberá promover la creación de una red de museos del agua estatales que intercambien exposiciones temporales y lleven a cabo actividades educativas y de capacitación.

Como parte de las adecuaciones al marco jurídico, se deberán proponer leyes estatales de educación ambiental, con énfasis en los recursos hídricos.

Para aportar y dar más peso al cumplimiento de estas estrategias educacionales será necesario un censo en las escuelas en sus diferentes niveles llevando registro de su certificación ante la SEP, SEC, etc., e igualmente que tengan convenios o estén involucradas con organismos encargados de promover un desarrollo en la sociedad como la UNESCO, SEC, etc. De tal manera que se pueda llevar un control de las instituciones y su nivel educacional, con el fin de ejercer cierta normatividad y exigencia de enfocarse en los programas propuestos.

Para que exista una educación ambiental de alto grado en las instituciones y no se tomen como materias “de relleno” será necesario contar con la ayuda de la Dirección de Programas Estratégicos que proponga y busque maestros capacitados, certificados y con experiencia en el tema, los cuales de preferencia estén cerca de las problemáticas actuales de la región para que de esta manera puedan enfatizar y profundizar en la importancia de las clases. Dichos maestros o asesores de la promoción del mejor manejo del recurso hídrico, deben ser elegidos de instituciones como INIFAP, SEMARNAT, SECAMPO, INEGI, PROFEPA, CONAGUA, IMTA; los cuales involucren y acerquen a las personas en las crisis existentes, así como escuche las ideas y propuestas que vayan surgiendo de los diferentes niveles.

Un ejemplo de esto es enfocarse a las zonas de mayor necesidad, como lo es la zona de Jalisco que aunque ya cuenta con instituciones certificadas falta incorporar información, actividades, visitas de campo, etc.

Otra línea de acción importante para la promoción de la educación ambiental es la certificación de escuelas de educación básica, media y media superior en los temas del uso eficiente del agua, educación ambiental y acción ambiental comunitaria. Como acción complementaria habrá que instrumentar organismos de certificación en educación ambiental.

A su vez habrá que elaborar el estándar de competencias laborales para educadores ambientales. Con ello se podrá capacitar, evaluar y certificar a los educadores ambientales.

Con la participación de todas las escuelas preparatorias de la región se recomienda promover la Olimpiada del Agua, con la colaboración de la Academia de Ciencias, la Asociación Mexicana de Hidráulica, universidades, colegios y asociaciones profesionales y otras instituciones que deseen sumarse a la iniciativa.

Para fortalecer las capacidades de los profesionales de los medios de comunicación se recomienda incluir en los planes y programas de estudios de las licenciaturas en Periodismo y Comunicación la asignatura Medio Ambiente y Recursos Hídricos. De manera complementaria, se pueden ofrecer un diplomado sobre la misma materia a profesionales de los medios de comunicación, realizar un congreso regional o nacional de periodistas ambientales y promover el Premio Nacional de Periodismo Ambiental, que ya otorga la Universidad de Guadalajara.

Se prevé acompañar a esta estrategia con algunas medidas como:

- Crear incentivos económicos, fiscales y financieros para extender las acciones de educación ambiental y capacitación a empresas de cada entidad federativa.
- Otorgar certificados de ahorro de agua y bonos de captación que puedan ser canjeados por incentivos.
- Incentivar el uso de tecnologías ahorradoras de bajo costo para cada entidad federativa.
- Elaborar convenios y programas con empresas e instituciones que contribuyan con la educación, capacitación, cultura del agua y ambiente.
- Diseñar cursos gratuitos en línea, autodidácticos, sobre legislación, educación y certificación ambiental.

Sin embargo, es necesario involucrar a los diferentes programas de cada Secretaria de Educación correspondiente a cada Estado en la necesidad de la cultura del agua, ya que en los estados que componen a la cuenca Pacífico – Centro no cuentan aún con programas enfocados a la gestión administrativa del agua. Por otro lado, en algunos estados como México tienen comités de cuidado al medio ambiente y limpieza del entorno escolar, así como comité de actividades, artísticas o culturales; al igual los otros estados tienen sus consejos estatales de participación social y comunicación social.

Si dichos programas y comités pudieran complementarse o ir un poco más enfocadas a la educación ambiental y conservación del agua al nicho donde estas secretarías se desenvuelven como lo son los alumnos, padres de familia, docentes, profesionistas o a nivel más general en las instituciones educativas, podría tener gran impacto en la sociedad de una manera que coadyuvara al bien hídrico de cada región.

### **7.6.1 Instrumentos de Política Hídrica Vigente**

Actualmente, la Ley de Aguas Nacionales contempla un capítulo sobre cultura del agua y mandata a la CONAGUA con el concurso de los Organismos de Cuenca, a promover entre la población, autoridades y medios de comunicación, la cultura del agua acorde con la realidad del país y sus regiones hidrológicas.

El Plan Nacional de Desarrollo, a través de su Eje 4 “Sustentabilidad Ambiental”, plantea la estrategia de incentivar una cultura del agua que privilegie el ahorro y uso racional de la misma en el ámbito doméstico, industrial y agrícola.

Para lo anterior, el Programa Nacional Hídrico establece el Objetivo 5 “Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura del buen uso”, cuyas estrategias son las siguientes:

- Crear conciencia entre la población sobre la necesidad del pago y uso responsable y eficiente del agua.

- Informar oportuna y eficazmente a la población sobre la escasez del agua, los costos de proveerla, su uso responsable y su valor económico, sanitario, social y ambiental.
- Impulsar programas de educación y comunicación para promover la cultura del agua.
- Posicionar el tema agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
- Consolidar la autonomía de gestión de los Consejos de Cuenca.
- Consolidar la autonomía de gestión de los Órganos auxiliares de los Consejos de Cuenca.
- Impulsar el desarrollo institucional de las dependencias y organismos que participan en el manejo del agua.

### **7.6.2 ¿Qué entendemos por Cultura del Agua?**

Es un proceso continuo de producción, actualización y transformación individual y colectiva de valores, creencias, percepciones, conocimientos, tradiciones, aptitudes, actitudes y conductas en relación con el agua en la vida cotidiana.

Por lo anterior, el enfoque de las acciones de la Comisión Nacional del Agua en esta materia, es lograr un cambio positivo y proactivo en la participación individual y social en torno al uso sustentable del agua, para no afectar a las siguientes generaciones, incidiendo en el/los procesos de comunicación a través de los cuales la sociedad se allega información, desde la educación formal, no formal (familia, medios de comunicación, capacitación) y espacios de participación social.

### **7.6.3 Programa de Cultura del Agua**

El objetivo general del Programa Cultura del Agua, es “contribuir a consolidar la participación de los usuarios, la sociedad organizada y los ciudadanos en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso, a través de la concertación y promoción de acciones educativas y culturales en coordinación con las entidades federativas, para difundir la importancia del recurso hídrico en el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación de la riqueza ecológica, para lograr el desarrollo humano sustentable de la nación”.

Para lo anterior, se firman convenios anualmente con los gobiernos de las entidades federativas, quienes designan instancias ejecutoras para el programa, las cuales generalmente son las comisiones estatales de agua, salud o medio ambiente. Bajo dicho marco, se llevan a cabo actividades como la apertura y fortalecimiento de Espacios de Cultura del Agua; la realización de eventos de difusión educativos, académicos y culturales; el diseño o adaptación y distribución de material lúdico, didáctico o informativo y talleres o cursos para la construcción o fortalecimiento de capacidades en materia de cultura del agua.

Actualmente se trabaja en la integración y depuración de un Registro Nacional de Espacios de Cultura del Agua, de manera que la sociedad pueda identificar claramente y solicitar el apoyo de los promotores de cultura del agua que los operan.

Los convenios de los estados que han participado en el programa de 2007 a la fecha, se pueden consultar en la sección “Acuerdos y convenios de coordinación” en el menú “Programas” de la página principal de CONAGUA.

## **7.7. Necesidades de investigación científica y desarrollo tecnológico**

Dado que el conocimiento de la sequía es aún un tanto incipiente, se impone el hecho de que para atender hay que primero entender. Esto significa que durante el desarrollo de los PMPMS es muy

probable que surjan aspectos que no se conozcan lo suficiente y que sean necesarios para garantizar el éxito del Programa; ello entonces impondrá la necesidad y conveniencia de plantear requerimientos de investigación científica y tecnológica, que a futuro satisfagan esas necesidades.

En estos casos, habrá que proponer esos temas pendientes, así como dimensionar el tiempo que debe dedicárseles, quién debe hacerlo y qué costo tendrán, así como sus beneficios.

A continuación se proponen algunas líneas de investigación científica y desarrollo tecnológico:

1. Mejoramiento de redes de medición, diseño de desarrollo de implementación de sistemas de adquisición automática de datos (monitoreo).
2. Desarrollo e implementación de sistemas de monitoreo de la sequía en tiempo real (seguimiento).
3. Desarrollo de nuevos índices o indicadores de sequía.
4. Estudios para el desarrollo de modelos de asignación del agua en condiciones de escases que faciliten la toma de decisiones para la gestión del agua en condiciones de escases.

## 8. Implementación y monitoreo

Este paso es formalmente el PMPMS, pues integra todos los pasos descritos en un documento coherente, consistente y factible de aplicarse realmente en las condiciones específicas de cada Consejo de Cuenca; debe integrarse y estructurarse de tal forma que presente los indicadores y resultados obtenidos en los pasos previos.

Desde luego, no se trata de una simple secuencia de ejecución, ya que es un programa que puede ser aplicado en cualquier momento y en cualquier estado o nivel de la sequía. Es un documento que debe estar listo, y llevar su aplicación de manera continua, para que en un momento dado, si es el caso, sea aplicado para enfrentar una situación preventiva (mitigación de sequía prevista) o de sequía real o actuante; es decir, que se sepa qué hacer.

### 8.1. Plan de acción para la mitigación

La mitigación suele trabajarse antes de una sequía. Como mínimo, los programas de mitigación deben incluir las acciones generales necesarias para implementar cada una de las acciones de mitigación seleccionadas en el paso 5 y complementar con los detalles de un calendario de hitos realista para quien abastece el agua; la división de funciones y el personal responsable de la administración del proyecto y el esquema financiero adecuado.

Los requerimientos anuales de inversión para los próximos veinte años se estiman del orden de 440.28 millones de pesos, por lo que la participación de actores tales como los gobiernos estatales y municipales, organismos operadores de sistemas de agua y saneamiento, usuarios de riego, e iniciativa privada es de suma importancia en el diseño e instrumentación de programas de financiamiento para lograr los objetivos planteados, así como para realizar el fortalecimiento institucional del sector a través de las acciones de gobierno del agua, incluyendo los referentes a la capacidad técnica, administrativa y de utilización de tecnología.

Es conveniente resaltar que el éxito de las estrategias dependerá de la disponibilidad de recursos financieros para la ejecución de los distintos programas, proyectos y acciones que concreten los objetivos establecidos.

También se requerirá la participación decidida y coordinada de la sociedad y de diversas dependencias del Ejecutivo Federal, además de la CONAGUA, como son SEMARNAT, SAGARPA, SS, SHCP, SEDESOL, SE, SRA, SEP, SFP, CONAFOR, PROFEPA, INEGI, IMTA, INIFAP, CONABIO y CONACYT, entre otras, así como del Congreso de la Unión, los congresos locales, los gobiernos estatales y los ayuntamientos.

La planeación de mediano y largo plazo, es un ejercicio dinámico, que deberá actualizarse periódicamente, con el fin de incorporar todos aquellos proyectos que contribuyan al cumplimiento de las estrategias establecidas. Cabe mencionar que para la realización de todos estos proyectos, se deberá contar con las evaluaciones correspondientes en materia de factibilidad técnica, económica y ambiental y, en su caso, cumplir con la normatividad presupuestaria aplicable.

