Programa Nacional Contra la Sequía

PRONACOSE

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA

Cuenca del río Mayo

Versión 2, diciembre 2014

DIRECTORIO

Director General

Dr. David Korenfeld Federman

Subdirector General Técnico

Dr. Felipe I. Arreguín Cortés

Gerente de Ingeniería y Asuntos Binacionales del Agua

Ing. Mario López Pérez

Director General del Organismo de Cuenca Noroeste

Ing. César A. Lagarda Lagarda

Director Técnico

M.C. Lucas Antonio Oroz Ramos

Coordinador de Consejos de Cuenca y Atención a Emergencias

Ing. Julio Alfonso López Hernández

Rector

Dr. Heriberto Grijalva Monteverde

Vicerrectora Unidad Centro

Dra. Arminda Guadalupe García de León

Jefe del Departamento de Geología

Dr. Inocente Guadalupe Espinoza

Responsable

M.C. José Ismael Minjárez Sosa

Índice

PRESENTACIÓN I
COMPOSICIÓN DEL GRUPO TÉCNICO DIRECTIVO II
I. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DE ESTUDIO…… 1
I.1. Fisiografía…… 1
I.1.1. Parámetros físicos-morfometría…… 1
I.1.1.1. Área de la cuenca…… 1
I.1.1.2. Forma de la cuenca…… 1
I.1.1.3. Coeficiente de compacidad (Cc)…… 1
I.1.2. Parámetros físicos-relieve…… 4
I.1.2.1. Pendiente de la cuenca…… 4
I.1.2.2. Corriente o cauce principal…… 4
I.1.2.3. Pendiente del cauce principal…… 4
I.1.3. Características adicionales de la cuenca …… 5
I.1.3.1. Hidrografía…… 5
I.1.3.2. Cobertura vegetal…… 11
I.1.3.3. Tipo de suelo…… 13
I.1.3.4. Climatología…… 16
I.2. Recursos naturales…… 22
I.3. Oferta y demanda de agua…… 23
I.3.1. Recursos convencionales (aguas subterráneas y superficiales)…… 23
I.3.2. Desalación…… 25
I.3.3. Reutilización de agua tratada desde plantas de tratamiento…… 25
I.3.4. Trasvases de otras cuencas…… 22
I.3.5. Brecha hídrica…… 27
I.3.6. Usos y demanda de agua…… 27
I.3.6.1. Acuacultura…… 27
I.3.6.2. Uso agrícola…… 27
I.3.6.3. Uso industrial…… 29
I.3.6.4. Uso pecuario…… 29
I.3.6.5. Uso público urbano…… 29
I.3.6.6. Uso en servicios…… 29
I.4. Demografía, economía y nivel de desarrollo…… 29
II. SEQUÍA HISTÓRICA Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO…… 35
II.1. Evaluación histórica de la sequía, oferta y demanda de agua…… 35
II.1.1. Caracterización de la sequía meteorológica a nivel cuenca…… 36
II.1.1.1. Método SPI para la caracterización de la sequía meteorológica…… 37
II.1.2. Caracterización de la sequía hidrológica a nivel cuenca…… 40
II.1.2.1. Método SDI para la caracterización de la sequía hidrológica…… 45
II.1.3. Oferta y demanda de agua…… 48
II.2. Impacto histórico de la sequía y evaluación de medidas de mitigación y de respuesta 48
II.2.1. Agricultura…… 48
II.2.2. Ganadería…… 51
II.2.3. Impactos Sociales…… 52
III. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LA SEQUÍA…… 54
III.1. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en la Cuenca del 54
Río Mayo……

III.2. Metodología…… 54
III.2.1. Grado de exposición: Factor 1…… 56
III.2.2. Sensibilidad: Factor 2…… 58
III.2.3. Capacidad de adaptación: Factor 3…… 59
III.3. Cálculo global del grado de vulnerabilidad…… 59
IV. MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y ESTRATEGIAS DE RESPUESTA…… 62
IV.1. Medidas de mitigación…… 62
IV.2. Estrategias y acciones de respuesta relacionadas con la oferta…… 62
IV.3. Estrategias y acciones de respuesta relacionadas con la demanda…… 62
V. ETAPAS DE LA SEQUÍA, FACTORES DETONANTES Y OBJETIVOS DE LA RESPUESTA 69
V.1. Fases de la sequía, factores detonantes y respuestas…… 69
V.2. Declaraciones de emergencia por sequía y escenarios factibles…… 70
VI. PROGRAMA DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE SEQUÍA…… 73
VII. IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO…… 75
VIII. PLAN DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN…… 92
BIBLIOGRAFÍA…… 93
ANEXOS…… 94

PRESENTACIÓN

Las sequías forman parte intrínseca y natural del acontecer climático son inevitables e impredecibles, sin trayectoria ni epicentro y eventualmente, se presentan en cualquier lugar y en cualquier tiempo. Probablemente, son la manera más dramática en que se manifiesta la naturaleza, en relación con el agua. Sus características principales son duración, severidad o el déficit acumulado –demanda no suministrada-, magnitud o el déficit promedio en la duración y extensión geográfica. El déficit es el fenómeno humano inducido como consecuencia de la sequía, cuando el agua es insuficiente para satisfacer la demanda hídrica de las actividades de la sociedad.

La manera más efectiva de afrontar las sequías es a través de medidas preventivas; esto es, manejar el riesgo. Ello implica generar y aplicar un Programa de Preparación para Afrontar la Sequía, que es un proceso estructurado, dinámico, flexible y viable, cuya ejecución incida en un uso racional y racionado de los limitados y escasos volúmenes disponibles, así como en la asignación más adecuada del déficit a absorber: quiénes, cuándo, cuánto y cómo, a través de esquemas de prioridad, racionamiento del recurso e impactos del fenómeno en el bienestar social.

En general la sequía puede presentarse en cualquier lugar de la Tierra y en cualquier tiempo, para el caso de México, las regiones arriba del paralelo 20°N, caracterizadas por su semi aridez o aridez, son las más vulnerables y expuestas al fenómeno; estas zonas han tenido severas y recurrentes insuficiencias de agua en varios de los últimos años, que han repercutido en las actividades económicas y productivas regionales. Por ello, la necesidad de hacer estudios detallados en este aspecto para mejorar el proceso de administración del agua en épocas de escasez, con objeto de contribuir a la continuidad y sustentabilidad social y económica, sobre todo en lugares donde la agricultura es la actividad que mayor volumen de agua consume, la más afectada ante una insuficiencia temporal del recurso y donde hay grandes asentamientos humanos e industriales; usualmente, el fenómeno también ocurre donde además, el agua subterránea está comprometida, guarda un equilibrio frágil y las fuentes alternas de suministro son mínimas.

En este documento se describen brevemente los diversos tipos de sequía y sus causas probables. Se analizan aspectos de la sequía meteorológica, a través de un índice adimensional que muestra la “eficiencia” de la lluvia como elemento básico del ciclo hidrológico, que determina el escurrimiento en cauces hacia los embalses, la presencia y gravedad del fenómeno de la sequía, caracterizable en el espacio y a diversas escalas temporales.

También se menciona la caracterización de la sequía hidrológica, basada en el análisis estadístico de los escurrimientos y almacenamientos mensuales en embalses, para obtener índices de estado (hidrológico) de la sequía de largo plazo; igualmente, se plantea la conveniencia de establecer los valores de referencia o nivel de truncamiento para la extracción anual media. El aspecto de la política de operación de las presas, y su obtención mediante procesos que resulten en valores óptimos, permite formular escenarios posibles de asignación, cuya decisión final estará también en función de los factores adicionales que inciden en el proceso de planeación. Basándose en la hidrometría disponible, con un enfoque de optimización se deben generar las políticas óptimas para las presas.

El acuífero debe ser sólo un complemento del agua superficial, sobre todo cuando guarda un equilibrio frágil, con volúmenes ya comprometidos: en tiempos de escasez no debería incrementarse la extracción en más de 20% y sólo temporalmente. Su sobreexplotación conduciría indefectiblemente a degradar su calidad y potencial; además, debe reservarse para los usos más prioritarios y/o eficientes.

En complemento, es importante y conveniente buscar criterios y métodos para obtener políticas operativas que contemplen conjuntamente al agua subterránea con la superficial.

Se incluyen criterios sobre la organización social e institucional que permita diseñar, aplicar y coordinar las estrategias para afrontar las sequías, mediante la creación de un Grupo Técnico Directivo (GTD) que, a su vez organizado en grupos de trabajo, permita dar seguimiento, evaluar y pronosticar las condiciones de desarrollo del fenómeno, y con ello, las respuestas más adecuadas ante las diversas fases de su gravedad, particularmente los inevitables conflictos por el uso del agua. Ello enfocado al ámbito de una cuenca hidrológica, como unidad natural de planeación y operación.

Se consideran algunos aspectos específicos para afrontar las sequías, tomando como referencia los volúmenes iniciales en las presas, al empezar el ciclo agrícola, y de acuerdo con la división convencional del fenómeno en fases progresivas, se sugiere la actuación del GTD de las juntas Municipales de Agua y Saneamiento u Organismos Operadores de Agua Potable y Saneamiento, y de los usuarios organizados.

Se concluye que la mejor estrategia contra la sequía es la prevención como tal, es preferible soportar una serie de sequías incipientes o moderadas continuas, a una sola sequía de proporciones críticas o catastróficas. En este aspecto, destaca que es la gestión integral del recurso el camino a seguir para lograr que el impacto de la escasez de agua sea mitigado; ello implica que, en complemento a las medidas estructurales para afrontar el problema, son las no estructurales las que tienen un papel decisivo. Se citan las diversas medidas que deben prevalecer según la fase del fenómeno: estratégicas o de largo plazo, tácticas o de mediano plazo y de emergencia o de corto plazo.

Un aspecto importante es que un Programa para afrontar la sequía debe ser un proceso que se incluya en los reglamentos de operación de los distritos de riego y en general en la normativa de todos los sistemas de aprovechamiento del agua. Ello conduce a actuar con mayor probabilidad de éxito ante la presencia del fenómeno, pues provee las bases de imparcialidad, equidad, igualdad y justicia, así como de participación social, necesarias para garantizar un manejo eficiente del riesgo, en lugar de una atención improvisada de la crisis. Con claridad y sentido práctico debe contemplar los criterios y elementos de asignación del déficit, así como de la asignación de volúmenes, con base en la prioridad de los diversos usos y a las características locales específicas de oferta y demanda; en especial, es la demanda la que debe ajustarse a la oferta disponible, el horizonte de planeación debe ser a mediano plazo –entre 6 meses y 2 años, por ejemplo- y con valores mínimos de oferta.

Por estas razones, un Programa para afrontar sequías es un conjunto de medidas y estrategias a la medida, explícito para una cuenca con características determinadas. Debe además, en su conjunto, ser socialmente aceptable, técnicamente viable e institucionalmente operativo, así como flexible y oportuno para adaptarse a la

evolución natural del fenómeno y de la sociedad.

COMPOSICIÓN DEL GRUPO TÉCNICO DIRECTIVO

De acuerdo con los lineamientos establecidos por la Comisión Nacional del Agua, el Consejo de Cuenca del Río Mayo se reunió el día 9 de diciembre del 2013, en la ciudad de Álamos, Sonora, para llevar a cabo su sexta reunión.

En dicha reunión se presentó el *Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS)* y se acordó:

"Primero.-…….Los integrantes del Consejo de Cuenca del Río Mayo validan el contenido del Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, y se recomienda proceder a su instrumentación y seguimiento ".

De acuerdo a la información proporcionada por el Ing. Julio López Hernández, Gerente de Consejos de Cuenca y Atención a Emergencias del Organismo de Cuenca Noroeste (OCNO) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); asimismo, quedó constituido el Grupo Técnico Directivo que atenderá los aspectos relativos al acuerdo descrito. Este Grupo Técnico Directivo quedaría formado por:

Nombre	Institución	Cargo
M.C. Lucas Antonio Oroz Ramos	Director Técnico del Organismo de Cuenca Noroeste	Coordinador
Dr. Antonio Cruz Varela	Director General de Infraestructura Hidroagrícola Comisión Estatal del Agua	Representante del Estado de Sonora
Ing. José Benjamín Anaya Rosas	Presidente Municipal de Álamos, Sonora	Representante Municipal
Ing. Alfredo Álvarez Fuentes	Gerente Operativo del Consejo de Cuenca del Río Mayo	Representante del Consejo del Cuenca del Río Mayo

I. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DE ESTUDIO

I.1. Fisiografía

La cuenca del Río Mayo está localizada en el desierto de Sonora, en la región conocida como Sonora Sur (RH−9), se extiende en la porción oriental desde Agua Prieta hasta Yavaros, prolongándose por Chihuahua, ocupa el 63.64% de la superficie estatal. Tiene un relieve con fuertes contrastes altimétricos y la mayoría de sus corrientes nacen en la Sierra Madre Occidental.

En la Figura I.1 se presenta la localización del área de estudio, donde se observan los límites estatales, municipales y del Consejo de Cuenca del Río Mayo, así como las Regiones Hidrológicas en el área de estudio.

De acuerdo con el mapa de Provincias Fisiográficas de México (Cervantes-Zamora et al., 1990), la cuenca del río Mayo queda localizada dentro de: Llanura Costera del Pacífico y Sierra Madre Occidental, que a su vez se dividen en Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa, Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, Pie de la Sierra y Sierras y Cañadas del Norte (Figura I.2).