Célula	Sector	Estrategia de mitigación	Proyecto	Impacto por sexenio (hm <sup>3</sup> )				Inversión total (millones de pesos)			
				2012	2018	2024	2030	2012	2018	2024	2030
Costa de Jalisco Colima	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa complementario para el ahorro de agua con la utilización de técnicas de Labranza óptima en unidades de pequeña irrigación	0.01	0.02	0.03	0.05	0.04	0.16	0.27	0.45
Costa de Jalisco Colima	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación de unidades de pequeña irrigación con la utilización de la técnica de Calendarización de riego (riego a tiempo real)	0.16	0.62	1.07	1.74	0.28	1.06	1.83	2.97
Costa de Jalisco Colima	Industrial	Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial	Programa de uso de empaste de desechos en la industria minera dirigido a los municipios de	0.18	0.70	1.21	1.96	1.54	5.88	10.11	16.45

			Coquimatlán y Cuauhtémoc								
Costa de Jalisco Colima	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reducción de presión del agua en plantas industriales dirigido a los municipios de Armería, Colima, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Tecomán, Villa de Álvarez	0.01	0.02	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Costa de Jalisco Colima	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reparación de fugas en plantas industriales dirigido a los municipios de Armería, Colima, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Tecomán, Villa de Álvarez	0.02	0.07	0.12	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
Costa de Jalisco Colima	Industrial	Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial	Programa de utilización del enfriamiento en seco en termoeléctricas e hidroeléctricas dirigido al municipio	0.16	0.62	1.06	1.72	3.44	13.15	22.61	36.79

			de Manzanillo								
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Mejora de eficiencia en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en redes de distribución municipal dirigido a comunidades urbanas de los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.04	0.15	0.26	0.42	0.84	3.22	5.53	9.00
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de regaderas de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.01	0.02	0.04	0.06	0.04	0.16	0.28	0.45
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Reúso de agua a nivel municipal	Programa para el uso de agua tratada en parques públicos dirigido a los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.01	0.03	0.06	0.09	0.06	0.24	0.42	0.68
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevos edificios públicos o	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	0.09	0.15

			comerciales dirigido a los municipios de Manzanillo y Minatitlán								
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de llaves de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.00	0.01	0.01	0.01	0.04	0.14	0.25	0.40
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de inodoros convencionales por ahorradores en edificios públicos o comerciales dirigido a los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.00	0.02	0.03	0.05	0.13	0.50	0.86	1.39
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de regaderas ahorradoras en viviendas dirigido a comunidades urbanas de los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.02	0.08	0.14	0.24	0.91	3.48	5.98	9.73

Costa de Jalisco Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevos edificios públicos o comerciales dirigido a los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.01	0.02	0.04	0.07	0.30	1.15	1.98	3.22
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de mingitorios sin agua en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.02	0.06	0.11	0.18	1.02	3.90	6.71	10.92
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Mejora de eficiencia en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los municipios de Manzanillo y Minatitlán	0.01	0.02	0.04	0.07	0.66	2.50	4.31	7.00

Costa de Jalisco Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa complementario para el ahorro de agua con la utilización de técnicas de Labranza óptima en unidades de pequeña irrigación y áreas de gran irrigación del DR053 y DR093. La meta de aplicación de las técnicas se distribuye en un 38% para áreas de gran irrigación y el resto para pequeño riego	1.10	4.18	7.20	11.71	16.36	62.45	107.39	174.69
Costa de Jalisco Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR053 y el DR093 con la utilización de la técnica de Calendarización de riego (riego a tiempo real)	2.01	7.67	13.19	21.45	3.40	12.99	22.34	36.35
Costa de Jalisco Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR053 y DR093 con la utilización de técnicas de Riego por aspersión	1.48	5.64	9.70	15.79	3.69	14.07	24.20	39.37

Costa de Jalisco Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR053 y DR093 con la utilización de técnicas de Riego de alta precisión/ localizado	1.60	6.12	10.53	17.13	15.89	60.67	104.33	169.72
Costa de Jalisco Jalisco	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reducción de presión del agua en plantas industriales dirigido a los municipios de Ameca, Casimiro Castillo, Cocula, Cuautitlán de García Barragán, Puerto Vallarta, Tala y Tomatlán	0.00	0.02	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Costa de Jalisco Jalisco	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reparación de fugas en plantas industriales dirigido a los municipios de Ameca, Casimiro Castillo, Cocula, Cuautitlán de García Barragán, Puerto Vallarta, Tala y Tomatlán	0.03	0.11	0.19	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00

Costa de Jalisco Jalisco	Industrial	Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial	Programa para el uso de agua activada para la limpieza de botellas de la industria de bebidas y alimentos dirigido a los municipios de Ameca y Cuautitlán de García Barragán	0.01	0.02	0.04	0.06	0.03	0.10	0.17	0.28
Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Mejora de eficiencia en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en redes de distribución municipal dirigido a comunidades urbanas de los 25 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Puerto Vallarta, Tala y Ameca	0.27	1.04	1.78	2.90	3.52	13.46	23.14	37.65
Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de regaderas de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los 25 municipios de la célula	0.01	0.05	0.09	0.15	0.10	0.38	0.66	1.07
Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Reúso de agua a nivel municipal	Programa para el uso de agua tratada en parques públicos dirigido a los 25 municipios de la célula	0.11	0.42	0.72	1.17	0.82	3.12	5.37	8.73

Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevos edificios públicos o comerciales	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.13	0.22	0.37
Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de llaves de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los 25 municipios de la célula	0.00	0.01	0.02	0.03	0.09	0.34	0.58	0.95
Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de inodoros convencionales por ahorradores en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 25 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Puerto Vallarta, Tala y Ameca	0.02	0.08	0.13	0.22	0.61	2.31	3.97	6.47

Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de regaderas ahorradoras en viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 25 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Puerto Vallarta, Tala y Ameca	0.10	0.39	0.67	1.09	4.23	16.16	27.78	45.20
Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevos edificios públicos o comerciales dirigido a los 25 municipios de la célula	0.01	0.06	0.10	0.16	0.72	2.74	4.71	7.66
Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de mingitorios sin agua en edificios públicos o comerciales dirigido a los 25 municipios de la célula	0.07	0.26	0.45	0.74	4.26	16.26	27.96	45.48

Costa de Jalisco Nayarit	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa complementario para el ahorro de agua con la utilización de técnicas de Labranza óptima en unidades de pequeña irrigación y áreas de gran irrigación del DR043. La meta de aplicación de las técnicas se distribuye en un 41% para áreas de gran irrigación y el resto para pequeño riego	1.29	4.93	8.48	13.80	13.86	52.92	91.01	148.04
Costa de Jalisco Nayarit	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR043 con la utilización de la técnica de Calendarización de riego (riego a tiempo real)	1.40	5.35	9.20	14.97	3.34	12.74	21.91	35.65
Costa de Jalisco Nayarit	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR043 con la utilización de técnicas de Riego por aspersión	0.44	1.68	2.89	4.70	3.71	14.17	24.37	39.65

Costa de Jalisco Nayarit	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR043 con la utilización de técnicas de Riego de alta precisión/localizado	0.36	1.36	2.34	3.81	9.00	34.38	59.11	96.16
Costa de Jalisco Nayarit	Agropecuario	Rehabilitar y modernizar las obras de cabeza	Programa de mejora de eficiencia primaria con la rehabilitación y modernización de canales principales en el DR043	0.67	2.56	4.41	7.17	12.24	46.73	80.35	130.71
Costa de Jalisco Nayarit	Agropecuario	Rehabilitar y modernizar las obras de cabeza	Programa de mejora de eficiencia secundaria con la rehabilitación y modernización de canales laterales en el DR043	1.16	4.43	7.61	12.38	27.70	105.78	181.89	295.89
Costa de Jalisco Nayarit	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reducción de presión del agua en plantas industriales dirigido a los municipios de Bahía de Banderas, Compostela, Ixtlán del Río y Xalisco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Costa de Jalisco Nayarit	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reparación de fugas en plantas industriales dirigido a los municipios de Bahía de Banderas, Compostela, Ixtlán del Río y Xalisco	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Costa de Jalisco Nayarit	Industrial	Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial	Programa para el uso de agua activada para la limpieza de botellas de la industria de bebidas y alimentos dirigido a los municipios de Bahía de Banderas y Xalisco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Mejora de eficiencia en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en redes de distribución municipal dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Bahía de Banderas y Compostela	0.14	0.53	0.92	1.49	1.34	5.11	8.78	14.28

Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de regaderas de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los 8 municipios de la célula	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.09
Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Reúso de agua a nivel municipal	Programa para el uso de agua tratada en parques públicos dirigido a los 8 municipios de la célula	0.03	0.11	0.19	0.31	0.22	0.83	1.44	2.34
Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevos edificios públicos o comerciales dirigido a los 8 municipios de la célula	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03
Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de llaves de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los 8 municipios de la célula	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.08

Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de inodoros convencionales por ahorradores en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Bahía de Banderas y Compostela	0.01	0.03	0.06	0.09	0.26	0.98	1.69	2.75
Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de regaderas ahorradoras en viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Bahía de Banderas y Compostela	0.04	0.17	0.29	0.47	1.80	6.87	11.82	19.22
Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevos edificios públicos o comerciales dirigido a los 8 municipios de la célula	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.22	0.38	0.61

Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de mingitorios sin agua en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Bahía de Banderas y Compostela	0.03	0.10	0.17	0.28	1.63	6.23	10.72	17.44
Costa de Jalisco Nayarit	Oferta	Mejorar el aprovechamiento de las fuentes de agua nacionales y promover el uso de fuentes alternas	Proyecto de construcción de nuevos pozos profundos en acuíferos con disponibilidad como: Valle de Compostela, Zacualpan-Las Varas, Punta de Mita, Valle Ixtlán-Ahuacatlán, Valle Amatlán de Cañas y Valle de Banderas	3.78	14.44	24.84	40.40	17.40	66.42	114.22	185.80
Costa de Michoacán Colima	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa complementario para el ahorro de agua con la utilización de técnicas de Labranza óptima en unidades de pequeña irrigación y	2.02	7.70	13.23	21.53	17.13	65.41	112.48	182.97

			áreas de gran irrigación del DR053. La meta de aplicación de las técnicas se distribuye en un 35% para áreas de gran irrigación y el resto para pequeño riego									
Costa de Michoacán Colima	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR053 con la utilización de la técnica de Calendarización de riego (riego a tiempo real)	4.32	16.50	28.38	46.16	4.63	17.68	30.41	49.46	
Costa de Michoacán Colima	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR053 con la utilización de técnicas de Riego por aspersión	1.80	6.86	11.79	19.18	4.69	17.92	30.82	50.13	
Costa de Michoacán Colima	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR053 con la utilización de técnicas de Riego de alta precisión/localizado	4.19	16.01	27.54	44.80	26.90	102.69	176.59	287.26	

Costa de Michoacán Colima	Industrial	Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial	Programa de uso de empaste de desechos en la industria minera dirigido a los municipios de Coquimatlán y Cuauhtémoc	0.11	0.44	0.75	1.23	0.96	3.68	6.33	10.30
Costa de Michoacán Colima	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reducción de presión del agua en plantas industriales dirigido a los municipios de Armería, Colima, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Tecomán y Villa de Álvarez	0.01	0.04	0.07	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Costa de Michoacán Colima	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reparación de fugas en plantas industriales dirigido a los municipios de Armería, Colima, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Tecomán y Villa de Álvarez	0.05	0.21	0.36	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00

Costa de Michoacán Colima	Industrial	Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial	Programa para el uso de agua activada para la limpieza de botellas de la industria de bebidas y alimentos dirigido a los municipios de Tecomán, Colima, Villa de Álvarez	0.04	0.15	0.26	0.43	0.20	0.75	1.28	2.09
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Mejora de eficiencia en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en redes de distribución municipal dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Colima, Villa de Álvarez y Tecomán	0.09	0.33	0.56	0.92	2.35	8.97	15.42	25.09
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de regaderas de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los 8 municipios de la célula	0.02	0.07	0.11	0.18	0.13	0.49	0.85	1.38
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Reúso de agua a nivel municipal	Programa para el uso de agua tratada en parques públicos dirigido a los 8 municipios de la célula	0.02	0.07	0.12	0.19	0.14	0.54	0.92	1.50

Costa de Michoacán Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevos edificios públicos o comerciales dirigido a los 8 municipios de la célula	0.00	0.01	0.02	0.04	0.04	0.17	0.29	0.47
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de llaves de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los 8 municipios de la célula	0.00	0.02	0.03	0.04	0.11	0.44	0.75	1.22
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de inodoros convencionales por ahorradores en edificios públicos o comerciales	0.01	0.05	0.08	0.13	0.40	1.52	2.62	4.26
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de regaderas ahorradoras en viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Colima, Villa de Álvarez y Tecomán	0.06	0.24	0.42	0.68	2.79	10.65	18.31	29.78

Costa de Michoacán Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevas viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Colima, Villa de Álvarez y Tecomán	0.02	0.07	0.12	0.19	0.92	3.52	6.06	9.86
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de mingitorios sin agua en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Colima, Villa de Álvarez y Tecomán	0.05	0.18	0.32	0.51	3.13	11.95	20.55	33.43
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Mejora de eficiencia en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 8 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Colima, Villa de Álvarez y Tecomán	0.02	0.07	0.12	0.19	2.01	7.67	13.18	21.44

Costa de Michoacán Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa complementario para el ahorro de agua con la utilización de técnicas de Labranza óptima en unidades de pequeña irrigación y áreas de gran irrigación del DR094. La meta de aplicación de las técnicas se distribuye en un 35% para áreas de gran irrigación y el resto para pequeño riego	1.47	5.62	9.67	15.72	20.01	76.40	131.38	213.71
Costa de Michoacán Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR094 y unidades de pequeña irrigación con la utilización de la técnica de Calendarización de riego (riego a tiempo real). La meta de aplicación de la técnica se distribuye en un 35% para áreas de gran irrigación y el resto para pequeño riego	2.09	7.99	13.73	22.34	3.89	14.84	25.52	41.51