I.1.1. Parámetros físicos-morfometría

I.1.1.1. Área de la cuenca

La cuenca del río Mayo cuenta con una superficie total de 15,469.6 km^2, cifra que fue determinada con base en la delimitación de cuencas de CONAGUA publicada en el Diario Oficial de la Federación.

I.1.1.2. Forma de la cuenca

La forma de la cuenca afecta las características de la descarga de la corriente, principalmente en los eventos de gasto máximo.

El factor de forma (Kf) fue definido por Horton, como el cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Dónde A es el área de la cuenca y L es el recorrido principal de la cuenca o su longitud axial.

Una cuenca con un factor de forma bajo está menos sujeta a crecidas que aquella de una misma área y mayor factor de forma. En el caso de la cuenca del río Mayo, se cuenta con un factor K_f de 0.36.

I.1.1.3. Coeficiente de compacidad (Cc)

El coeficiente de compacidad también permite determinar la forma de una cuenca y está representado por el cociente adimensional entre el perímetro de la cuenca (P) y el perímetro (Pc) de un círculo con área igual a la cuenca.

$$Cc = \frac{p}{Pc} = 0.282\ \frac{P}{\sqrt{A}}$$

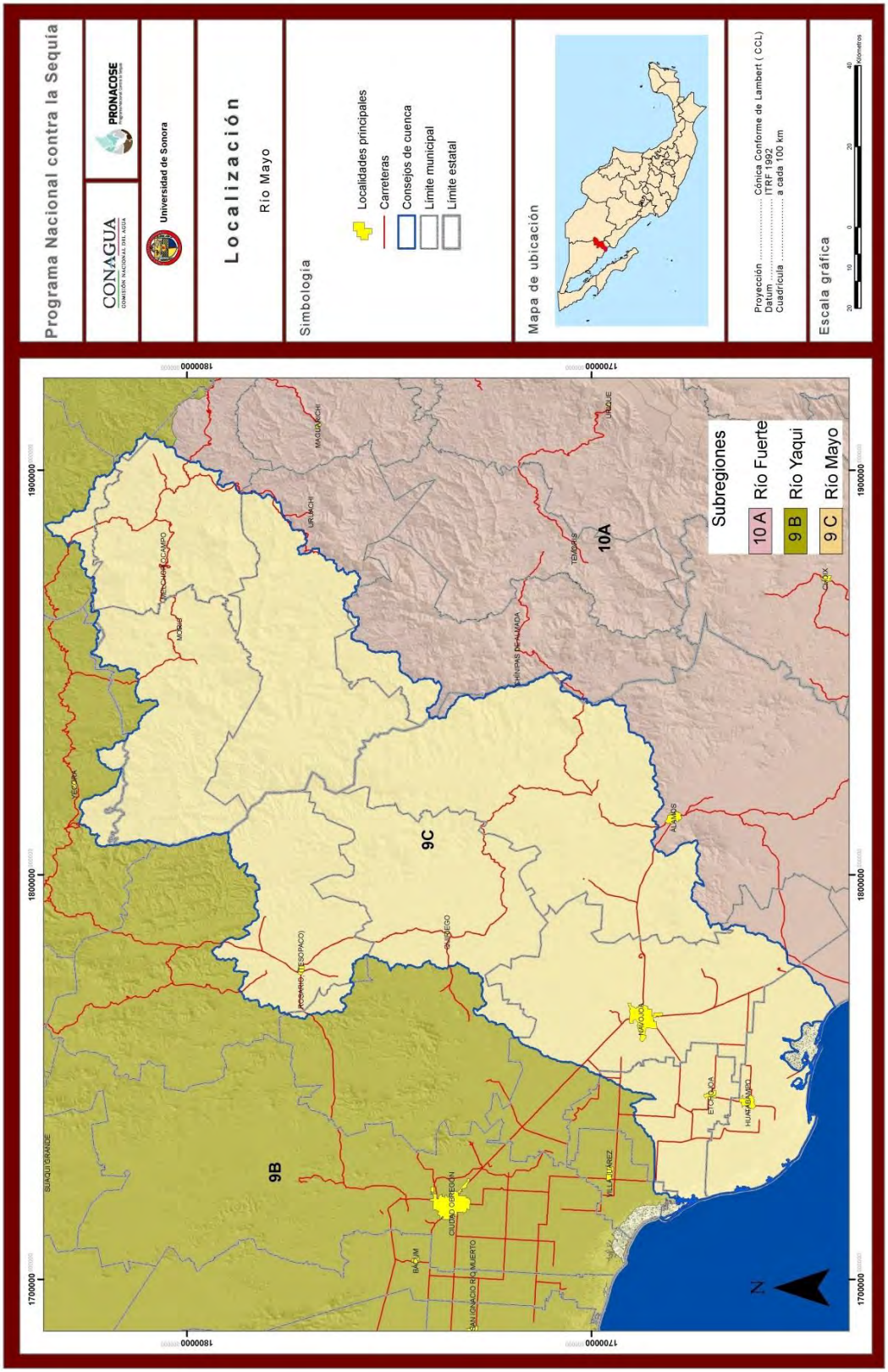


Figura I.1 Localización

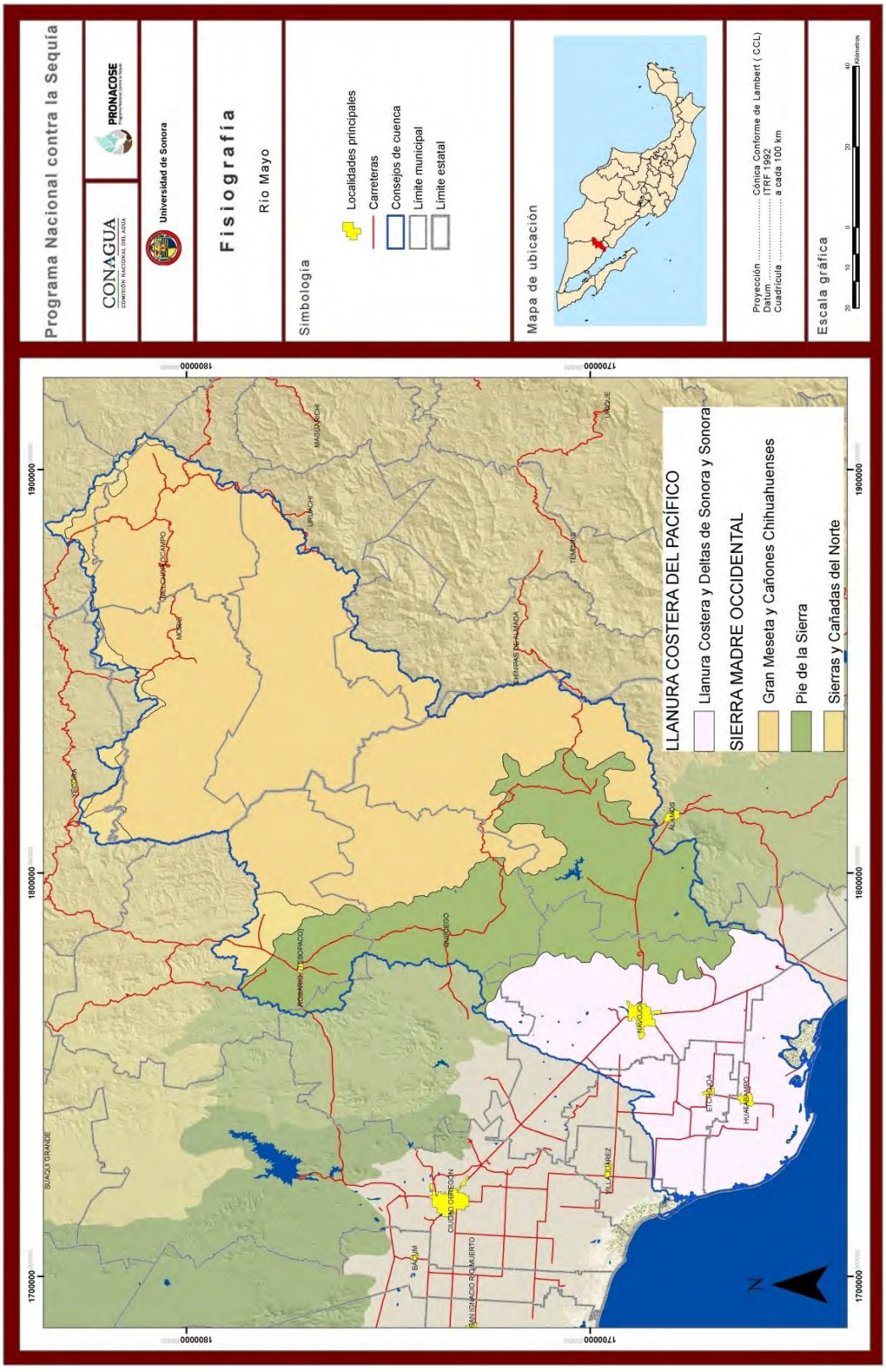


Figura I.2 Fisiografía

Dónde:

p=perímetro de la cuenca
Pc=perímetro de un círculo con área igual al tamaño de la cuenca
A= área de la cuenca

El límite inferior de Cc es igual a la unidad y conforme el valor crece indica que la cuenca se vuelve alargada o asimétrica.

La cuenca del río Mayo cuenta con un coeficiente de compacidad Cc de 9.01, indicando que se trata de una cuenca irregular.

I.1.2. Parámetros físicos-relieve

I.1.2.1. Pendiente de la cuenca

La pendiente de la cuenca tiene una importante relación con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad de suelo y la contribución del agua subterránea al flujo en los cauces.

Esta característica controla el tiempo de flujo sobre el terreno y tiene influencia directa en la magnitud de las avenidas. De acuerdo con los Datos de Elevación Mundial SRTM (World Wide Elevetion Data) con tres arco-segundos de resolución, el área de estudio cuenta con una pendiente promedio de 11.47 grados, el valor máximo alcanza los 89 grados, mientras que el mínimo es de cero; contando con una desviación estándar de 11.32 grados.

I.1.2.2. Corriente o cauce principal

La corriente que le da nombre a esta cuenca de estudio se forma por la confluencia de los ríos Moris y Condameña, la cual abarca 7.03% de la superficie estatal. Tiene sus límites en una línea que sirve de parteaguas y separa el valle del río Yaqui y su divisoria del norte, por el sur limita con el Río Fuerte y el Estero de Bacorehuis.

Se determinó una longitud de cauce principal de 269.31km, con base en la carta hidrográfica de Maderey et. al (1991) a escala 1:4,000,000 del Instituto de Geografía de la UNAM.

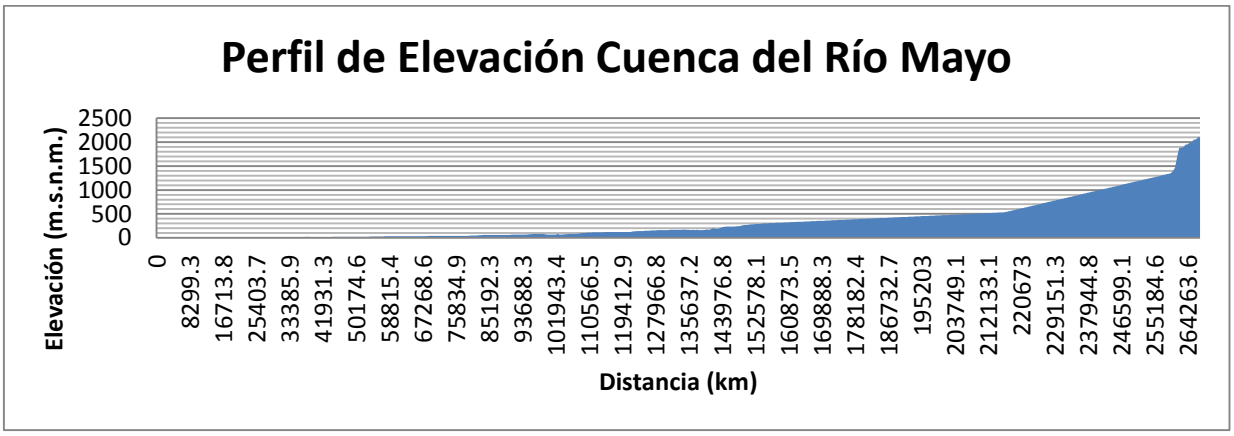
I.1.2.3. Pendiente del cauce principal

La pendiente del cauce principal es uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca ante una tormenta. La pendiente varía a lo largo del cauce, por lo que es necesario definir una pendiente media utilizando la siguiente fórmula:

$$S = \frac{y_2 - y_1}{L}$$

Dónde:

Y2= Cota máxima (m)
Y1= Cota mínima (m)
L= Longitud de cauce principal (m)
De acuerdo con los Datos de Elevación Mundial SRTM, la cuenca del río Mayo cuenta con una pendiente de cauce principal de 0.007 m/m y en la siguiente gráfica, se muestra el perfil de elevación para el mismo (Gráfica I.1).



Gráfica I.1 Perfil de Elevación para cauce principal-cuenca del río Mayo.