Costa de Michoacán Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR094 con la utilización de técnicas de Riego por aspersión	0.56	2.13	3.67	5.97	3.34	12.73	21.90	35.62
Costa de Michoacán Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR094 con la utilización de técnicas de Riego de alta precisión/localizado	4.60	17.58	30.22	49.17	35.98	137.37	236.21	384.25
Costa de Michoacán Jalisco	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación del DR094 cambiando técnicas de riego por aspersión con alta precisión	0.23	0.87	1.50	2.45	2.85	10.87	18.70	30.41
Costa de Michoacán Jalisco	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reducción de presión del agua en plantas industriales dirigido a los municipios de Atengo, Autlán de Navarro, Ayutla, El Grullo, Tamazula de Gordiano, Tecolotlán, Tonaya, Tuxpan y Zapotiltic.	0.01	0.06	0.10	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00

Costa de Michoacán Jalisco	Industrial	Mejora de eficiencia en el sector industrial	Programa de reparación de fugas en plantas industriales dirigido a los municipios de Atengo, Autlán de Navarro, Ayutla, El Grullo, Tamazula de Gordiano, Tecolotlán, Tonaya, Tuxpan y Zapotiltic	0.09	0.33	0.57	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00
Costa de Michoacán Jalisco	Industrial	Reúso de agua a nivel industrial	Programa para la reutilización de condensados de papel y celulosa en la industria dirigido al municipio de Tuxpan	0.12	0.47	0.81	1.32	4.50	17.20	29.57	48.11
Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Mejora de eficiencia en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en redes de distribución municipal dirigido a comunidades urbanas de los 26 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Autlán de Navarro, Tuxpan y Zapotiltic	0.12	0.44	0.76	1.23	1.91	7.28	12.53	20.38

Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de regaderas de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los 26 municipios de la célula	0.01	0.03	0.05	0.09	0.06	0.23	0.39	0.64
Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Reúso de agua a nivel municipal	Programa para el uso de agua tratada en parques públicos dirigido a los 26 municipios de la célula	0.06	0.23	0.39	0.64	0.47	1.81	3.11	5.06
Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevos edificios públicos o comerciales dirigido a los 26 municipios de la célula	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.08	0.13	0.22
Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de llaves de bajo flujo en nuevas viviendas dirigido a los 26 municipios de la célula	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.20	0.35	0.57

Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de inodoros convencionales por ahorradores en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 26 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Autlán de Navarro, Tuxpan y Zapotiltic	0.01	0.04	0.07	0.12	0.36	1.37	2.36	3.85
Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de regaderas ahorradoras en viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 26 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Autlán de Navarro, Tuxpan y Zapotiltic	0.06	0.22	0.38	0.62	2.52	9.61	16.53	26.89

Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de inodoros ahorradores en nuevas viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 26 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Autlán de Navarro, Tuxpan y Zapotiltic	0.01	0.03	0.05	0.09	0.43	1.63	2.80	4.56
Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de mingitorios sin agua en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 26 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Autlán de Navarro, Tuxpan y Zapotiltic	0.04	0.15	0.26	0.42	2.53	9.67	16.63	27.05
Costa de Michoacán Jalisco	Oferta	Mejorar el aprovechamiento de las fuentes de agua nacionales y promover el uso de fuentes alternas	Proyecto de construcción de nuevos pozos profundos en acuíferos con disponibilidad	6.11	23.32	40.09	65.22	28.08	107.23	184.39	299.95

Costa de Michoacán Michoacán	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa complementario para el ahorro de agua con la utilización de técnicas de Labranza óptima en unidades de pequeña irrigación	0.13	0.50	0.86	1.39	1.27	4.83	8.31	13.51
Costa de Michoacán Michoacán	Agropecuario	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Programa de tecnificación de unidades de pequeña irrigación con la utilización de la técnica de Calendarización de riego (riego a tiempo real)	0.48	1.85	3.18	5.17	1.32	5.04	8.66	14.09
Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Mejora de eficiencia en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en redes de distribución municipal dirigido a comunidades urbanas de los 6 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Coalcomán de Vázquez Pallares, Aguililla y Coahuayana	0.02	0.09	0.15	0.24	0.38	1.44	2.48	4.03

Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Reúso de agua a nivel municipal	Programa para el uso de agua tratada en parques públicos dirigido a los 6 municipios de la célula	0.05	0.18	0.30	0.49	0.36	1.38	2.37	3.86
Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de inodoros convencionales por ahorradores en edificios públicos o comerciales	0.00	0.01	0.02	0.03	0.09	0.35	0.61	0.98
Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de regaderas ahorradoras en viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 6 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Coacomán de Vázquez Pallares, Aguililla y Coahuayana	0.01	0.06	0.10	0.16	0.64	2.46	4.23	6.88

Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la colocación de mingitorios sin agua en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 6 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Coalcomán de Vázquez Pallares, Aguililla y Coahuayana	0.01	0.03	0.05	0.08	0.50	1.92	3.30	5.37
Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa para la sustitución de inodoros convencionales por ahorradores en viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 6 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Coalcomán de Vázquez Pallares, Aguililla y Coahuayana	0.02	0.06	0.10	0.16	1.93	7.38	12.69	20.64

Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Programa de reparación de fugas en edificios públicos o comerciales dirigido a comunidades urbanas de los 6 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Coalcomán de Vázquez Pallares, Aguililla y Coahuayana	0.00	0.01	0.02	0.03	0.46	1.77	3.04	4.95
Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de reparación de fugas en viviendas dirigido a comunidades urbanas de los 6 municipios de la célula, pero de manera prioritaria en Coalcomán de Vázquez Pallares, Aguililla y Coahuayana	0.02	0.06	0.11	0.17	2.80	10.69	18.39	29.91
Costa de Jalisco Colima	Municipal	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento municipal que incluye la construcción de nuevas plantas de tratamiento y la optimización de la infraestructura	0.45	1.36	2.09	1.55	0.41	1.22	1.88	1.39

			existente. El impacto e inversión están dirigido sólo al mejoramiento de la infraestructura existente en el municipio de Manzanillo								
Costa de Jalisco Colima	Industrial	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento industrial para la construcción de nuevas plantas de tratamiento dirigido a los municipios con actividad industrial en la célula como: Manzanillo y Minatitlán	0.22	0.66	1.02	0.75	5.52	16.57	25.43	18.78
Costa de Michoacán Colima	Municipal	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento municipal que incluye la construcción de nuevas plantas de tratamiento y la optimización de la infraestructura existente. El 68% del impacto e inversión son para nueva	1.62	4.86	7.46	5.51	15.15	45.44	69.76	51.52

			infraestructura y se plantea sea dirigido principalmente a los municipios de Cuauhtémoc, Tecomán y Villa de Álvarez. El mejoramiento de infraestructura existente se plantea principalmente en los municipios de Cómala y Villa de Álvarez								
Costa de Michoacán Colima	Industrial	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento industrial para la construcción de nuevas plantas de tratamiento dirigido a los municipios con actividad industrial en la célula como: Armería, Colima, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Tecomán y Villa de Álvarez	0.42	1.26	1.94	1.43	10.51	31.54	48.41	35.76

Costa de Jalisco Jalisco	Municipal	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento municipal que incluye la construcción de nuevas plantas de tratamiento y la optimización de la infraestructura existente. El 54% del impacto e inversión son para nueva infraestructura y se plantea sea dirigido principalmente a los municipios de Ahualulco de Mercado, Cocula y Tala	1.72	5.15	7.91	5.84	23.67	71.02	109.02	80.52
Costa de Jalisco Jalisco	Industrial	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento industrial para la construcción de nuevas plantas de tratamiento dirigido a los municipios con actividad industrial en la célula como: Ameca, Casimiro Castillo, Cocula, Cuautitlán de García Barragán, Puerto Vallarta, Tala y Tomatlán	0.20	0.60	0.92	0.68	4.99	14.96	22.96	16.96

Costa de Michoacán Jalisco	Municipal	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento municipal que incluye la construcción de nuevas plantas de tratamiento y la optimización de la infraestructura existente. El 69% del impacto e inversión son para nueva infraestructura y se plantea sea dirigido principalmente a los municipios de Tapalpa, Tecalitlán y Zapotiltic	0.75	2.25	3.46	2.55	25.03	75.08	115.25	85.12
Costa de Michoacán Jalisco	Industrial	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento industrial para la construcción de nuevas plantas de tratamiento dirigido a los municipios con actividad industrial en la célula como: Atengo, Autlán de Navarro, Ayutla, El Grullo, Tamazula de Gordiano, Tecolotlán, Tonaya, Tuxpan y Zapotiltic	0.47	1.41	2.16	1.60	11.74	35.23	54.08	39.94

Costa de Michoacán Michoacán	Municipal	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento municipal que incluye la construcción de nuevas plantas de tratamiento y la optimización de la infraestructura existente. El 95% del impacto e inversión son para nueva infraestructura y se plantea sea dirigido principalmente a los municipios de Aguililla, Aquila y Coalcomán de Vázquez Pallares	0.21	0.63	0.96	0.71	9.00	27.00	41.44	30.61
Costa de Michoacán Michoacán	Industrial	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento industrial para la construcción de nuevas plantas de tratamiento dirigido a los municipios con actividad industrial en la célula	0.01	0.02	0.02	0.02	0.13	0.39	0.60	0.44

Costa de Jalisco Nayarit	Municipal	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento municipal que incluye la construcción de nuevas plantas de tratamiento y la optimización de la infraestructura existente. El 8% del impacto e inversión son para nueva infraestructura y se plantea sea dirigido principalmente al municipio de Xalisco. El mejoramiento de infraestructura existente se plantea principalmente en los municipios de Compostela, Ixtlán del Río, San Blas, Xalisco	1.03	3.08	4.73	3.49	4.21	12.64	19.41	14.33
Costa de Jalisco Nayarit	Industrial	Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Programa de saneamiento industrial para la construcción de nuevas plantas de tratamiento dirigido a los municipios con	0.01	0.02	0.03	0.03	0.19	0.56	0.86	0.64

			actividad industrial en la célula como: Bahía de Banderas, Compostela, Ixtlán del Río y Xalisco									
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## **8.2. Indicadores y monitoreo del fenómeno**

La Comisión Nacional del Agua estará encargada de llevar a cabo el monitoreo y la declaración de la sequía de acuerdo con los lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía, publicados en el DOF el 22 de noviembre de 2012.

Los indicadores empleados para el monitoreo del fenómeno serán los índices denominados "Streamflow Drought Index" (SDI) y/o "Standardized Precipitation Index" (SPI). Sin embargo, a futuro la CONAGUA podrá utilizar otros métodos o índices con reconocimiento nacional e internacional, mismos que estén vigentes y sean viables de aplicar. Cuando esto ocurra, la CONAGUA reemplazará los anteriores y los dará a conocer conforme a la normatividad vigente.

## **8.3. Declaración de estado de emergencia por sequía**

La declaración del estado de sequía es un proceso formal ante las autoridades federales, tal que permita gestionar el apoyo a los afectados, con los diversos recursos que el Estado (Gobierno) destina para ello; aunque la hace una autoridad civil (usualmente el gobernador estatal), debe estar basado en evidencias, análisis y elementos irrefutables de que, efectivamente, el déficit temporal de agua es tal que puede tener impactos negativos en la actividad económica y en la estabilidad social de la población local.

Para que la CONAGUA determine la existencia de una emergencia por sequía, llevará a cabo los análisis y un dictamen de sus registros climatológicos e hidrométricos utilizando los índices denominados "Streamflow Drought Index" (SDI) y/o "Standardized Precipitation Index" (SPI). Sin embargo, a futuro la CONAGUA podrá utilizar otros métodos o índices con reconocimiento nacional e internacional, mismos que estén vigentes y sean viables de aplicar. Cuando esto ocurra, la CONAGUA reemplazará los anteriores y los dará a conocer conforme a la normatividad vigente.

El criterio para considerar la existencia de una emergencia por sequía será cuando en el SDI o SPI se determine una clasificación de sequía severa. Para otros índices de análisis la CONAGUA se reserva el derecho de determinar un nivel de sequía equivalente al anterior para emitir el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía"; así mismo, se reserva el derecho de evaluar la sequía basándose en la información meteorológica, climatológica e hidrológica histórica y en curso obtenida de la red nacional que se encuentra bajo su administración.

La Dirección Local o el Organismo de Cuenca de la CONAGUA son las entidades que deben plantear, juntamente con los gobiernos municipales, las líneas de acción, medidas y estrategias en que se emplearán los recursos que el Gobierno aporte para paliar las condiciones de falta de agua. Desde luego, en este sentido las políticas públicas que se generen deben enfocarse con carácter social fundamentalmente, es decir, en proporcionar a la población más vulnerable, medios económicos con los cuales pueda subsistir durante la etapa de crisis; no se debe tratar de un regalo, sino de un soporte para que esa población desempeñe labores de carácter social y beneficio comunal; constituye, en cierta forma, una socialización del problema.

## **8.4. Implementación del programa de respuesta por fase de la sequía**

La puesta en práctica del programa de sequía y de las estrategias, medidas y acciones a las diferentes etapas de la misma, puede requerir una gran coordinación entre los diferentes departamentos y personal de una misma institución y entre instituciones, entidades de coordinación y grupos de usuarios.

Debe identificarse claramente al personal responsable de la administración y aplicación de las estrategias, medidas y acciones y en general del programa de respuesta ante la sequía. De ser necesario, deberá contratarse el personal adicional necesario para su implementación.

Estos programas deben considerar también el seguimiento del cumplimiento del Programa de Respuesta por etapas de la Sequía. Las estrategias de aplicación obligatoria, tales como el racionamiento de agua, a menudo requieren un medio de aplicación más allá de medidas de educación y comunicación públicas. No obstante deben expresarse en lenguaje sencillo para que los usuarios respondan en forma adecuada. Un proceso de apelación para los usuarios acusados de violaciones también es recomendable, desarrollando un proceso de apelación y posibles excepciones a los procedimientos de ejecución bajo ciertas circunstancias, además de quien será responsable de emitirlas.

El siguiente cuadro muestra la implementación del programa de respuesta por fase de sequía, tomando en cuenta el Capítulo 5 y 7.

<b>Fase de sequía</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Enfocado a Oferta/ Demanda</b>	<b>Sector</b>
	1.1.- Mejorar el aprovechamiento de las fuentes de agua nacionales y promover el uso de fuentes alternas	Captación y recolección de agua de lluvia en los tejados de las viviendas rurales sin acceso actual a la red de agua potable (cosecha de lluvia)	Oferta	Oferta
		Extracción de agua subterránea en acuíferos con disponibilidad (potencial subterráneo)	Oferta	Oferta
	1.2.- Rehabilitar y ampliar la infraestructura de almacenamiento	Estudiar la posibilidad de planear la construcción de bordos de almacenamiento y eficiencia en la infraestructura	Oferta	Oferta
	1.5.- Reusar las aguas en todos los usos	Reúso de agua tratada para zonas de riego	Demanda	Agropecuario
		Reúso de agua a nivel municipal	Demanda	Municipal
		Reúso a nivel industrial	Demanda	Industrial
	1.7 Reducir pérdidas en los sistemas hidráulicos de todos los usos	Mejora de eficiencia en el sector agropecuario	Demanda	Agropecuario
		Mejora de eficiencia en el sector municipal	Demanda	Municipal
		Mejora de eficiencia en el sector industrial	Demanda	Industrial

2.5 Ampliar y mejorar los canales de comercialización para los productos agropecuarios	Garantizar el tratamiento eficiente de las aguas residuales en las plantas existentes, cubriendo sus costos de operación	Demanda	Municipal
	Conectar a redes de alcantarillado la infraestructura de tratamiento sin operar, cubriendo sus costos de operación	Demanda	Municipal
	Adaptar la infraestructura de tratamiento existente para lograr el nivel de calidad requerido por los cuerpos receptores	Demanda	Municipal
	Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y expandir la red de colectores	Demanda	Municipal
3.1 Sanear todas las aguas residuales (municipales e industriales)	Optimizar el funcionamiento de la infraestructura de tratamiento existente	Oferta	Municipal
	Construir nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y red de alcantarillado y colectores	Oferta	Municipal
3.2 Reducir la descarga de contaminantes	Se proponen prácticas agrícolas amigables con el ambiente para ser consistente no sólo con la protección del agua, sino también con la conservación del suelo como recurso indispensable para esta actividad productiva	Demanda	Agropecuario
	En el sector pecuario, se deberá promover la integración de un censo de las granjas porcícolas, piscícolas y ranchos ganaderos para identificar los sitios de descargas del agua utilizada dentro de las cuencas de la Región	Demanda	Agropecuario

		Se deberá apoyar el manejo integral de residuos peligrosos y/o altamente contaminantes, a través de las acciones que apuntan a un correcto manejo de los residuos que son considerados peligrosos o altamente contaminantes	Demanda	Industrial
		Se deberá planear la construcción de rastros regionales por subcuencas de Tipo Inspección Federal (TIF), que cumplan con todas las normas de saneamiento y ambientales e incluyan sus propias plantas de tratamiento de las aguas residuales	Demanda	Municipal
	<b>3.3</b> Reducir la emisión y regular la disposición de residuos sólidos	Se promoverá el establecimiento de impuestos por contaminación para coadyuvar en el control de productos y servicios contaminantes	Demanda	Industrial
		Establecer por ley los incentivos para el tratamiento y aprovechamiento sustentable de residuos sólidos	Demanda	Industrial
		Establecer esquemas de coordinación entre la federación y estados y municipios para la disposición de residuos sólidos	Demanda	Industrial
		Delimitar las áreas para la disposición de residuos sólidos	Demanda	Industrial
		Integrar planes de gestión para reducir, reusar y reciclar la basura municipal	Demanda	Municipal
		<b>3.4</b> Rehabilitar la calidad del recurso en los cuerpos de agua	Extender las declaratorias de clasificación de cuerpos de agua nacionales	Demanda
	Establecer las condiciones particulares de descarga en relación con las declaratorias de clasificación		Demanda	Municipal
	Desarrollar modelos de calidad del agua superficial		Demanda	Municipal
	Desarrollar modelos de calidad del agua subterránea		Demanda	Municipal
		Adecuación de la legislación aplicable a nivel cuenca	Demanda	Municipal

<b>3.5</b> Actualizar y aplicar el ordenamiento ecológico y territorial	Revisión y ajuste de la normativa estatal	Demanda	Municipal
	Elaborar convenios de coordinación interinstitucional, interestatales e intermunicipales	Demanda	Municipal
	Elaborar y revisar los planes de manejo de áreas naturales protegidas	Demanda	Municipal
	Elaborar declaratorias de zona federales, de áreas naturales protegidas, de zonas de protección y amortiguamiento	Demanda	Municipal
	Declarar e instrumentar planes de manejo en sitios Ramsar	Demanda	Municipal
	Elaborar en todos los estados leyes de gestión de cuenca	Demanda	Municipal
	Regular el cambio del uso del suelo en condiciones sustentables	Demanda	Municipal
	Promover e incentivar el desarrollo de infraestructura urbana sustentable	Demanda	Municipal
	Monitoreo continuo de capacidad de almacenamiento, escurrimiento, precipitación, todas las variables que puedan ser sujetas de un impacto del fenómeno	Oferta	Oferta
	Localizar las estaciones que requieran mantenimiento y que puedan seguir dando registro y prever lo futuro	Oferta	Oferta
	Publicación de información sin que se escondan registros. Generando matrices de información que se puedan cruzar	Oferta	Oferta
	Estudios de mejora conocimiento de masas de agua subterráneas y acuíferos	Demanda	Municipal
	Tener una declaratoria por municipio de los estados de sequía	Demanda	Municipal

<b>DO</b>	A. Previsión A1. Análisis de los recursos	Estudios de mejora del conocimiento del comportamiento hidrogeológico de zonas húmedas	Oferta	Oferta
		Estudios sobre el hábitat óptimo y en situación de sequía de diferentes especies fluviales	Oferta	Oferta
		Estudios en EDAR (Estaciones depuradoras de aguas residuales) con problemas de alta conductividad	Oferta	Oferta
		Control de los usos del agua.	Oferta	Oferta
		Control de los pozos de sequía	Oferta	Oferta
		Estudios sobre el impacto del cambio climático	Oferta	Oferta
		Estudios del impacto de la modernización del regadío	Oferta	Oferta
		Estudio de los efectos socioeconómicos de las reducciones de caudales de los diferentes usos.	Oferta	Oferta
		Estudio de los recursos disponibles	Oferta	Oferta
		Estudio e inventario de captaciones y de posibilidades de rehabilitación de captaciones fuera de uso	Oferta	Oferta
		Seguimiento de los datos recogidos en las estaciones de aforo y niveles de los embalses	Oferta	Oferta
		Inventario de las infraestructuras	Oferta	Oferta
		Estudio de posibilidades de reutilización de aguas residuales	Oferta	Oferta
		Revisión de los programas de desembalses para uso hidroeléctrico	Oferta	Oferta
		Se realizarán estudios con modelos proyectivos que contemplen la incidencia del Cambio Climático, tal como establece el artículo 11.3 del Reglamento de Planificación Hidrológica	Oferta	Oferta
		Control y vigilancia de la calidad de las aguas	Oferta	Oferta
Promover el cambio de fuentes de extracción de agua por usos	Oferta	Oferta		

		Estudiar las aguas superficiales mediante modelos hidrológicos agregados, modelos hidrológicos distribuidos, modelos de generación de escenarios hidrológicos, estudios de caudales restituidos, estudios de caudales ecológicos, síntesis hidrológica, estudios de embalses potenciales	Oferta	Oferta
		Estudiar las aguas subterráneas mediante la caracterización de acuíferos, modelación de acuíferos, planes de manejo de acuíferos, planes de manejo integrado de aguas superficiales y subterráneas	Oferta	Oferta
		Realizar modelos de prospectiva de demanda por usos, modelos de sistemas hidráulicos complejos, modelos de balance hídrico subterráneo, modelos de balance hídrico integrado y modelos de asignación óptima del agua	Demanda	Municipal
		Estudiar y evaluar el nivel de eficiencia de la capacidad actual de infraestructura de almacenamiento en la Región con el fin de dirigir programas de rehabilitación y ampliación, principalmente en zonas con restricciones	Oferta	Oferta
		Aplicar la ley federal de contribución de mejoras	Demanda	Municipal
		Realizar los estudios a través de modelos digitales de elevación de alta resolución para la caracterización fisiográfica, caracterización de cuencas, codificación hidrográfica, caracterización y modelo en tres dimensiones de corrientes perennes e intermitentes, caracterización de cuerpos de agua, y caracterización de humedales	Demanda	Municipal

	A. Previsión A2. Establecimiento de reservas estratégicas	Establecimiento de reservas estratégicas en embalses	Oferta	Oferta
		Establecimiento de reservas estratégicas en acuíferos	Oferta	Oferta
		Establecimiento de reservas estratégicas en recursos no convencionales	Oferta	Oferta
		Reducir la evaporación en embalses	Oferta	Oferta
		Establecer mecanismos legales que fomenten la captación y aprovechamiento de agua pluvial	Oferta	Oferta
		Considerar estas labores por ley como asunto de seguridad estatal para que se consideren mayores apoyos estatales y municipales	Oferta	Oferta
	B. Operativas B1. Enfocado a la atenuación de la demanda	Atenuación voluntaria mediante campañas de información y sensibilización social	Demanda	Municipal
		Abrir el programa de convenio de distribuciones a los diferentes sectores y a las diferentes aguas tanto superficiales como subterráneas, en base a la oferta de agua que se tenga	Demanda	Municipal
		Orientación de la campaña de riegos (tipos de cultivo y método de riego)	Demanda	Municipal
		Actualización y mantenimiento de las infraestructuras disponibles (reducción de pérdidas)	Demanda	Municipal
		Estudio de incentivos por consumos responsables	Demanda	Municipal
		Diseñar y aplicar leyes de contribuciones de mejoras estatales para recuperación de inversiones, cuyos ingresos se dediquen a la rehabilitación y ampliación de la infraestructura de almacenamiento	Oferta	Oferta
		Control y vigilancia de caudales ambientales	Oferta	Oferta

		Se pondrán los medios necesarios, humanos, técnicos y económicos, para luchar contra los regadíos ilegales	Oferta	Oferta
		Evitar el aprovechamiento directo del agua de zonas protegidas/sensibles	Oferta	Oferta
		Evitar el aprovechamiento de volúmenes mínimos en embalses eutrofizados o en riesgo	Oferta	Oferta
		Vigilancia del control de vertidos del funcionamiento de depuradoras de aguas residuales, de las prácticas agrícolas y de la calidad de las aguas. La Comisión Permanente de la sequía tendrá en consideración la facultad que el artículo 104.2 del TRLA otorga al Organismo de cuenca para modificar las condiciones de vertido en situaciones de sequía con el fin de velar por los objetivos de calidad de las masas de agua de la cuenca	Oferta	Oferta
		Reforzar el Programa Nacional de Auditoría Ambiental de la PROFEPA, de manera particular los programas de Municipio Limpio, Cuenca Limpia e Industria Limpia	Demanda	Municipal
		Reforzar los mecanismos de cumplimiento de la regulación sobre descargas industriales a cuerpos receptores de propiedad nacional	Demanda	Industrial
		Incentivar el establecimiento de acciones de tratamiento mediante la acreditación de pago de impuestos federales y locales	Demanda	Municipal
		Extender el cobro por las descargas de aguas residuales al alcantarillado en función de la calidad	Demanda	Municipal
		Realizar los estudios y modelos de sistemas de saneamiento que permitan identificar los sistemas de tratamiento óptimos	Demanda	Municipal