I.1.3. Características adicionales de la cuenca

I.1.3.1. Hidrografía

La cuenca del río Mayo se localiza en el extremo sur-oriente de la Región Hidrológica 9. Casi toda la cuenca alta pertenece al estado de Chihuahua y a partir de la sierra de San Luis hasta su desembocadura en el Golfo de California, al estado de Sonora.

La topografía es accidentada con altitudes de 2800 msnm, principalmente al nororiente en el parteaguas con la cuenca del río Oteros, que es afluente del río Fuerte. El curso general del colector es hacia el sureste y sus escurrimientos se controlan al penetrar en la zona baja por la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari). La corriente se origina en el parteaguas común con los ríos Tutuaca y Verde, afluente del Yaqui, con elevaciones de 2,600 msnm, a 13 km al sur de Agua Caliente, Chihuahua. Inicialmente sigue su curso al oriente con el nombre de río Concheño, que cambia al de Moris al tomar al sur. Recibe al río Candameña por su margen izquierda a una elevación de 700 m.

A partir de la confluencia anterior, el río Moris toma el nombre de río Mayo y discurre con rumbo suroeste; la confluencia del río Babanore ocurre a una elevación de 380 msnm, donde el río Mayo cambia su dirección al sur hasta descargar en la presa Adolfo Ruiz Cortines. Las aportaciones del río Mayo, antes de su descarga a la presa, se registran en la estación hidrométrica San Bernardo. Asimismo, los volúmenes proporcionados por el arroyo Quiriego, afluente por su margen derecha, prácticamente dentro del vaso de la presa Adolfo Ruiz Cortines, se registran en la estación hidrométrica Tezocoma.

Aguas abajo de la presa, el río Mayo fluye por zonas de topografía plana hasta penetrar en zona deltaica, y posteriormente descargar en el Golfo de California. En el área del Consejo de Cuenca del Río Mayo, se presenta un escurrimiento anual de 1,211.58 hm^3 desde sus orígenes hasta su desembocadura en el Golfo de California.

La cuenca del Río Mayo está compuesta por 4 cuencas hidrológicas denominadas Río Mayo 1, Arroyo Quiriego, Río Mayo 2 y Río Mayo 3 (Diario Oficial de la Federación).

Existen algunas obras de almacenamiento del recurso hídrico en la cuenca del río Mayo, como las presas Adolfo Ruiz Cortines y El Veranito, con una capacidad de 950.3 hm^3 y 9.02 hm^3. Se cuenta con cuatro estaciones hidrométricas en el área de estudio: San Bernardo, Tezocoma, Túneles del Mocuzari y Tesia.

Se cuenta con ocho estaciones hidrométricas en el área de estudio, las cuales se observan en la Figura I.6 y se enlistan en la Tabla 1.2.

Tabla I.1 Presas principales

Presas Principales	Capacidad de Almacenamiento (Hm3)
Adolfo Ruiz Cortines “Mocuzari”	950.3
El Veranito	9.02

Tabla I.2 Estaciones hidrométricas

Estación	Latitud	Longitud
Navojoa	27.104166	-109.438888
Tres Hermanos	27.204166	-109.195833
Santa Bárbara	27.216666	-109.195833
Tesia km. 1 +457	27.163888	-109.366666
San Pedro	27.027777	-109.525000
San Bernardo	27.412500	-108.881944
Tezocoma	27.683333	-109.233333
Las Pilas	27.168055	-109.358333

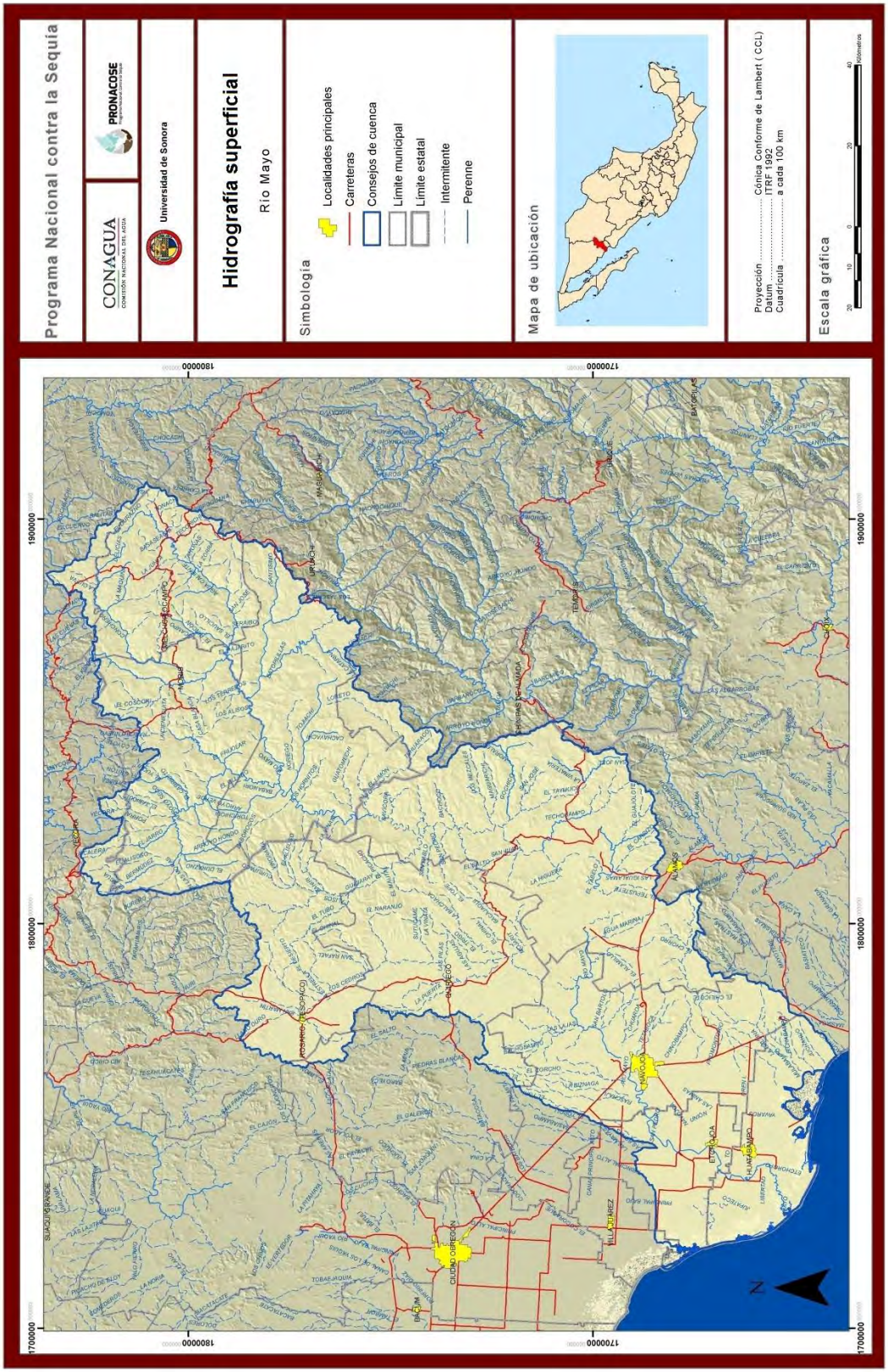


Figura I.3 Hidrografía superficial

Figura I.4 Subcuencas hidrológicas

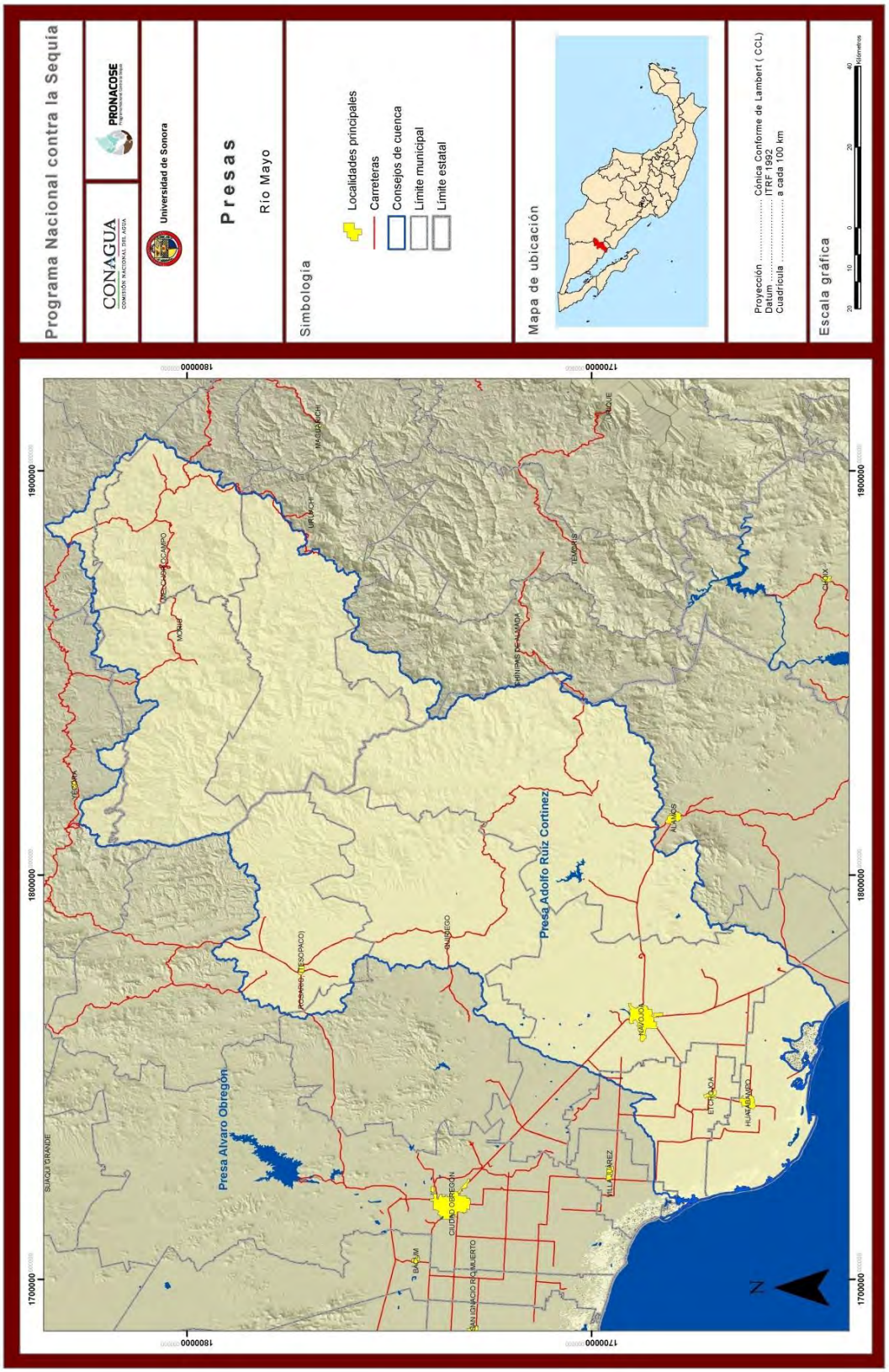


Figura I.5 Presas

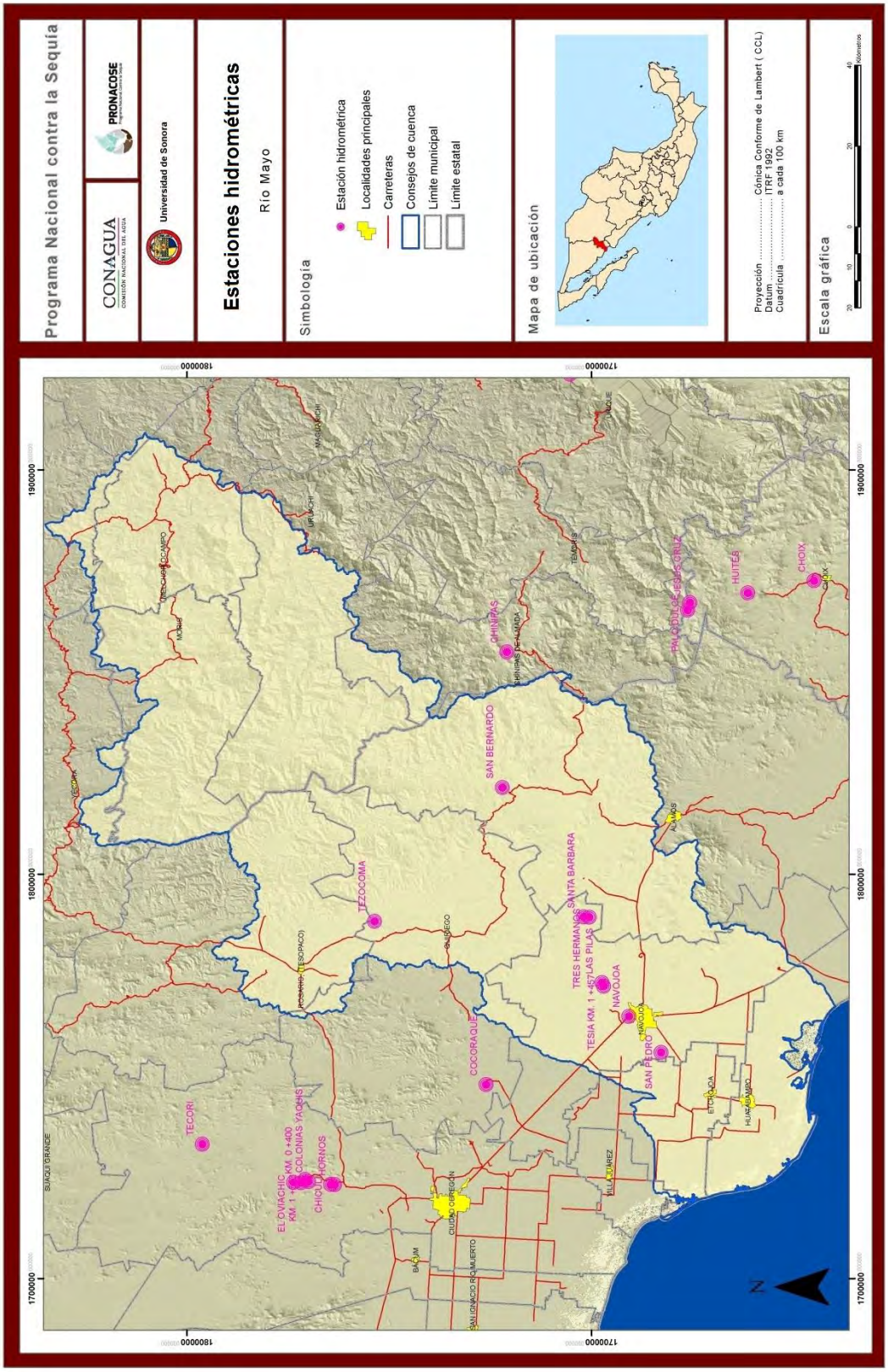


Figura I.6 Estaciones hidrométricas

I.1.3.2. Cobertura vegetal

De acuerdo con el plano de uso de suelo y vegetación de la Dirección del Inventario Forestal (1994), en el área de estudio se presentan las 20 unidades descritas a continuación, siendo la selva baja caducifolia y las zonas de agricultura de riego, las más abundantes para la zona.

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Agricultura de temporal, pastizal cultivado
- Agricultura de temporal, pastizal inducido
- Área de riego suspendido
- Área sin vegetación
- Bosque de encino
- Bosque de encino pino
- Bosque de pino
- Bosque de pino-encino
- Manglar
- Matorral crasicaule
- Matorral sarcocaule
- Mezquital
- Pastizal cultivado
- Pastizal inducido
- Selva baja caducifolia
- Selva baja espinoza
- Vegetación halófila
- Vegetación de dunas costeras

A continuación se presenta la Figura I.7 con la distribución de vegetación y uso de suelo en la cuenca del río Mayo.

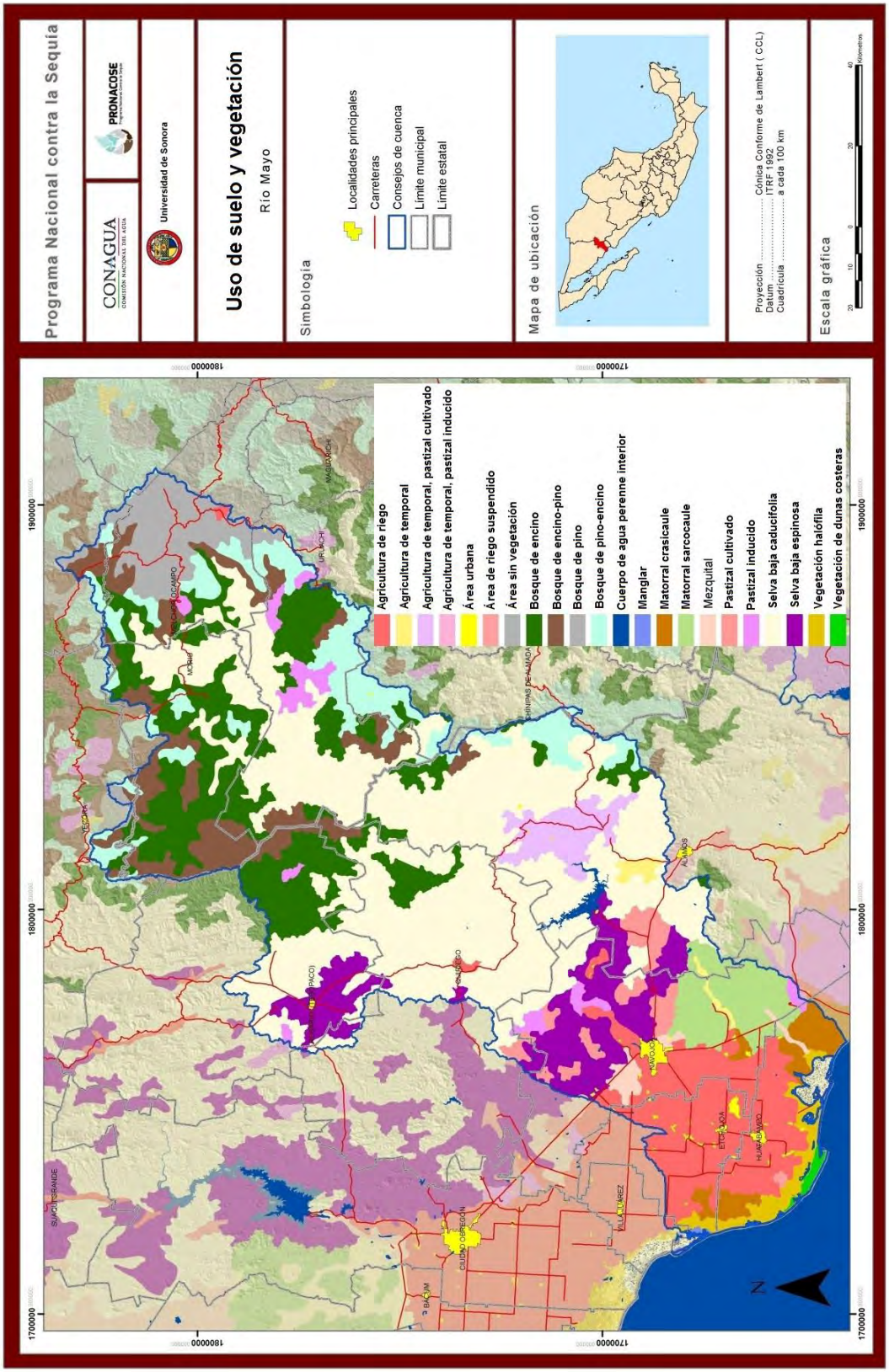


Figura I.7 Uso de suelo y vegetación

I.1.3.3. Tipo de suelo

La superficie territorial de la cuenca Río Mayo comprende diez tipos de suelo, conocidos como Cambisol, Feozem, Litosol, Luvisol, Planosol, Regosol, Rendzina, Solonchak, Vertisol, Xerosol y Yermosol; cada uno combinados con subunidades de tipo crómico, háplico, éutrico, calcárico y cálcico. Su formación es por disgregación mecánica de rocas, meteorización química de los materiales regolíticos y acción de los seres vivos. Esta última es la etapa más significativa porque continúan con la descomposición de los minerales, iniciada por mecanismos inorgánicos, lo que favorece la formación de los suelos. La clasificación de los suelos se basa en las propiedades físicas y químicas de los horizontes edafológicos del área. En la Figura I.8 se muestra la distribución de cada uno de estos tipos de suelo, que a continuación se describen.

Cambisol: este tipo de suelo es un Cambisol crómico que se desarrolla con un subtipo de Regosol éutrico, de clase textural gruesa y fase física gravosa. Son unidades con un subsuelo muy diferente a simple vista en color y textura en la capa superficial; ésta puede ser obscura, con más de 25 cm de espesor pero pobre en nutrientes y en ocasiones no existe. La sub-clasificación crómica indica que al estar húmedo es de color pardo oscuro a rojo poco intenso. El Regosol éutrico es formado a partir de la degradación física y química de materiales parentales, su origen es producto del intemperismo y erosión de rocas topográficamente más altas, es muy rico en nutrientes (Ca, Mg, K y Na). Contiene alto porcentaje de arena en los 30 cm superficiales, es un suelo con muchas gravas a menos de 100 cm de profundidad, midiendo de 0.2 a 7.5 cm en su eje mayor. La distribución de este tipo de suelo se puede observar en la parte central de la cuenca.

Feozem: se clasifica como Feozem háplico con un subtipo de Regosol éutrico de clase textural media y fase física gravosa, presenta una capa superficial oscura rica en materia orgánica y nutrientes o bases de Ca, Mg, K y Na. Respecto al Regosol éutrico, indica que esta porción se ha formado a partir de la erosión de rocas ígneas ácidas y básicas, así como también de algunos conglomerados y lutitas-areniscas, incluso residuales de origen coluvial. Es un suelo rico en nutrientes y localmente presenta horizontes con carbonatos de calcio; es muy parecido al material parental, sólo presenta una capa superficial de colores pardo amarillento o pardo rojizo, que pertenece al horizonte A ócrico y carece de estructura. Suele ser muy pobre en materia orgánica, contiene abundante arena y se caracteriza por una saturación de sodio intercambiable mayor al 15%. Su textura varía de arenoso a migajón arenoso y alto contenido de arcilla. Su distribución se puede observar en la parte norte de la cuenca del río Mayo.

Litosol: se presenta como Litosol con subtipos de Regosol éutrico y calcárico de clase textural gruesa; lo que indica un espesor menor a los 10 cm. Respecto al Regosol éutrico, indica que esta porción se ha formado a partir de la erosión de rocas ígneas ácidas y básicas, así como también de algunos conglomerados y lutitas-areniscas; incluso residuales de origen aluvial, coluvial o eólico. Es un suelo rico en nutrientes y localmente presenta horizontes con carbonato de calcio; es muy parecido al material parental, sólo presenta una capa superficial de colores pardo amarillento o pardo rojizo, que pertenece al horizonte A ócrico y carece de estructura. Suele ser muy pobre en materia orgánica, contiene abundante arena y se caracteriza por una saturación de sodio intercambiable mayor al 15%. Su textura varía de arenoso a migajón arenoso y tiene un alto contenido de arcilla.

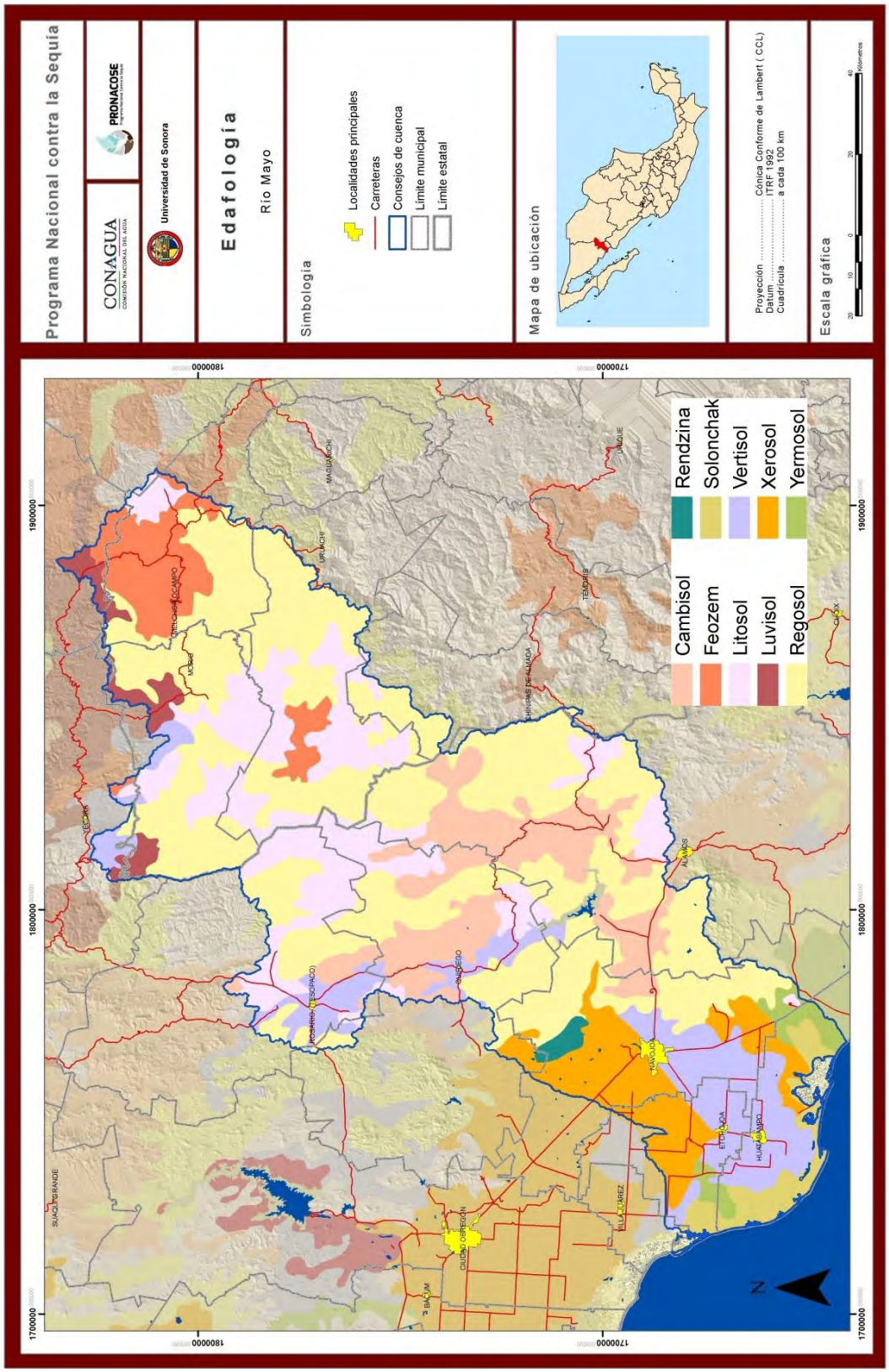


Figura I.8 Edafología

Luvisol: se denomina como Luvisol crómico y se presenta con un subtipo Regosol éutrico de clase textural media y fase física lítica. Son suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo y fértiles en general; su coloración es pardo oscuro a rojizo cuando está húmedo. Contiene un horizonte B argílico, es ligeramente ácido, pobre en materia orgánica y potencialmente rico en minerales. El Regosol éutrico se formó por la degradación de rocas ácidas, básicas, conglomerados y lutitas-areniscas; su origen puede ser aluvial, coluvial e incluso eólico; tiene un equilibrio de arcilla, limo y arena en los 30 cm superficiales, con rocas duras a menos de 50 cm de profundidad. Se puede observar que aparece en la parte norte de la cuenca en estudio.