B2. Enfocado a gestión combinada de disponibilidad, necesidades de agua y de protección ambiental	Diseñar e implementar un sistema integral de indicadores para el monitoreo de la calidad ambiental	Demanda	Municipal
	Establecer incentivos para reúso del agua	Oferta	Oferta
	Adecuar las normas de calidad del agua	Demanda	Municipal
	Fortalecer la vigilancia y sanción de la contaminación	Demanda	Municipal
	Adecuar las tarifas de agua por primer uso a costos reales	Demanda	Municipal
	Promover el establecimiento de impuestos locales por contaminación de aire, agua y suelo	Demanda	Municipal
	Establecer impuestos a productos riesgosos que puedan contaminar el suelo o subsuelo	Demanda	Industrial
	Controlar el mercado de productos contaminantes	Demanda	Industrial
	Caracterizar las aguas residuales industriales	Demanda	Industrial
	Realizar modelos de contaminación difusa	Demanda	Industrial
	Promover la incorporación de dinámicas de reutilización o reciclaje de los residuos sólidos, ya que puede representar en muchos casos disminución o recuperación de costos para muchas empresas, a la vez que disminuye la contaminación ambiental	Demanda	Industrial
	Se deberá apoyar el manejo integral de residuos peligrosos y/o altamente contaminantes, a través de las acciones que apuntan a un correcto manejo de los residuos que son considerados peligrosos o altamente contaminantes	Demanda	Industrial
	C. Organizativas y de gestión del PMPMS C1. Relativas a la coordinación y	Educación y cultura del agua en todos los diferentes sectores	Demanda

	participación	Nombramiento de responsables, asignación de medidas y puesta en marcha de la organización	Demanda	Municipal
		Elaboración de reglamento y protocolos de funcionamiento de la organización	Demanda	Municipal
		Fortalecer los mecanismos de inspección y vigilancia de las descargas de cuerpos receptores nacionales, con convenios de coordinación con estados y municipios	Demanda	Municipal
		Fortalecer las actividades de inspección y vigilancia para controlar la contaminación con apoyo de los municipios	Demanda	Municipal
	<b>1.8</b> Ajustar dinámicamente las concesiones y asignaciones de agua a la oferta real y a prioridades	Revisar las concesiones y asignaciones otorgadas en función de los estudios actualizados de disponibilidad del agua	Demanda	Municipal
	<b>1.9</b> Optimizar las políticas de operación de embalses	Promover el trabajo coordinado con entidades académicas para estudiar, mediante modelos de operación óptima de embalses, las mejores políticas a aplicar que garanticen la suficiencia del recurso en el corto, mediano y largo plazos	Oferta	Oferta
	<b>1.10</b> Incentivar la reubicación de actividades económicas acordes a la disponibilidad del Agua	Establecer estímulos estatales para la reubicación de industrias consumidoras y manejar las zonas de disponibilidad de los derechos por cuenca o acuífero	Oferta	Oferta
	<b>1.11</b> Mejorar la medición del suministro y el consumo del agua	Actualizar los padrones de usuarios agrícolas y mejoramiento de consumo y medición del suministro de agua para uso agrícola, público urbano e industrial	Demanda	Agropecuario

	<b>2.1</b> Promover el intercambio de agua de primer uso a actividades económicas más rentables o prioritarias	Aprovechar el recurso hídrico disponible de las cuencas dentro de los límites de cada célula y promover que el único intercambio de agua válido es del sector agrícola a los sectores público urbano o industria	Demanda	Agropecuario
	<b>2.2</b> Aprovechar el potencial agropecuario, acuícola y pesquero	Se deberán fortalecer, o en su defecto diseñar, los instrumentos de gestión, tales como el Programa de Adecuación de Derechos de Uso del Agua (PADUA) y el Permiso Único de Siembra (PUS), implementados para abatir los problemas de sobreexplotación de las aguas subterráneas	Demanda	Municipal
	<b>2.3</b> Aprovechar el potencial hidroeléctrico de corrientes naturales y artificiales	Incentivar el desarrollo de actividades de autogeneración en corrientes naturales y artificiales	Demanda	Municipal
		Promover esquemas de apoyo a la microgeneración	Demanda	Municipal
		Realizar los estudios de potencial hidroeléctrico	Demanda	Municipal
		Construir centrales hidroeléctricas Construir modelos de sistemas hidroeléctricos	Demanda Demanda	Municipal Municipal
		Realizar las acciones necesarias para la repotenciación de centrales hidroeléctricas	Demanda	Municipal
	<b>2.4</b> Aplicar medidas que aumenten la producción y reduzcan las pérdidas de productos Agrícolas	Utilizar semillas mejoradas	Demanda	Agropecuario
		Apoyar la ingeniería de semillas	Demanda	Agropecuario
		Utilizar plaguicidas de manera vigilada	Demanda	Agropecuario
		Realizar un uso balanceado de fertilizantes	Demanda	Agropecuario
		Implementar la transportación refrigerada de cosecha	Demanda	Agropecuario
		Transparentar los subsidios por energía eléctrica por bombeo y por otros insumos	Demanda	Municipal

		Incentivar la construcción de infraestructura de almacenamiento, refrigeración y canales de comercialización de los productos agrícolas en coordinación con autoridades competentes	Demanda	Agropecuario
		Hacer un uso eficiente de energía en riego	Demanda	Agropecuario
	<b>1.4.-</b> Recargar artificialmente los acuíferos en condiciones sustentables	Establecer normas estrictas para la recarga y vigilar y proteger las zonas de recarga.	Oferta	Municipal
	A. Previsión	Promover campañas de ahorro voluntarias de agua en el abastecimiento	Demanda	Municipal
		Promover campañas de ahorro voluntarias de agua entre los regantes.	Demanda	Agropecuario
		Agilizar el desarrollo de nuevas infraestructuras de sequía ya planificadas	Oferta	Oferta
		Intensificar el control de los usos del agua	Oferta	Oferta
		En la agricultura tener registro de la extracción del agua para los cultivos, tener en cuenta si viene de agua superficial o subterránea	Oferta	Oferta
		Dar importancia y generar estadísticas conforme a incendios forestales	Oferta	Oferta
		Aprobación de tarifas estacionales en caso de sequía	Demanda	Municipal
			Activación de campañas de ahorro	Demanda
		Registro de volúmenes diarios para cada municipio y tener registro para no bajar del promedio	Demanda	Municipal
		Fomentar el desarrollo de sistemas ahorradores de agua en la producción de bienes y servicios	Demanda	Municipal

<b>D1</b>	B. Operativas B1. Enfocada a la atenuación de la demanda	Promover y apoyar la utilización e introducción de técnicas para riego, en función del nivel de especialización y conocimiento por parte de los agricultores y productores en las zonas agrícolas. Para ello, se sugiere: primero, programas de capacitación y cultura (con asesores técnicos en riego y parcelas demostrativas); luego, operación de multicompuertas (programas de volúmenes por cada surco) y reducción de volúmenes consumidos; después, riego por aspersión y, por último, riego puntual; después pensar en invernaderos	Demanda	Agropecuario
		Fomentar la supervisión de las obras de infraestructura en los distritos y unidades de riego	Demanda	Agropecuario
		Penalización de consumos excesivos	Demanda	Municipal
		Vigilar y proteger las zonas de recarga	Oferta	Oferta
		Establecer mecanismos para acreditar contra el pago de impuestos y derechos las recargas por particulares	Demanda	Municipal
		Generalizar la compra de derechos para recuperación ambiental de las cuencas	Demanda	Municipal
		Utilizar mecanismos de mercado regulado hacia la reasignación hacia las mejores condiciones económicas, sociales y ambientales (bancos del agua)	Demanda	Municipal
		Establecer un sobre precio por extracción de agua de acuíferos sobreexplotados con problemas de degradación y agotamiento	Demanda	Municipal
		Instrumentar la cuota de garantía para ajustar los volúmenes utilizados a los volúmenes concesionados o asignados	Demanda	Municipal
		Establecer e instrumentar programas federalizados de inspección y vigilancia	Demanda	Municipal

		Castigar la subdeclaración de consumos y la sobreconcesión	Demanda	Municipal
		Mejorar el diseño y la verificación del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA)	Demanda	Municipal
		Cancelar concesiones por irregularidad	Demanda	Municipal
		Controlar las extracciones subterráneas y superficiales	Oferta	Oferta
		Revisar las concesiones para verificar la expiración, el rescate y la reasignación de concesiones	Demanda	Municipal
		Regular el mercado del agua	Demanda	Municipal
		Delimitar las zonas de veda de extracción superficial	Oferta	Oferta
		Adecuación de vedas de aguas subterráneas y de aguas superficiales	Oferta	Oferta
		Mejorar la medición de los consumos de agua para uso agrícola, público urbano e industrial	Demanda	Agropecuario
		Establecer cuotas deliberadamente altas a consumos no medidos, especialmente en actividades de cierto poder económico	Demanda	Municipal
		Considerar siempre en los esquemas contables volúmenes de consumos, exista o no medición directa	Demanda	Municipal
	B2. Enfocada a la disponibilidad de agua	Pruebas de funcionamiento de infraestructuras de movilización de reservas estratégicas	Oferta	Oferta
		Reciclaje de agua tratada en petroquímicas	Demanda	Industrial
		Reutilización de condensadores de papel y celulosa	Demanda	Industrial
		Construcción de plantas para la remoción de hierro y manganeso	Demanda	Industrial
		Conservación y mantenimiento de las plantas especialmente la plantas de remoción de hierro y manganeso	Demanda	Industrial

	B3. Relativas a gestión combinada de disponibilidad, necesidades de agua y de protección ambiental	Intensificación del control de los regadíos ilegales	Demanda	Agropecuario
		Generar un mercado secundario de uso de agua tratada	Demanda	Municipal
		Estimular la descarga cero en empresas	Demanda	Industrial
		Realizar los estudios necesarios para identificar las zonas potenciales para el reúso del agua en la Región	Demanda	Municipal
		Promover el reúso de agua mediante campañas dirigidas a los sectores productivos y sociedad	Demanda	Municipal
		Negociar con los diferentes usuarios el uso de agua tratada en sus actividades	Demanda	Municipal
		Se comunicará a CFE, en su calidad de operador del sistema eléctrico, de las medidas que se vayan a ir adoptando en las sucesivas fases de sequía a fin de que pueda tomar las medidas oportunas	Demanda	Municipal
		Manejar las zonas de disponibilidad de los derechos por cuenca o acuífero	Demanda	Municipal
		Establecer mecanismos de transversalidad con instancias encargadas de los desarrollos urbanos, económicos y ecológicos para unificar criterios de reubicación	Demanda	Municipal
	C1. Organizativas y de gestión del PMPMS	Constitución de la Oficina Técnica de la Sequía	Oferta	Oferta
		Generar un mercado secundario de uso de agua tratada	Oferta	Oferta
		Realizar los estudios necesarios para identificar las zonas potenciales para el reúso del agua en la Región	Demanda	Municipal
		Promover el reúso de agua mediante campañas dirigidas a los sectores productivos y sociedad	Demanda	Municipal
		Negociar con los diferentes usuarios el uso de agua tratada en sus actividades	Demanda	Municipal

	<b>1.3.-</b> Transferir agua entre cuencas en condiciones sustentables	Generar una fuerte labor para que las decisiones sobre transferencias se consensen con los afectados y la población en general, evitando en lo posible conflictos sociales	Oferta	Oferta
	<b>1.6</b> Promover y aplicar tecnologías de bajo consumo en todos los usos	Tecnologías de bajo consumo en el sector agropecuario	Demanda	Agropecuario
		Tecnologías de bajo consumo en el sector municipal	Demanda	Municipal
		Tecnologías de bajo consumo en el sector industrial	Demanda	Industrial
	<b>1.12</b> Incentivar patrones de cultivo de menor consumo	Definir cultivos específicos en función de la disponibilidad de agua, la vocación del suelo y las oportunidades de mercado	Demanda	Agropecuario
	B. Operativas B1. Enfocada a la atenuación de la demanda	Atenuación forzada mediante restricción o prohibición de usos y destinos (riego jardines, piscinas, baldeo calles, cultivos de alta dotación, etc.)	Demanda	Municipal
		Reducción de la presión nocturna en redes urbanas	Demanda	Municipal
		Reducción del volumen de agua superficial suministrada para el regadío	Demanda	Agropecuario
		Reducción del volumen de agua superficial suministrada para el abastecimiento	Demanda	Municipal
		Recursos no convencionales: Reutilización potencial sostenible	Demanda	Municipal
		Calendarización de riego	Demanda	Agropecuario
		Sustitución de sistemas de riego por aspersión por sistemas de riego de alta precisión	Demanda	Agropecuario
		Riego de alta precisión o puntual	Demanda	Agropecuario
		Riego por aspersión	Demanda	Agropecuario
		Hacer uso de medidas ahorradoras de agua, como los riegos nocturnos	Demanda	Agropecuario
		Rehabilitar y modernizar las obras de cabeza	Demanda	Agropecuario
		Construir, adquirir e instalar equipo de medición y control del agua	Demanda	Municipal