Regosol: el Regosol éutrico se desarrolla con un subtipo calcárico de clase textural gruesa y fase química sódica. Esto significa que se ha formado a partir de la erosión de rocas ígneas ácidas y básicas, así como también de algunos conglomerados y lutitas-areniscas; incluso residuales de origen aluvial, coluvial o eólico. Es un suelo rico en nutrientes y localmente presenta horizontes con carbonato de calcio; es muy parecido al material parental, sólo presenta una capa superficial de colores pardo amarillento o pardo rojizo, que pertenece al horizonte A ócrico y carece de estructura. Suele ser muy pobre en materia orgánica, contiene abundante arena y se caracteriza por una saturación de sodio intercambiable mayor al 15%. Su textura varía de arenoso a migajón arenoso. Este tipo de suelo se puede observar que tiene una amplia distribución en casi toda la cuenca.

Rendzina: son suelos poco profundos (10 - 15 cm), se forman sobre una roca madre carbonatada, como la caliza y suelen ser fruto de la erosión. El humus típico es el mull y son suelos básicos. Los suelos de estepa se desarrollan en climas continentales y mediterráneo subárido. El aporte de materia orgánica es muy alto, por lo que el horizonte A está muy desarrollado. La lixiviación es muy escasa. Un tipo particular de suelo de estepa es el suelo chernozem, o brunizem o las tierras negras*;* y según sea la aridez del clima pueden ser desde castaños hasta rojos. Se puede observar que este tipo de suelo se presenta en la parte sur-oeste de la cuenca del río Mayo.

Solonchak: se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del País. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal. Se puede observar que este tipo de suelo se presenta en la parte sur de la cuenca de estudio.

Vertisol: los suelos de tipo Vertisol se caracterizan por grietas anchas y profundas que aparecen en época de sequía, son muy arcillosos, pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. Generalmente presentan baja susceptibilidad a la erosión. Su clasificación crómica y fase física gravosa indican que corresponde a un suelo muy arcilloso de color oscuro en cualquier capa a menos de 50 cm de profundidad; en época de secas tienen grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad, siempre y cuando no haya riego artificial. Estos suelos se agrietan en la superficie cuando están muy mojados. Presenta gravas a menos de 100 cm de profundidad y limita o impide el uso de maquinaria agrícola. Las gravas miden de 0.2 a 7.5 cm en su eje mayor. Este tipo de suelo se presenta en la parte sur y oeste de la cuenca del río Mayo.

Xerosol: es un suelo de tipo Xerosol cálcico con un subtipo de Regosol calcárico de clase textural media y fase física gravosa. El

Xerosol es característico de zonas áridas y tiene una capa superficial llamada horizonte A ócrico de colores claros, cuyo porcentaje de materia orgánica es muy bajo. En este suelo lleva a cabo un proceso de acumulación de arcillas en la capa sub-superficial, dando origen a un horizonte B, que cuando el contenido de dicho material es mínimo es denominado B cámbico, pero al incrementarse recibe el nombre de B argílico; en este caso se encuentran acumulaciones de carbonato de calcio. El subtipo Regosol calcárico indica que es de origen residual; así mismo, contiene mucha arena, su aspecto es gravoso y las texturas suelen ser de migajones arenosos en la superficie hasta arcillosos en los horizontes sub-superficiales, manejando un equilibrio de arcilla, limo y arena. Se presenta en la parte sur de la cuenca en estudio.

Yermosol: son suelos localizados en las zonas más áridas del norte del país como los Llanos de la Magdalena y Sierra de la Giganta en Baja California Sur, Llanuras Sonorenses, Bolsón de Mapimí y la Sierra de la Paila en Coahuila. Ocupan el 3% del territorio nacional y su vegetación típica es el matorral o pastizal. En ocasiones presentan capas de cal, yeso y sales en la superficie o en alguna parte del subsuelo. La capa superficial de los Yermosoles es aún más pobre en humus y generalmente más clara que los Xerosoles. Su uso agrícola está restringido a las zonas donde se puede contar con agua de riego. Cuando existe este recurso y buena tecnología, los rendimientos esperados normalmente son muy altos. La explotación de especies como la candellilla, nopal y lechuguilla son comunes en estos suelos. Este tipo de suelo se puede observar en la parte sur de la cuenca del río Mayo.

I.1.3.4. Climatología

Dentro del área de influencia de la cuenca del río Mayo, destaca el clima muy árido, semiárido y árido, con sus variantes de tipo cálido y semicálido. A continuación se presenta la descripción del tipo de clima en la zona de estudio así como el plano con la distribución espacial de los mismos (Tabla I.3, Figura 1.9).

Además de la Figura I.9.Climatología, se presenta la Figura I.10, I.11 y I.12, con la precipitación media anual, la temperatura media anual y el cálculo de evapotranspiración real media anual utilizando las ecuaciones empíricas de Turc y Coutagne para el área de estudio. El análisis climatológico se llevó a cabo utilizando los registros de estaciones climatológicas de CONAGUA, distribuidas en las inmediaciones del área de estudio, para el período de tiempo de 1970-2010

Tabla I.3 Tipo de clima

CLAVE	DESCRIPCIÓN	ÁREA	%
Cb'(w2)x'	Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5℃ y 12℃, temperatura del mes más frio entre -3℃ y 18℃, temperatura del mes más caliente bajo 22℃.	917.13	5.14
C(w1)x'	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12℃ y 18℃, temperatura del mes más frio entre -3℃ y 18℃ y temperatura del mes más caliente bajo 22℃.	1476.07	8.27
BS1hw	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18℃, temperatura del mes más frio menor de18℃, temperatura del mes más caliente mayor de 22℃.	2686.25	15.05
(A)C(wo)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18℃, temperatura del mes más frio menor de 18℃, temperatura del mes más caliente mayor de 22℃.	1794.86	10.05
BW(h')w	Muy árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22℃, temperatura del mes más frio mayor de 18℃.	3581.02	20.06
C(w2)x'	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12℃ y 18℃, temperatura del mes más frio entre -3℃ y 18℃ y temperatura del mes más caliente bajo 22℃.	1492.04	8.36
BSo(h')w	Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22℃, temperatura del mes más frio mayor de 18℃.	2593.30	14.53
C(wo)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12℃ y 18℃, temperatura del mes más frio entre -3℃ y 18℃ y temperatura del mes más caliente bajo 22℃.	36.97	0.21
BS1(h')w	Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22℃, temperatura del mes más frio mayor de 18℃.	2406.69	13.48
C(wo)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12℃ y 18℃, temperatura del mes más frio entre -3℃ y 18℃ y temperatura del mes más caliente bajo 22℃.	15.88	0.09
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18℃, temperatura del mes más frio menor de 18℃, temperatura del mes más caliente mayor de 22℃.	531.29	2.98
C(w2)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12℃ y 18℃, temperatura del mes más frio entre -3℃ y 18℃ y temperatura del mes más caliente bajo 22℃.	290.78	1.63
BS1hw	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18℃, temperatura del mes más frio menor de18℃, temperatura del mes más caliente mayor de 22℃.	29.66	0.17

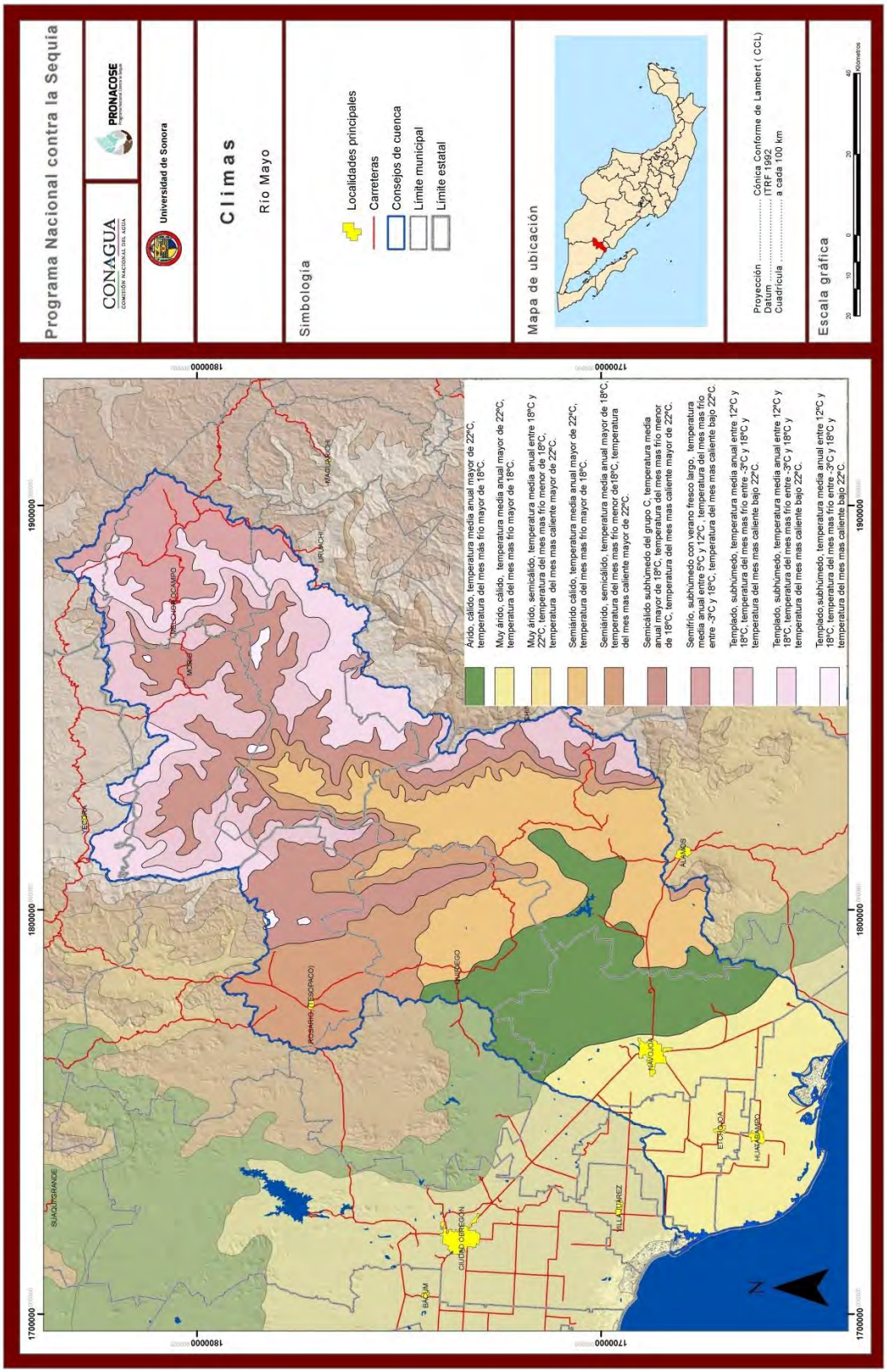


Figura I.9 Climatología

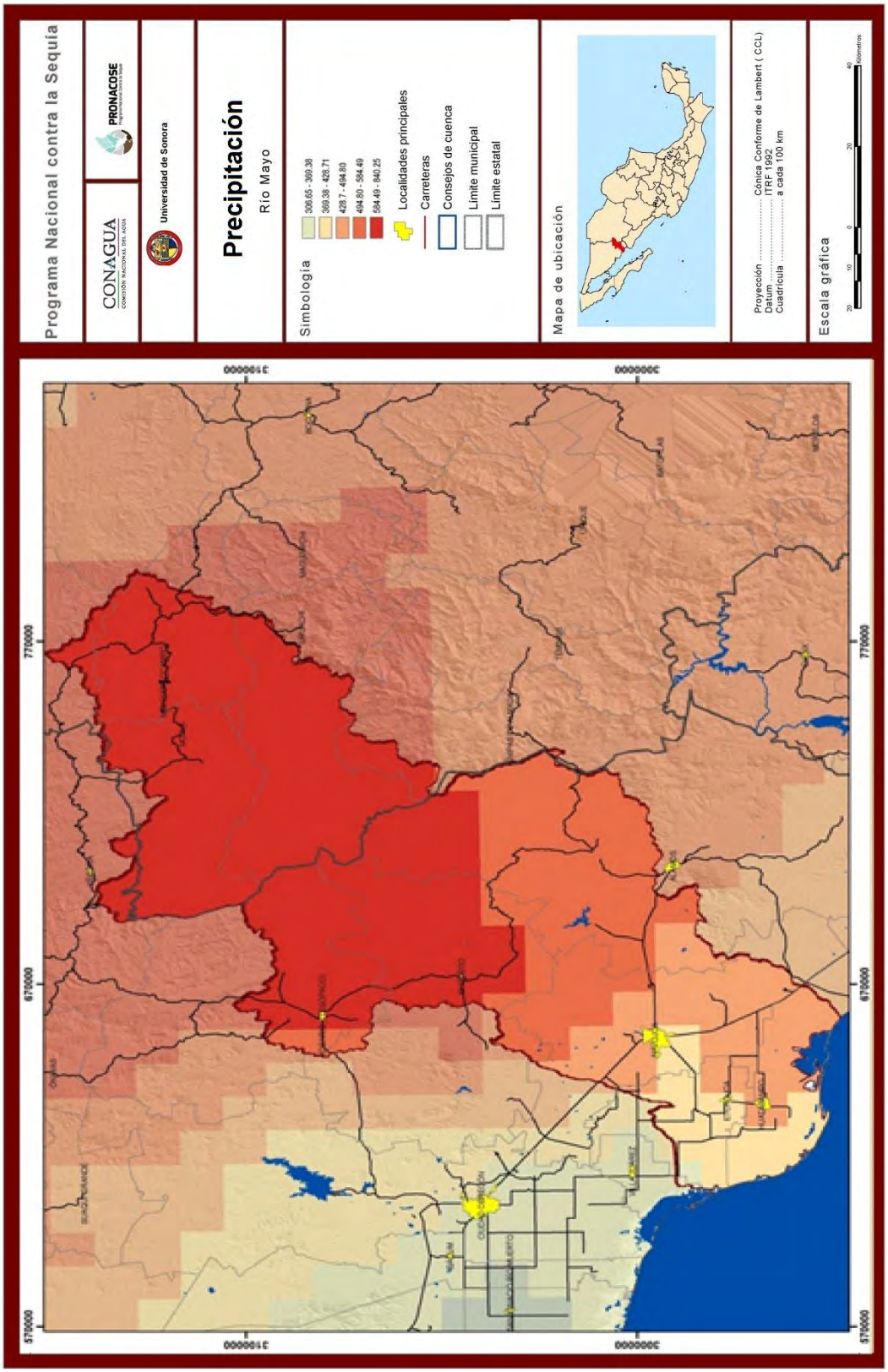


Figura I.10 Precipitación media anual (1970-2010)

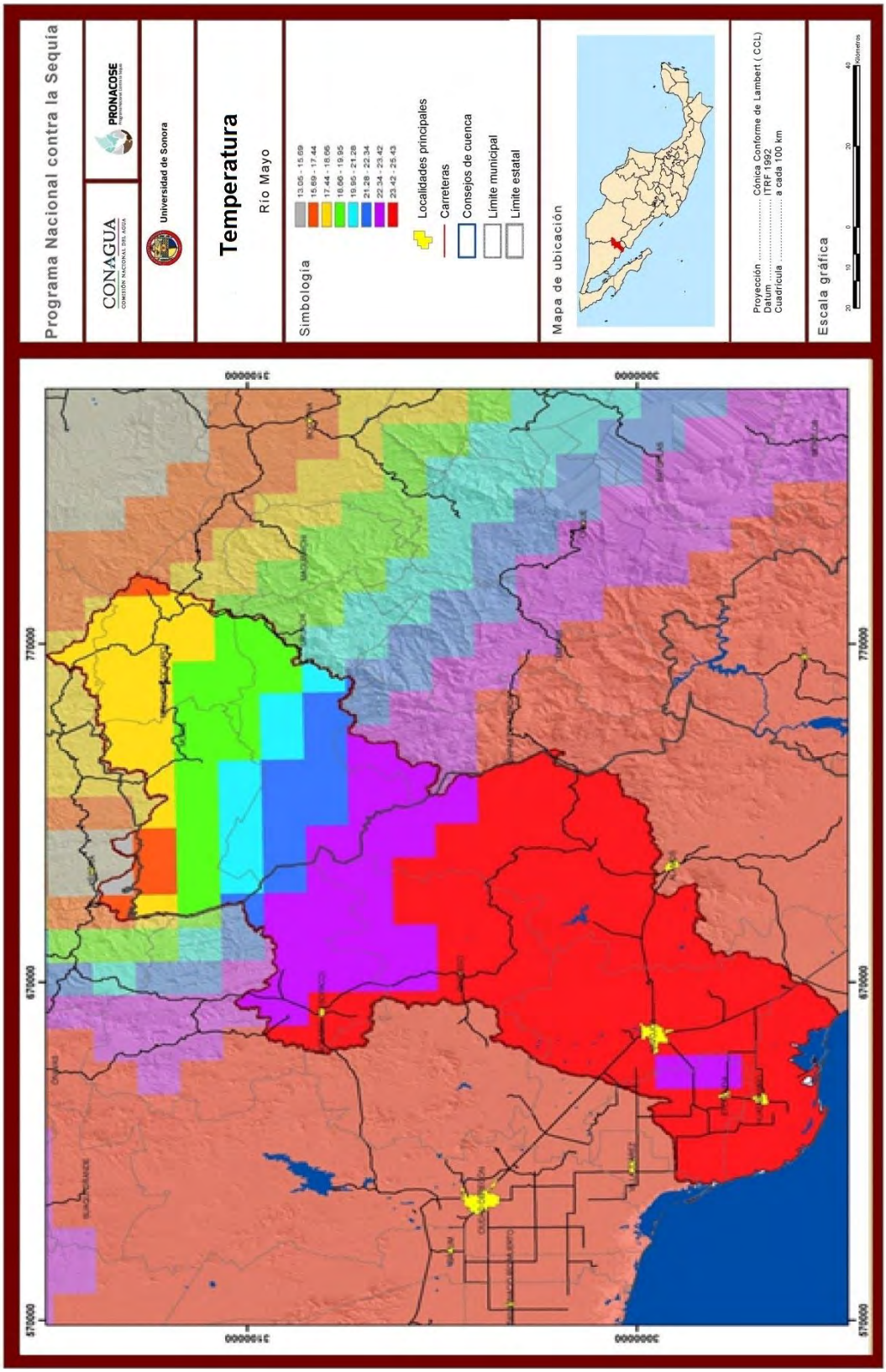


Figura I.11 Temperatura media anual (1970-2010)

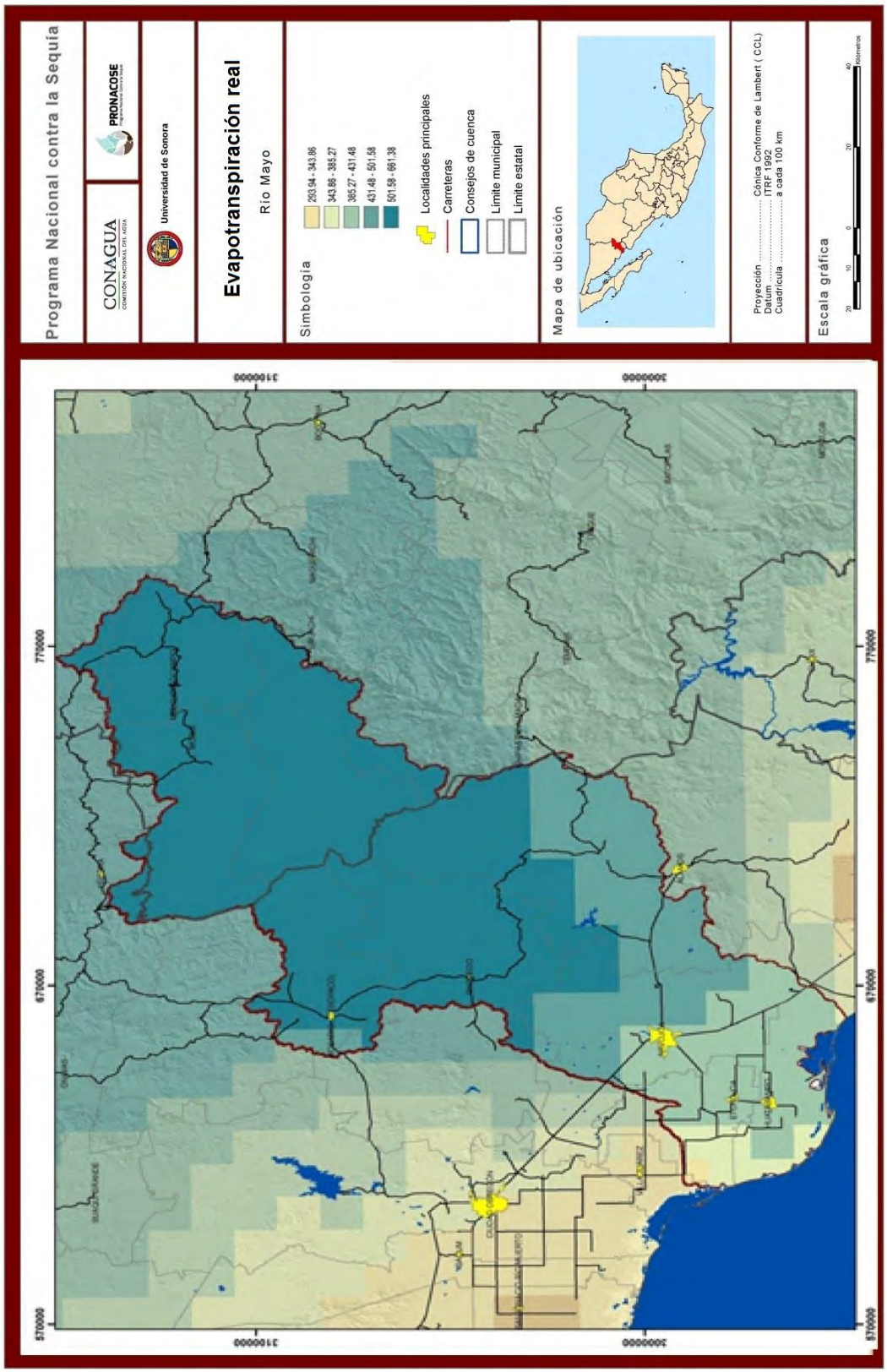


Figura I.12 Evapotranspiración real media anual (1970-2010)

I.2. Recursos naturales

Los recursos naturales en el área de estudio, se determinaron en función de las actividades económicas de los municipios que se localizan dentro del Consejo de Cuenca del Río Mayo. A continuación se presenta la Tabla I.4, donde se observas los productos de agricultura, ganadería, minería y bosques que se explotan en el área de estudio.

Tabla I.4 Recursos renovables y no renovables

Municipios	Cultivos	Cabezas y tipo de ganado	Minerales	Bosques
Álamos	56,687 ha 56,383 de temporal, 149 de riego y 155 mixtas. Principales cultivos son: el sorgo, maíz, ajonjolí y cacahuate.	75,289 cabezas de ganado bovino. Esta actividad se desarrolla en 621,689 ha.	Se explota grafito amorfo	-
Etchojoa	80 mil ha de riego. Los cultivos más importantes son el trigo y maíz.	El ganado porcino pertenece a 3 granjas, la avicultura a 3 granjas avícolas, el ganado caprino y bovino se cría a lo largo de los márgenes del río Mayo.	-	-
Huatabampo	41,959 ha principales cultivos: hortalizas, legumbres y trigo.	71,573 ha de agostadero y 9,438 ha de temporal. 19,264 cabezas de ganado bovino, 960 de ovinos y 1,363 caprinos.	-	-
Navojoa	116 mil ha Producción de granos y oleaginosas, destacando el trigo, maíz y soya.	Principalmente producción de porcinos y aves, en menor cantidad producción bovina.	-	-
Quiriego	6,500 ha; 5,300 de temporal y 1,200 de riego. Principales cultivos: ajonjolí, sandía, sorgo forrajero, maíz, frijol y zacates.	263,772 ha de agostadero, con una pob. animal de 39,321 cabezas de ganado bovino beneficiando a 432 productores.	Se extraen los siguientes minerales en pequeña escala: grafito, yeso, molibdeno, oro, plata y cobre.	La producción se destina para la elaboración de postes para cerco, carbón vegetal y varas para vid y hortaliza.
Rosario	5,327 ha el 80 % son de temporal y el resto de riego. Los principales cultivos son: ajonjolí, sorgo forrajero, maíz y frijol.	354,891 ha de agostadero, en las que se manejan 35,055 cabezas de ganado bovino, 478 de caprino y 1,356 de equino.	El Municipio aporta importantes volúmenes de grafito y fierro.	-
Chinipas	Sólo se cultiva, de manera rudimentaria: maíz, frijol, papa, ajonjolí, ajo, tomate y cebolla, aguacate, mango, naranja, limón, y guayaba.	Se crían principalmente becerros de rodeo.	Se participa en pequeña escala en la producción minera estatal, con oro, plata, plomo y cobre.	El subsector forestal genera la principal fuentes de ingresos.