		Realizar los estudios y proyectos ejecutivos de las obras correspondientes	Demanda	Municipal
		Promover la nivelación de tierras y el drenaje parcelario	Demanda	Agropecuario
		Rehabilitar y mantener drenes, caminos de operación, estructuras de operación, conservación y control en los distritos y unidades de riego	Demanda	Agropecuario
		Controlar malezas acuáticas	Demanda	Municipal
		Promover la reconversión productiva de la agricultura de riego	Demanda	Agropecuario
		Integrar un catastro técnico de infraestructura de riego y drenaje	Demanda	Agropecuario
		Apoyar la adquisición de nueva maquinaria y equipo de conservación	Demanda	Municipal
		Apoyar la rehabilitación integral de maquinaria y equipo de conservación concesionados	Demanda	Municipal
		Equipar talleres para servicio y mantenimiento de maquinaria y equipo de conservación	Demanda	Municipal
		Control y supervisión de canaleros	Demanda	Agropecuario
		Fomentar el desarrollo de sistemas ahorradores de agua en la producción de bienes y servicios	Demanda	Municipal
		Desarrollar nuevos sistemas ahorradores de agua	Demanda	Municipal
		Diseñar los incentivos económicos para apoyar la sustitución e instalación de dispositivos ahorradores de agua en viviendas	Demanda	Municipal
		Promover la participación de usuarios en el financiamiento en la adquisición de la tecnología	Demanda	Municipal
		Fortalecer la coordinación interinstitucional para la aplicación de las tecnologías ahorradoras de agua	Demanda	Municipal
		Crear conciencia en la sociedad sobre el uso responsable del agua	Demanda	Municipal

<b>D2</b>		Realizar campañas para la instalación de dispositivos ahorradores de agua	Demanda	Municipal
		Fortalecer la medición del agua en el sector municipal	Demanda	Municipal
		Realizar campañas de difusión para la implementación de tecnologías de bajo consumo de agua en el sector industrial	Demanda	Industrial
		Crear los instrumentos económicos y financieros para la implementación de estas medidas	Demanda	Municipal
		Negociar con el sector industrial programas que apoyen el ahorro de agua	Demanda	Industrial
		Realizar los estudios para determinar la tecnología adecuada por tipo de industria	Demanda	Industrial
	B2. Enfocada a la disponibilidad de agua	Movilización de reservas estratégicas superficiales, subterráneas y no convencionales	Demanda	Municipal
		Activación de interconexiones de sistemas	Demanda	Municipal
		Activación de otras fuentes de obtención del recurso, tales como infraestructuras normalmente en desuso	Demanda	Municipal
		Modificación de las reglas de explotación de embalse	Demanda	Municipal
		Incremento de las extracciones de aguas subterráneas	Demanda	Municipal
		Recursos no convencionales: Máxima desalación estival	Demanda	Municipal
		Establecer mecanismos justos y equitativos de compensación por transferencia, al transferir agua entre cuencas en condiciones sustentables	Demanda	Municipal
		Recursos no convencionales: Máxima desalación estival	Demanda	Municipal

	B3. Enfocada a la gestión combinada de disponibilidad y necesidades de agua y de protección ambiental	Limitaciones de consumo, como pueden ser los cortes temporales durante el período nocturno para impedir pérdidas por fugas	Demanda	Municipal
		Activación del Centro de Intercambio de derechos para asegurar el abastecimiento urbano, evitar el deterioro irreversible de las masas de agua y atender cultivos leñosos	Demanda	Municipal
		Mantenimiento, como criterio general, de los requerimientos hídricos mínimos por motivos ambientales fijados en el Plan Hidrológico, salvando el suministro de agua a la población	Demanda	Municipal
		Restricciones en los requerimientos hídricos mínimos ambientales, fijados en el PHC, cuando sean imprescindibles para asegurar el abastecimiento urbano y cultivos leñosos, siempre que la restricción no suponga afección a ecosistemas, hábitat y especies consideradas muy vulnerables frente a situaciones de sequía	Demanda	Agropecuario
		Activación de planes de emergencia de abastecimiento	Demanda	Municipal
	C1. Organizativas y de gestión del PMPMS	Preparación y aprobación de decretos y resoluciones administrativas	Demanda	Municipal
	<b>3.6</b> Generalizar el pago por servicios ambientales	Es necesario incentivar la actividad y temporalidad del pago de servicios ambientales con una política de mediano y largo plazos a nivel municipal, estatal y de gobierno federal, por lo que se hace conveniente trabajar coordinadamente con la CONAFOR y los gobiernos municipales y estatales	Oferta	Oferta

<b>D3 Y D4</b>		Otra tarea a emprender es revisar el marco jurídico y desarrollar mecanismos estatales de apoyo para el pago de servicios ambientales	Oferta	Oferta
		Se hace necesario el establecimiento de normas que incentiven u obliguen al pago, por lo que se deberá promover la incorporación en la legislación estatal el pago por servicios ambientales, como un porcentaje del pago de tarifas de agua, definiendo el fin específico en que se aplicará la recaudación correspondiente	Oferta	Oferta
	<b>3.7</b> Establecer y aplicar el caudal ambiental	Definir y aplicar en la práctica la reserva del caudal mínimo necesario para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema, y extraer sólo los excedentes para ser distribuidos en los diferentes usos	Demanda	Municipal
		Elaborar estudios de caudal ambiental para establecer una norma adecuada en la Región, que coadyuve en la mejor medición y conservación de cuencas hidrológicas	Demanda	Municipal
	<b>3.8</b> Controlar la erosión de los suelos	Diseñar programas de capacitación y apoyo a productores en las zonas sujetas a degradación de suelos y bosques que propicie la introducción de prácticas sustentables	Demanda	Agropecuario
		Restablecer la cubierta vegetal con especies adaptadas a las condiciones del suelo	Demanda	Agropecuario
		Promover la conservación de cuencas y control de la erosión de suelos, con programas de reforestación derivados de estudios de modelación dinámica de erosión y sedimentación	Demanda	Municipal

		Mantener la vegetación natural y la fauna silvestre creando zonas de amortiguamiento al exterior de los remanentes de los ecosistemas primarios para mejorar sus condiciones microclimáticas y mejorar la calidad del ecosistema en su conjunto	Demanda	Agropecuario
		Frenar el avance de las actividades de la agricultura de temporal en zonas de laderas de colinas y piedemontes, ubicadas en zonas de cabecera de las cuencas	Demanda	Agropecuario
	<b>3.9</b> Conservar y rehabilitar los sistemas ribereños	Fortalecer los sistemas de inspección, vigilancia y sanción de zonas federales	Oferta	Oferta
		Celebrar convenios de colaboración administrativa y fiscal entre la federación con estados y municipios, para el cobro de derechos por uso o aprovechamiento de zonas federales en los cauces de las corrientes o vasos de depósitos de propiedad nacional	Oferta	Oferta
		Desincorporar zonas federales en el perímetro de las poblaciones, previos estudios técnicos	Oferta	Oferta
		Establecer normas para sancionar a servidores públicos que autoricen establecimiento de asentamientos en zonas federales o de riesgo contra inundaciones	Oferta	Oferta
	B. Operativas. B.1. Relativas a la atenuación de la demanda	Modificación temporal de tarifas	Demanda	Municipal
		Suministros alternativos en abastecimiento	Demanda	Municipal
		Restricción del volumen de agua superficial suministrada para el regadío	Demanda	Agropecuario
		Restricción del volumen de agua superficial suministrada para el abastecimiento	Demanda	Municipal
	B.2. Relativas a la disponibilidad de agua	Utilización de medios excepcionales (cisternas)	Oferta	Oferta

		Reducción de los caudales ambientales tratando de proteger aquellos ecosistemas más frágiles o de mayor valor	Demanda	Municipal
		Introducción de mejoras en las técnicas agrícolas, así como prácticas sustentables para el manejo de suelos	Demanda	Agropecuario
		Cercos vivos	Demanda	Agropecuario
		Recursos no convencionales: Máxima desalación potencial	Oferta	Oferta
		Conservación de cuencas	Demanda	Municipal
		Establecer incentivos para la reforestación	Demanda	Agropecuario
		Reforestación	Demanda	Agropecuario
		Manejo de rotación de potreros	Demanda	Agropecuario
		Fomento de ganado controlado	Demanda	Agropecuario
		Siembra de alta densidad	Demanda	Agropecuario
		Surcado al contorno	Demanda	Agropecuario
		Tinajas ciegas	Demanda	Agropecuario
		Construcción de terrazas	Oferta	Agropecuario
		Muros de gaviones contra erosión	Oferta	Agropecuario
	B.3. Relativas a gestión combinada de disponibilidad y necesidades de agua y de protección ambiental	Reasignación de recursos	Demanda	Municipal
		Restricciones de suministro en usos y destinos no prioritarios, manteniendo dotaciones mínimas para la salud y la vida de la población y volúmenes mínimos para atender cultivos leñosos	Demanda	Agropecuario
		Consideraciones en el uso hidroeléctrico	Demanda	Municipal
	C. Organizativas y de gestión del PMPMS C.2. Relativas a la coordinación y participación.	Información semanal del estado de la sequía	Demanda	Municipal
		Activación del Centro de Intercambio de derechos para asegurar el abastecimiento	Demanda	Municipal
		Medidas de carácter ambiental: Plan de policía y control del dominio público hidráulico	Demanda	Municipal

### 8.5. Reforzamiento del programa de respuesta

Hasta ahora se ha hecho énfasis y se ha enfocado esta guía a la implementación de medidas y estrategias de prevención contra la sequía, pero igualmente es necesario el continuo seguimiento de dichas medidas para ver el efecto que están provocando y si es beneficioso y no está causando ningún impacto, para de esta manera contar con un registro de su impacto para generar nuevas estrategias o en su defecto aplicarlas en alguna otra etapa de la sequía. Por lo tanto no sólo se evaluara para ver si dio resultado sino que se pretende una retroalimentación en el programa.

La idea principal entonces es la actualización del programa mediante la observación y el empirismo que se valla generando a través de los años para una mejor planificación del recurso, y una prevención una vez que se presentase la sequía, para esto es conveniente analizar los siguientes puntos para beneficio del reforzamiento del programa.

- Registros de la situación actual de cómo ha impactado la sequía a través de los años.
- Medidas que se han implementado para mitigar la crisis en los años anteriores.
- Recopilación y análisis de las condiciones de las medidas establecidas y aplicadas.
- Fijar objetivos que se pretendan alcanzar dentro de la temporada de sequía para cada zona delimitada donde haya impactado la sequía.
- Promover nuevas ideas y estrategias que beneficien en gran manera a las zonas afectadas en relación con las estrategias ya propuestas y aplicadas.
- Actualización del programa.

### 8.6. Alteraciones económicas, plan de financiamiento y presupuesto

En este punto se aborda el tema que involucra a los programas gubernamentales que apoyan a mitigar la sequía (apoyos económicos).

#### 8.6.1. Programas gubernamentales en apoyo a mitigar la sequía

Se realizó una investigación y un análisis de aquellos programas o dependencias que proporcionan apoyos destinados al combate a los fenómenos o desastres naturales que se presentan, así como también a aquellos que apoyan para la realización de proyectos para el sector de la agricultura y la ganadería primordialmente, teniendo como resultado a dos principales dependencias federales como lo son; la **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)** y la **Secretaría de Gobernación (SEGOB)**, en cada una de esta se manejan distintos programas de apoyo que a continuación se mencionan y se da una breve reseña de cada uno de ellos:

#### SAGARPA

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, es una Dependencia del Poder Ejecutivo Federal, que tiene entre sus objetivos propiciar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar mejor las ventajas comparativas de nuestro sector agropecuario, integrar las actividades del medio rural a las cadenas productivas del resto de la economía, y estimular la colaboración de las organizaciones de productores con programas y proyectos propios, así como con las metas y objetivos propuestos, para el sector agropecuario, en el Plan Nacional de Desarrollo.

#### Objetivos

Elevar el nivel de desarrollo humano y patrimonial de los mexicanos que viven en las zonas rurales y costera.

Abastecer el mercado interno con alimentos de calidad, sanos y accesibles provenientes de nuestros campos y mares.

Mejorar los ingresos de los productores incrementando nuestra presencia en los mercados globales, promoviendo los procesos de agregación de valor y la producción de energéticos.

Revertir el deterioro de los ecosistemas, a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad.

Conducir el desarrollo armónico del medio rural mediante acciones concertadas, tomando acuerdos con todos los actores de la sociedad rural. Además de promover acciones que propicien la certidumbre legal en el medio rural.