Moris	Principales cultivos: frijol, maíz, avena forrajera, ajonjolí, ajo, tomate, cebolla, aguacate, mango, naranja, limón y guayaba.	Se crían bovinos de rodeo para exportación y porcinos, bovinos para producción de carne, caprinos, lanar, pollos de engorda.	Se extrae: oro, plata, plomo, cobre, zinc; existen siete plantas de beneficio, de las cuales cinco están en operación.	Tiene un aserradero banda, cinco aserraderos circulares, una fábrica de rejas y algunas plantaciones forestales.
Ocampo	Principales cultivos de temporal: maíz grano, frijol, avena forrajera y papa, fruticultura: manzana y durazno.	Se crían especies de bovinos productores de carne y de leche, caprinos, ovinos, porcinos.	Se produce oro, plata y cobre, participando a nivel estatal.	Se produce: madera aserrada, triplay, durmientes, celulosa verde y material combustible.
Uruachi	Los principales cultivos son: maíz, papa, avena y frijol. Fruticultura: se produce principalmente manzana y durazno.	Se crían especies de bovinos productores de carne y de leche, porcinos, caprinos, ovinos, gallinas.	Es productor de oro, plata y plomo existiendo además yacimientos de mercurio, grafito y mica.	El municipio cuenta con un aserradero circular.

A su vez se presenta la Figura I.13 donde se muestran las Áreas de Conservación para la cuenca del río Mayo con las zonas de protección de flora y fauna, los sitios RAMSAR y los Parques Nacionales que se localizan en el Consejo de Cuenca.

I.3. Oferta y demanda de agua

I.3.1. Recursos convencionales (aguas subterráneas y superficiales)

En el área de estudio se localizan 4 acuíferos: Cocoraque, Rosario-Tesopaco-El Quiriego, San Bernardo y Valle del Mayo. A continuación se presenta la Tabla I.5 con los volúmenes de recarga media anual (R), descarga natural comprometida (DNCOM), volumen concesionado de agua subterránea (VCAS), volumen de extracción de agua subterránea consignado a estudios técnicos (VEXTET) y disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS); valores publicados por CONAGUA, en los respectivos informes de Disponibilidad de Agua Subterránea para cada acuífero.

Tabla I.5 Disponibilidad media anual de agua subterránea

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
2641	Cocoraque	Cifras en hectómetros cúbicos anuales					
		198.2	20.0	175.86938	70.0	2.330619	0
2646	Rosario-Tesopaco-El Quiriego	27.7	7.7	0.92157	2.0	19.078431	0
2658	San Bernardo	39.7	6.5	0.54050	1.1	32.659498	0
2642	Valle del Mayo	370.0	78.1	220.58436	166.7	71.315643	0
	TOTAL	635.6	112.3	397.91581	239.8	125.384191	0

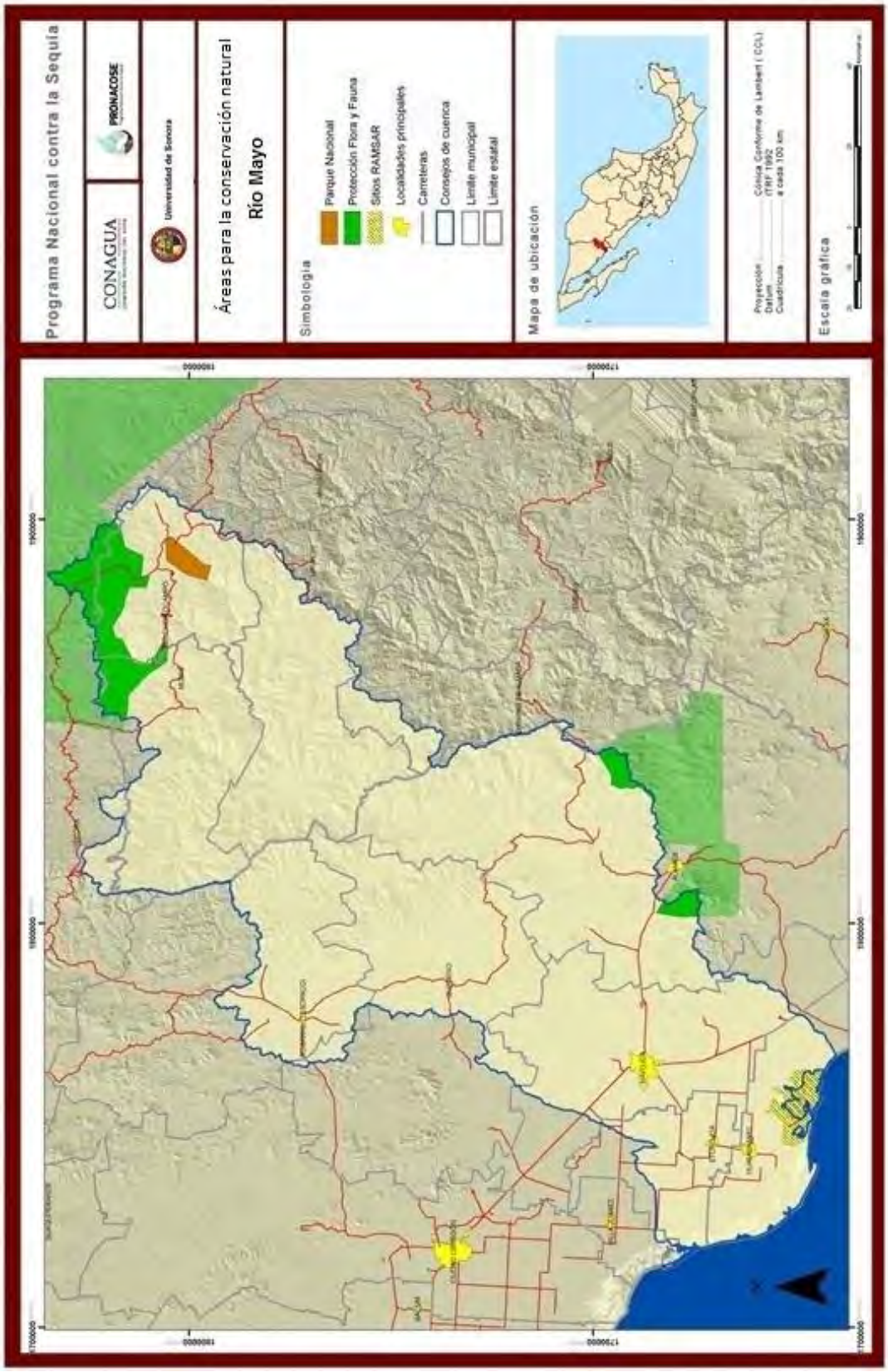


Figura I.13 Áreas para la conservación natural

En lo que respecta al agua superficial, en el territorio del Consejo de Cuenca del Río Mayo, se presenta un escurrimiento anual del 1,211.58 hm^3 desde sus orígenes hasta su desembocadura en el Golfo de California.

I.3.2. Desalación

No aplica.

I.3.3. Reutilización de agua tratada desde plantas de tratamiento

El tratamiento de las aguas residuales es esencial para la salud de los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana; para dar cumplimiento a las leyes y normas emitidas al respecto, se han construido plantas o establecido sitios con esa finalidad.

En 37 municipios de Sonora, el total o al menos una fracción de las aguas residuales, recibe tratamiento y en los 35 restantes, sólo cuentan con servicio de agua potable y alcantarillado.

Esta depuración de carga contaminante se realiza en 48 plantas o sitios, donde en su mayoría (94%) se realizan procesos primarios con los cuales se eliminan los sólidos en suspensión presentes en el agua residual. De los principales procesos físicoquímicos incluidos en el tratamiento primario están la sedimentación, flotación, coagulación, floculación y filtración. En menor parte (6%) se realizan procesos secundario o convencional, como: filtros biológicos, lodos activados y sistema dual, principalmente

En Sonora, todos los municipios cuentan con servicio de alcantarillado de la red pública; por otra parte, 51% de los municipios dan tratamiento al menos a una parte de sus aguas residuales. Se tienen registradas siete Plantas Tratadoras de Aguas Residuales (Figura I.14). También existe el registro de las localidades dentro del Consejo de Cuenca que cuentan con el servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales ver la Tabla I.6.

Tabla I.6 Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales

		Población Atendida				
Localidad	Población	Habitantes	(%)	Número de Plantas de Tratamiento	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)
Alamos	9585	8625	90			
Etchojoa	9893	8192	83			
Huatabampo	30806	27796	90	2	104	7
Navojoa	116176	86912	75			
Total:	166,460	131,525	84.5	2	104	7

I.3.4. Trasvases de otras cuencas

No aplica.

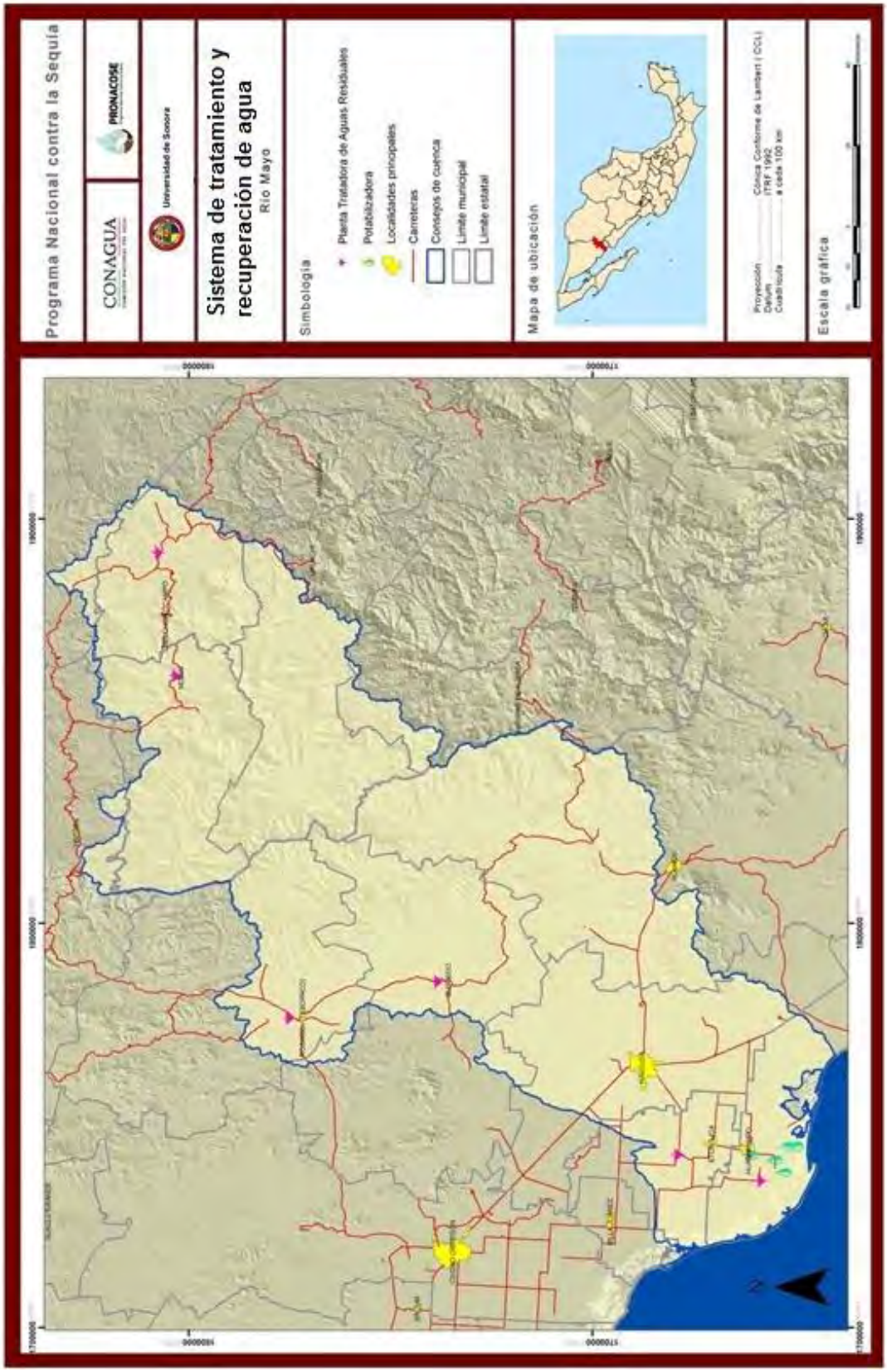


Figura I.14 Sistemas de tratamiento y recuperación de agua

I.3.5. Brecha hídrica

La relación entre brecha hídrica y oferta sustentable se tomó del anexo técnico del "Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías de México", para las células de planeación localizadas en el área de estudio (Tabla I.7, Figura I.15).