Que para el logro de estos objetivos planteados, se ha realizado un esfuerzo de reordenamiento de los Subsidios que administra a través de la redefinición y simplificación de sus programas, procurando la especialización de los mismos al considerar componentes únicos e irrepetibles en cada uno de ellos. Esta nueva estructura programática se compone de ocho programas que se describen de forma detallada en el contenido de las presentes Reglas de operación, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:

Programas y componentes que la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación tiene a su cargo y dirección:

#### **1.- Programa para la Adquisición de Activos Productivos**

Componentes: Agrícola, Ganadero, Desarrollo Rural, Acuicultura y Pesca.

#### **2.- Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO)**

#### **3.- Programa de Inducción y Desarrollo del Financiamiento al Medio Rural (PIDEFIMER)**

Componentes: Apoyo a Intermediarios financieros, apoyos a Instrumentos de Inducción y desarrollo del financiamiento.

#### **4.- Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria**

Componentes: conservación y uso sustentable de suelo y agua; recursos biogenéticos y biodiversidad; reconversión productiva; acuicultura y pesca; programa ganadero (PROGAN).

#### **5.- Programa de Atención a Problemas Estructurales (Apoyos Compensatorios)**

Componentes: diésel agropecuario, marino y gasolina ribereña; apoyo al ingreso objetivo al ordenamiento del mercado y para adquisición de coberturas.

#### **6.- Programa de Soporte**

Componentes: sanidades e inocuidad; sistema nacional de información para el desarrollo rural sustentable (SNIDRUS); asistencia técnica y capacitación; innovación y transferencia de tecnología; planeación y prospectiva; desarrollo de mercados

#### **7.- Programa de Atención a Contingencias Climatológica (PACC)**

#### **8.- Programa de Fortalecimiento a la Organización Rural (Organízate)**

Componentes: apoyo a organizaciones sociales, sistemas producto.

Por otro lado, se mencionan los programas que son dependientes de la **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)**:

### **1.- Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente (PIASRE)**

Este programa tiene como principal objetivo fomentar con un carácter preventivo el desarrollo sustentable en regiones y zonas frecuentemente afectadas por fenómenos climatológicos, principalmente la **Sequía Recurrente**, que inciden en una disminución de la productividad de la agricultura y ganadería.

Esto mediante la construcción y realización de obras encaminadas al mejoramiento territorial y conservación del suelo y del agua.

Este programa es derivado de la **CONAZA**; antes de que existiera el PIASRE se incrementaba la demanda de recursos fiscales sin que se atendiese el fondo del problema, a partir del año 2000, que fue el año de su creación, dicha demanda disminuyó notablemente.

A través de la reconversión productiva hacia sistemas de producción sostenible se busca acercar a los productores al aprovechamiento eficiente de los recursos naturales locales, para enfrentar la sequía con obras como ollas de agua, bordos, jagüeyes, entre otros.

Este programa surgió principalmente para implementar acciones de carácter emergente orientadas a mitigar los daños ocasionados en sus actividades productivas, principalmente las del área pecuaria; también estas inversiones se destinaron a atender en su mayor parte las necesidades de suplementación alimenticia y suministro de agua para el ganado durante la época de estiaje.

Las inversiones se convirtieron en un gasto repetible cada año, ya que la escasez de agua en varias regiones del país se convirtió en una condición normal y por tanto se espera que se presente año con año; esto produjo que este programa este presente cada año.

El gobierno federal determina continuar la atención de las afectaciones asociadas a la sequía recurrente, por ejemplo, que los recursos presupuestarios sean con un enfoque preventivo, para de esa manera ir reduciendo la inversión en la atención emergente y avanzar en la inversión de obras y prácticas que permitieran aprovechar el agua de lluvia.

Es importante señalar que los comités pro-proyectos en los cuales los productores determinan las obras y/o prácticas que se consideren de mayor necesidad para la prevención de las afectaciones a sus actividades productivas.

Cabe señalar que de la inversión total requerida para la construcción de obras el 90% de este, es aportación del gobierno federal, y el 10% restante, es aportado por el gobierno del estado en conjunto con la mano de obra de los productores beneficiados.

### **2.- Fondo para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRACC)**

Fue creada por la administración federal 2006 - 2012, la cual atenderá a productores de bajos recursos y que realicen preponderadamente actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas y pesqueras, afectados por contingencias climatológicas impredecibles y no recurrentes, a fin de reincorporarlos a la actividad productiva, mediante la compensación parcial o total de la pérdida. La FAPRACC está bajo la coordinación de la Subsecretaría de Desarrollo Rural de la SAGARPA. Ya que anteriormente estos tipos de contingencias eran atendidas por el Fondo Nacional de Desastres Naturales (FONDEN). Los montos de los apoyos tendrán una composición de aportación federal del 70% y corresponderá el 30% a los gobiernos estatales.

Debido a que la FAPRACC es un programa de muy reciente creación, se encuentran las siguientes características no benéficas para los productores: los gobiernos estatales no obtienen un conocimiento uniforme acerca de las posibilidades y procedimientos a seguir; además de que los gobiernos estatales no aportan los recursos correspondientes necesarios; también de que el monto de los apoyos por unidad afectada no son suficientes para la reactivación productiva, falta la difusión del FAPRACC a nivel municipios y productores, entre otras.

Las sequías y heladas afectan únicamente al sector agrícola y pecuario, por lo que la SAGARPA deberá ser la dependencia que emita la Declaratoria por Contingencia Climatológica ante la ocurrencia de alguna de estas dos contingencias.

Asimismo, se establece que aquellos municipios incluidos en el universo de atención del PIASRE, programa que impulsa medidas de carácter preventivo, en caso de que ocurra sequía quedan excluidos de los apoyos que otorgan este PROGRAMA y viceversa.

Durante el periodo 1995 a 2005 la sequía utilizó el 78.5 % del monto total que han aportado los dos programas, FONDEN y FAPRACC.

### **FONDO DE DESASTRES NATURALES (FONDEN)**

La Secretaría de Gobernación (SEGOB) es la encargada de tomar decisiones inmediatas ante fenómenos o situaciones que se presentan de manera inesperada de la cual se deriva el programa del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN).

El Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) es un instrumento financiero del Sistema Nacional de Protección Civil, que tiene como finalidad, bajo los principios de corresponsabilidad, complementariedad, oportunidad y transparencia, apoyar a las entidades federativas de la República Mexicana, así como a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en la atención y recuperación de los efectos que produzca un fenómeno natural, de conformidad con los parámetros y condiciones previstos en sus Reglas de Operación.

El FONDEN tiene como objetivo atender los efectos de desastres naturales imprevisibles, cuya magnitud supere la capacidad financiera de respuesta de las dependencias, así como de las entidades federativas; por lo tanto, es un complemento de las acciones que deben llevarse a cabo para la atención de desastres naturales.

### **El Fondo de Desastres Naturales está integrado por los siguientes instrumentos:**

El Fondo Revolvente a cargo de la Secretaría de Gobernación, el cual tiene por objeto proporcionar suministros de auxilio y asistencia ante situaciones de emergencia y de desastre, para responder de manera inmediata y oportuna a las necesidades urgentes para la protección de la vida y la salud de la población, generadas ante la inminencia o alta probabilidad de que ocurra un fenómeno natural perturbador. Este fondo incluye medicamentos e insumos empleados en salud pública para prevenir o controlar brotes de enfermedades asociadas a los desastres naturales.

El Programa Fondo de Desastres Naturales, tiene como objeto entre otras acciones la de apoyar la restitución parcial o total de los daños ocasionados por un fenómeno perturbador en la infraestructura federal, estatal y local, incluyendo a los bienes de dominio público de la Federación.

Para que el FONDEN tenga asistencia en este tipo de desastres debe considerar lo siguiente:

La **sequía** debe ser **atípica**. En este contexto atípico debe entenderse como estadísticamente poco frecuente.

1. Que al menos en el ciclo de lluvias previo, (correspondiente a los regímenes de lluvias de la regionalización establecida en este anexo) se haya presentado un déficit de lámina acumulada en superficie que tenga una probabilidad de ocurrencia igual o menor de 10%, es decir, que ocurra en sólo uno o menos de cada diez años, de acuerdo a los datos con los que cuenta la CONAGUA, para el o los municipios de que se traten.
2. Que además no se haya presentado esta situación en cinco o más de los últimos diez años.

La Secretaría de la Función Pública (SFP), directamente o a través de los Órganos Internos de Control (OIC) de las dependencias y entidades paraestatales, tienen facultades para realizar la inspección, fiscalización y vigilancia del FONDEN y del Fideicomiso FONDEN, incluyendo la revisión programática-presupuestal y la inspección física de las obras y acciones, así como atender quejas y denuncias.

Para las obras y acciones ejecutadas por las autoridades estatales y municipales, la SFP actúa en coordinación con los Órgano estatales de Control (OEC) de las entidades federativas.

EL FONDEN atiende a todas aquellas necesidades que se presentan mediante los efectos de la naturaleza como lo son: sismo, erupción volcánica, alud, maremoto, deslave, ciclón, depresión tropical, tormenta tropical, huracán, lluvias extremas, nevada, granizada atípica, inundación atípica, tornado y sequía atípica.

#### **8.6.2. Programas, acciones y proyectos**

Para poder llevar a cabo las estrategias de mitigación de la sequía, se necesita ejecutar una cantidad importante de acciones de todo tipo, de manera simultánea o secuencial, que involucran a todos los actores del sector, representantes del gobierno y de la sociedad, usuarios del recurso, organizaciones civiles interesadas en la sustentabilidad del mismo, entidades académicas, entidades financieras, etcétera.

Esto implica una gran coordinación, y una forma de lograrlo es definir programas que agrupen acciones, medidas, procesos o proyectos, así como a los responsables de su ejecución, de tal manera que contribuyan a la consumación de las estrategias. Para ello, se propone establecer programas con sus respectivas acciones, medidas o procesos que se integren dentro del marco institucional de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y de la Estructura Integral de la Clave Presupuestaria a emplear en los proyectos de Presupuestos de Egresos anuales.

Es conveniente indicar que algunos de ellos ya están vigentes y para otros habrá que impulsar su inclusión dentro de esta normatividad, o inducir que algunas de las medidas se incluyan como parte de los programas actuales.

Es conveniente resaltar que el éxito de las estrategias asociadas a la política hídrica dependerá de la disponibilidad de recursos financieros para la ejecución de los distintos programas, proyectos y acciones que concreten los objetivos establecidos. También se requerirá la participación decidida y coordinada de la sociedad y de diversas dependencias del Ejecutivo Federal, además de la CONAGUA, como son SEMARNAT, SAGARPA, SS, SHCP, SEDESOL, SE, SRA, SEP, SFP, CONAFOR, PROFEPA, INEGI, IMTA, INIFAP, CONABIO y CONACYT, entre otras, así como del Congreso de la Unión, los congresos locales, los gobiernos estatales y los ayuntamientos.

A continuación se muestran para cada estrategia los resultados asociados a los proyectos que se proponen, así como los indicados para ayudar a reducir la brecha entre la oferta sustentable y la demanda futura en términos del costo efectivo, y el tipo de medidas que será necesario implementar como acciones de gobierno o de la sociedad para concretar la estrategia.

### **8.7. Seguimiento y evaluación de la efectividad del plan**

Para el seguimiento de las medidas es necesario establecer alguna institución que administre y de seguimiento a los datos recabados que se enfoque en la implementación de los programas y a la cual se le pueda dar reporte de los datos que se vayan extrayendo conforme a las instituciones que estén ayudando a la recolección de datos, innovadores de proyectos y gestores del agua. Los siguientes puntos pueden dar la idea de las funciones y medidas en las que se puede enfocar dicho organismo.

Establecer las bases para el desarrollo de un sistema operativo de detección y alerta de la sequía para fines agrícola - ganaderos.

Desarrollar índices de sequías utilizando la combinación de información terrestre e imágenes satelitales.

Desarrollar un plan de acción a nivel nacional y regional para implementar estrategias de lucha contra la sequía.

Calibrar y utilizar índices mensuales de sequía.

Identificación de la sequía, evaluación de su intensidad y delimitación a escala regional de la extensión geográfica alcanzada.

Recomendar acciones viables y realizar investigaciones tendientes a disminuir el impacto de la adversidad climática.

La información generada será de utilidad tanto para los organismos operadores de cuenca como los organismos del gobierno que deseen conocer las áreas afectadas por las sequías para los fines de establecer tasas impositivas y planes de asistencia técnica y crediticia para los productores agrícolas afectados por la adversidad climática.

## 9. Plan de revisión y actualización

Este paso involucra el proceso formal para revisar, aprobar y actualizar el PMPMS. Esto implica un proceso de revisión pública que incluye la revisión y aprobación por el Consejo de Cuenca, la adopción de las políticas necesarias, y la planeación para una actualización futura.

### 9.1. Proceso público de revisión y actualización

Es importante realizar un proceso de revisión pública para el desarrollo de un Programa de prevención y mitigación de sequías eficaz. Este proceso puede reducir futuras objeciones y conflictos durante los períodos de sequía y ayuda también a asegurar que el programa refleje los valores generales de los usuarios del agua. Los responsables de proveer los servicios de agua deben seguir reglas apropiadas para que el Programa de prevención y mitigación de sequías esté disponible para revisión y comentarios públicos.

El público puede estar involucrado en una variedad de formas durante el desarrollo del Programa de prevención y mitigación de sequías. Se puede incluir a actores públicos clave en el Comité de sequía o bien un grupo de expertos independiente puede integrarse para discutir aspectos clave del programa durante su desarrollo. Antes de la aprobación definitiva del Programa de prevención y mitigación de sequías, el público debe tener la oportunidad de revisarlo y comentarlo. El Programa se puede presentar en un sitio web, por correo electrónico, y estar disponible en papel. También se pueden programar reuniones públicas para recibir retroinformación de los usuarios.

### 9.2. Adopción de acuerdos y ordenamientos oficiales

La implementación del PMPMS puede requerir el desarrollo o actualización de nuevas políticas. Por ejemplo, puede ser necesario establecer una política para que un funcionario específico se le autorice hacer una declaración de sequía. También se podrá requerir el reforzamiento de políticas para el caso de desperdicio de agua. A medida que el Programa de prevención y mitigación de sequías se desarrolla es importante identificar la política específica necesaria para su implementación, redacción de la política, y tener la política aprobada a través de los procesos oficiales. Esto asegura que el plan puede ser legalmente implementado en tiempos de sequía. El tener los acuerdos oficiales necesarios con las entidades involucradas durante una sequía puede ayudar los tiempos de respuesta a la sequía.

### 9.3. Aprobación del plan de gestión para la sequía

Los tomadores de decisiones deben tener la oportunidad de revisar el PMPMS y comentarlo antes de que el documento esté finalizado. Los Programas oficialmente aprobados tienen mayor credibilidad durante una sequía que aquellos que son aprobados o adoptados que aquellos que no han tenido la oportunidad de revisar y discutir. El Programa de prevención y mitigación de sequías debe documentar la aprobación o adopción formal del Programa.

### 9.4. Actualización y revisión periódica del plan

La planeación para prevenir y mitigar sequías es más eficaz cuando se ve como un proceso continuo en lugar de un proceso discreto que resulta en un documento que será archivado y sólo revisado al inicio de una sequía. Dicho esto, se recomienda que el Programa de prevención y mitigación de sequías sea actualizado, al menos, cada dos años. Se recomienda que lo siguiente sea incluido en el Programa de prevención y mitigación de sequías:

- La frecuencia de cuándo el Programa se debe actualizar.

- La fecha anticipada para la actualización del siguiente Programa.
- ¿Quién va a tomar la iniciativa en la actualización del Programa?

“En el Foro: Gestión del agua bajo condiciones de sequía celebrado en la ciudad de Zacatecas el 23 de agosto, se recomendó que el PMPMS fuera revisado y actualizado, al menos cada dos años.”

## Conclusiones

Tradicionalmente la sequía se considera un fenómeno natural frente al que solo queda reaccionar atendiendo sus efectos de manera reactiva, sin embargo en los últimos años, se ha venido desarrollando un enfoque que busca privilegiar la prevención, esto es manejar de riesgo de la sequía, y por consiguiente mitigar los efectos que de ella se deriven.

A pesar de que a través de toda la historia de la humanidad se han registrado sequías en todo el mundo, son muy pocos los países que han desarrollado políticas nacionales para atenderlas, y en algunos lugares, regiones, y comunidades, las políticas que se ha desarrollado tienen un carácter esencialmente reactivo, para mitigar los efectos de la sequía.

En México, a principios del año 2013, se ha propuesto por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), desarrollar el Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE), utilizando el nuevo enfoque preventivo. Como el desarrollo de esta nueva política nacional requiere todo un proceso de planeación técnica y concertación política, primero a nivel cuenca, y posteriormente a nivel de usuarios en cada una de las cuencas, al mismo tiempo que se desarrollan programas de gestión para los 26 Consejos de Cuenca en el país, se estarán atendiendo los efectos de la sequía en donde se presenten, utilizando una coordinación intergubernamental.

La elaboración de programas para prevenir la sequía por cuenca, constituyen un excelente ejemplo de cooperación en el sector, ya que se requiere coordinar esfuerzos de organismos operadores, o prestadores de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, con autoridades y usuarios de los distritos de riego, unidades de riego, y también con agricultores de temporal, pasando por las entidades responsables de monitorear la sequía, en el caso de México, esta responsabilidad recae en el Sistema Meteorológico Nacional (SMN).

Además es necesario coordinarse con entidades gubernamentales que apoyan la agricultura, e infraestructura agrícola y ganadera. Autoridades y empresas generadoras de energía hidroeléctrica, y empresas que son grandes consumidores de agua. Por supuesto las autoridades de protección civil y asistenciales también son parte de esta amplia coordinación, que insisto, rebasa al sector del agua.

Las medidas preventivas que cada uno de estos actores tiene que tomar, necesariamente están vinculadas a los demás actores en cada cuenca, por eso, la elaboración de los programas tiene este enfoque participativo y de coordinación explícita.

Otro actor que a veces pasa desapercibido dentro del sector, son las universidades y centros de investigación. Para la elaboración de los programas de sequía en los Consejos de Cuenca, la Conagua ha invitado a participar a varias Universidades que tienen experiencia en temas de investigación asociados a la sequía, su gestión, y las prácticas y tecnologías que pueden hacer más eficiente el uso de agua en diferentes sectores, esta vinculación y acompañamiento de investigadores, permite que constantemente se pueda estar mejorando la gestión, medición de vulnerabilidad, y herramientas de medición y alertamiento temprano para las sequías.

La segunda versión del Programa de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía de la Cuenca Costa – Pacífico - Centro es la conclusión de una serie de esfuerzos previos, en los que se destacan reuniones de trabajo con el grupo especializado en sequía del consejo de cuenca, donde hubo participantes de las principales instituciones gubernamentales de los tres niveles de gobierno, entre ellas CONAGUA, CONAFOR, SAGARPA, el organismo operador de agua potable del municipio y del estado, entre otros.

El PMPMS de la cuenca Costa - Pacífico - Centro fue un programa participativo que tomo en cuenta los comentarios y observaciones de los distintos sectores e instituciones gubernamentales, las cuales fueron incluidas en el presente documento, de manera que contempla la participación de los distintos usuarios del agua.

La sequía representa una oportunidad y al mismo tiempo una necesidad de cooperación entre los distintos sectores del agua de la cuenca Costa - Pacífico - Centro, rebasando incluso ese ámbito, e involucrando una coordinación con otros sectores que se ven impactados por la escasez del recurso hídrico.

La cooperación sectorial se puede y debe dar en los distintos ámbitos que componen el nuevo enfoque preventivo de atención a la sequía: 1) monitoreo y sistemas de alerta temprana para detonar medidas de prevención; 2) definir la vulnerabilidad de cada comunidad o sector para que sus medidas preventivas sean las correctas y; 3) tener planes de mitigación de los efectos de la sequía, ya que seguirá afectando y probablemente más severamente en algunos lugares por efecto del cambio climático.

Respecto a la evaluación de la vulnerabilidad en la cuenca Costa - Pacífico - Centro se actualizaron los resultados de los diferentes tipos de vulnerabilidad: ambiental, económica, social y global, empleando la metodología propuesta por el IMTA en 2014, la cual tomo en cuenta la metodología propuesta por el IPCC.

Por otro lado se hace indispensable incrementar el número de estaciones climatológicas para el cálculo del índice de precipitación estandarizado, esto nos conduciría a representar de una manera más real el comportamiento espacial del fenómeno de la sequía, y de esta forma contemplar regiones que posiblemente minimizan el impacto de la sequía o bien quedan fuera de las declaratoria de emergencia por la ocurrencia de sequía emitidas por la CONAGUA.

Para tener un conocimiento más preciso sobre la sequía y consolidar la planeación de estrategias de prevención y mitigación, se requiere fortalecer la infraestructura de monitoreo hidrometeorológico y piezométrico, incrementar la investigación científica y tecnológica sobre la sequía y los métodos para hacer un uso más eficiente del agua en todos los sectores, así como analizar las fuentes de agua alternativas, entre otras.

Asimismo, se debe de involucrar aún más a los usuarios, sociedad en general y los tres órdenes de Gobierno para que, en el ámbito de la corresponsabilidad, participen de manera activa en las acciones de prevención contra la sequía, fenómeno que se registra, en diferentes grados, en todo el país.

Por ultimo cabe mencionar que el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía para la cuenca Costa - Pacífico - Centro será actualizado cada 2 años.

## Siglas y acrónimos

CEA	Comisión Estatal del Agua
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CGSMN	Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONAZA	Comisión Nacional de las Zonas Áridas
COTAS	Comité Técnico de Aguas Subterráneas
DOF	Diario Oficial de la Federación
DR	Distrito de Riego
FAPRACC	Fondo para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas
FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
GTD	Grupo Técnico Directivo
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
LAN	Ley de Aguas Nacionales
NADM	Monitor de Sequía de América del Norte

NAMO	Nivel de Aguas Máximas Ordinarias
OCLSP	Organismo de Cuenca Lerma - Santiago – Pacífico
OIC	Órganos Internos de Control
OOAPAS	Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
PACC	Programa de Atención a Contingencias Climatológica
PHR	Programa Hídrico Regional
PIASRE	Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente
PIB	Producto Interno Bruto
PIDEFIMER	Programa de Inducción y Desarrollo del Financiamiento al Medio Rural
PMPMS	Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía
PROCAMPO	Programa de Apoyos Directos al Campo
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PROGAN	Programa Ganadero
PRONACOSE	Programa Nacional contra la Sequía
PTAR	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SDI	Índice Hidrológico de Sequía
SE	Secretaría de Economía
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEGOB	Secretaría de Gobernación
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEP	Secretaría de Educación Pública
SFP	Secretaría de la Función Pública
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta

SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SIAS	Sistema de Información de Aguas Superficiales
SISP	Sistema Informático de Seguridad de Presas
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SNGA	Sistema Nacional de Gestión del Agua
SNIDRUS	Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable
SPI	Índice de Precipitación Estandarizado
SRA	Secretaria de la Reforma Agraria
SS	Secretaría de Salud
UAZ	Universidad Autónoma de Zacatecas



## **Anexos**

Cartografía

Estadísticas hidrometeorológicas y de oferta

Estadísticas de uso agrícola y pecuario

Estadísticas de uso doméstico

Estadísticas de uso industrial

Estadísticas y requerimientos de uso ambiental

Diagrama estructural y funcional de GTD

Relación de nombres, cargos y datos de contacto de cada miembro del GTD



## Bibliografía

- Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED. (2007) Sequías.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED. (2001) Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México.
- Colorado Water Conservation Board. (2010) Municipal Drought Management Plan Guidance Document. Denver.
- Colorado Water Conservation Board. (2010) Colorado drought mitigation and response plan. Denver.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2012) Programa hídrico regional visión 2030, región hidrológico-administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico. México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2012) Atlas del Agua en México 2012. México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2011) Estadísticas del agua en México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2012) Servicio Meteorológico Nacional. Monitor de Sequía de América del Norte. <http://smn.conagua.gob.mx>.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2010) Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2010) Subdirección General de Programación, Análisis Técnico Prospectivo – ATP. México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2011) Agenda del Agua 2030. <http://www.conagua.gob.mx>.
- Consejo Nacional de Población, CONAPO. (2007) Proyecciones de la Población de México 2005-2050.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2012) Estudios de investigación para caracterizar a las regiones del país en función del cambio climático, incluyendo los mapas asociados.
- Department of Agriculture and Cooperation. (2009) Manual for drought management. India.
- Instituto Nacional de Ecología. (2006) Atlas de la cuenca Lerma-Chapala, construyendo una visión conjunta. México.
- Instituto Nacional de Ecología. (2003) Diagnostico bio-físico y socio-económico de la cuenca Lerma-Chapala. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. (2012) Producto Interno Bruto por entidad federativa 2005-2009.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2007) Plan especial de alerta y eventual sequía en la Confederación Hidrográfica del Júcar. España.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2007) Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en la Cuenca Hidrográfica del Ebro. España.

Ministerio del Medio Ambiente. (2007) Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía de la Cuenca Hidrográfica del Tajo. España.

Nalbantis, I; Tsakiris, G. (2008) Assessment of Hydrological Drought Revisited. *Water Resour Manage*, p. 881-897.

Villalobos, A. (2007) Análisis y seguimiento de distintos tipos de sequía en la cuenca del río Júcar. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.

Wilhite, D. (2000) Drought Preparedness Planning.