Tabla I.7 Relación Brecha Hídrica/Oferta Sustentable

	Recurso renovable (hm2)		Capacidad instalada (hm2)		Calculo de Brecha (hm2)				Factor 1a	
Clave	Subt.	Sup.	Subt.	Sup.	Oferta	Demanda	Brecha Negativa	Brecha Positiva	Brecha/ Recursos	Normali-zación
2618	477.87	1039.36	330.03	818.39	1148.42	1275.61	-127.19	127.19	0.08	0.05
2617	74.55	255.52	22.00	0.00	22.00	23.01	-1.01	1.01	0.00	0.00
802	1.08	0.30	0.82	0.27	1.09	3.44	-2.35	2.35	1.71	1.00
2615	51.15	87.71	10.44	78.35	88.79	107.17	-18.37	18.37	0.13	0.08

I.3.6. Usos y demanda de agua

En la región se tienen consignados seis principales usos del agua los que se detallan a continuación:

I.3.6.1. Acuacultura

La acuacultura es una actividad productiva importante en la región del Consejo de Cuenca. Los sitios de producción de especies camaronícolas se localizan principalmente en las desembocaduras y esteros de la parte costera del río Mayo.

También se lleva a cabo cierta actividad pesquera aprovechando el vaso de la presa Adolfo Ruiz Cortines. Las organizaciones que se tienen en esta actividad son de tipo cooperativas y asociaciones camaronícolas.

La actividad pesquera utiliza el agua almacenada de las presas y los acuacultores los esteros. Dentro de la región, estas actividades cuentan con un enorme potencial; sin embargo su desarrollo se ve amenazado por la deforestación de las partes altas de la cuenca, que trae consigo grandes arrastres de material que azolva la parte baja de los ríos, así como la destrucción de los manglares en los litorales.

I.3.6.2. Uso agrícola

La agricultura de riego ha sido por mucho tiempo una de las principales actividades económicas de la cuenca del río Mayo. El sector agrícola demanda aproximadamente el 96% del agua que se utiliza en la región y su fuente principal la constituye el agua superficial.

En esta región se ubica el Distrito de Riego 038 Río Mayo, con una superficie de 96.914 ha y utiliza agua superficial y subterránea. Sobre este Distrito, es pertinente señalar que la Comisión Nacional del Agua ha transferido su infraestructura hidroagrícola a los usuarios, con el propósito de alcanzar su autosuficiencia operativa, administrativa y financiera. La participación activa y responsable de los usuarios, resultado de esta medida, ha elevado los índices de eficiencia en la utilización del agua y de la infraestructura de riego y se estima en 61%.

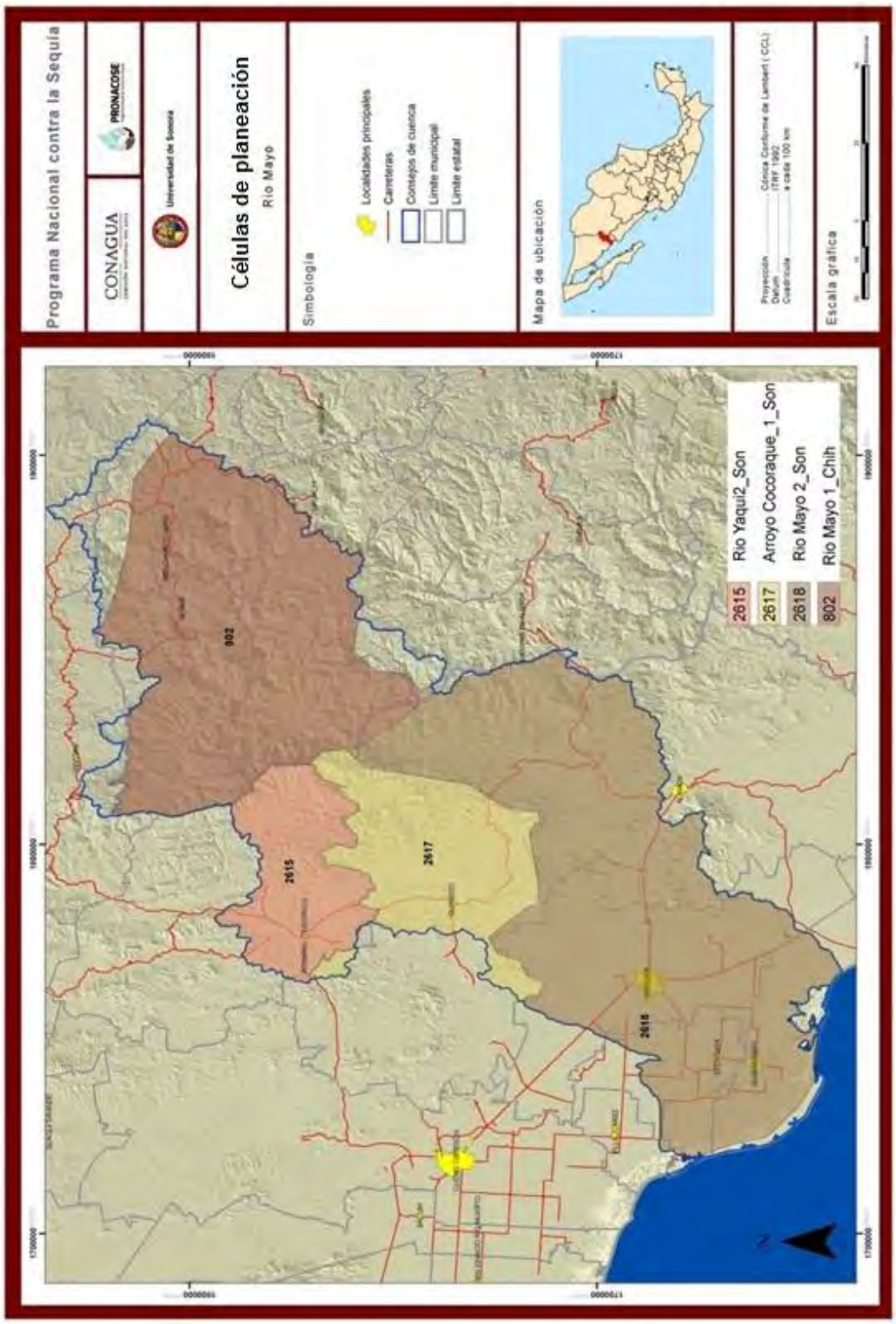


Figura I.15 Células de planeación dentro del Consejo de Cuenca del Río Mayo

I.3.6.3. Uso industrial

Las empresas que utilizan agua para desarrollar su actividad son del ramo de cerveceras y refresqueras, ubicándose en su mayoría en la parte baja de la cuenca del río Mayo. La industria cervecera es la que mayor demanda el recurso y el volumen anual utilizado por esta rama de producción es de aproximadamente 2% de la oferta total.

Existen también industrias procesadoras de productos pesqueros que generan importantes descargas de aguas residuales en la Bahía de Yavaros.

I.3.6.4. Uso pecuario

Las áreas ganaderas se ubican en lugares no montañosos, principalmente en terrenos de agostadero, existe también una actividad importante de producción porcícola y avícola en áreas dentro del Distrito de Riego 038 Río Mayo.

El volumen anual demandado por esta actividad se destina básicamente para abrevaderos, utilizando un promedio anual aproximado de 6 hm^3.

La problemática de este sector se acentúa cuando se presentan sequías extremas, esto ocasiona falta de pasto en los agostaderos por lo que el sector ganadero ve reducida su cantidad de cabezas de ganado.

Las descargas de aguas residuales por usos de granjas porcícolas que descargan directamente a los cuerpos receptores provocan contaminación del agua superficial y presentan riesgos de contaminación de los acuíferos de la región.

I.3.6.5. Uso público urbano

En el área de influencia del Consejo de Cuenca, el servicio de agua potable y alcantarillado es proporcionado por siete organismos operadores ubicados en las cabeceras municipales.

La cobertura media del servicio de agua potable a nivel regional es del 93%, cifra cuyo valor se encuentra arriba de la media nacional que es de 86%, y la de alcantarillado es igual a la media nacional del 72%.

El volumen anual de agua requerido para el abastecimiento a las localidades es del orden de 41 Hm^3, siendo la principal fuente de abastecimiento el agua subterránea.

I.3.6.6. Uso en servicios

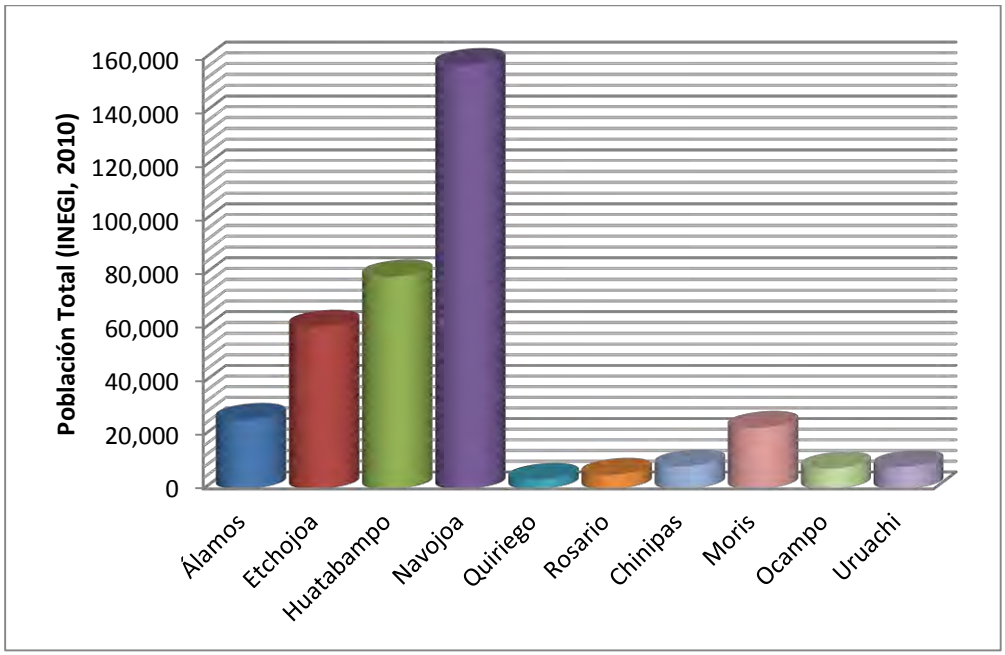
La mayor parte de los hoteles que dan servicio al turismo se abastecen de agua potable en las redes municipales. Son usuarios de las aguas nacionales un pequeño grupo de prestadores de servicios, cuyo abastecimiento lo realizan a través de fuentes directas. El principal sitio turístico de la región del río Mayo son las ciudades de Álamos y Navojoa.

I.4. Demografía, economía y nivel de desarrollo

El área geográfica de la cuenca del río Mayo está conformada con porciones de los estados de Sonora; que representa el 73% del área total y Chihuahua con el 27%. Engloba total o parcialmente 10 municipios, seis en Sonora y cuatro en Chihuahua; destacando Navojoa, Huatabampo, Álamos y Etchojoa, todos en el estado de Sonora. En la Tabla I.8 se encuentra el listado de los municipios, en la Gráfica I.2 la población total por municipio y en la Figura I.16 la distribución espacial de la información descrita.

Tabla I.8 Municipios en la cuenca del río Mayo

Municipio	Clave	Estado	Población Total (INEGI, 2010)
Álamos	26003	Sonora	25,848
Etchojoa	26026	Sonora	60,717
Huatabampo	26033	Sonora	79,313
Navojoa	26042	Sonora	157,729
Quiriego	26049	Sonora	3,356
Rosario	26051	Sonora	5,226
Chinipas	8020	Chihuahua	8,441
Moris	8047	Chihuahua	22,880
Ocampo	8051	Chihuahua	7,546
Uruachi	8066	Chihuahua	8,200
		TOTAL	379,256



Gráfica I.2 Población total por municipio

Figura I.16 Población total (INEGI, 2010)

En lo que respecta a la economía, se presenta la Tabla I.9 con la población económicamente activa e inactiva, así como la Tabla I.10 con las características sociales de los municipios localizados dentro del Consejo de Cuenca.

Tabla I.9 Población económicamente activa e inactiva

Municipios	Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
	Total	Ocupada	Desocupada		
Álamos	9,466	9,160	306	10,281	188
Etchojoa	21,770	20,694	1,076	24,162	253
Huatabampo	28,840	27,340	1,500	32,627	351
Navojoa	61,605	57,989	3,616	58,664	484
Quiriego	1,177	1,150	27	1,363	31
Rosario	1,940	1,791	149	2,137	18
Chinipas	2,549	2,287	262	3,530	52
Moris	1,774	1,670	104	2,115	23
Ocampo	2,724	2,617	107	2,805	34
Uruachi	2,690	2,555	135	3,384	17

Tabla I.10 Características sociales

Municipios	Sociedad		
	Educación	Salud	Vivienda
Álamos	80 escuelas de preescolar, 105 escuelas primarias, 41 secundarias y una preparatoria.	Se cuenta con un hospital, 16 centros y 12 casas de salud, IMSS e ISSSTE con una unidad médica, el sistema ISSSTESON con 3 consultorios médicos, uno dental y 4 consultorios privados.	5,749 viviendas; 5,767 particulares y 5 con un promedio de 4 habitantes por vivienda.
Etchojoa	Cuenta con 191 escuelas que atienden a 16,221 alumnos.	La población del municipio recibe la atención médica por parte del IMSS, ISSSTE, ISSSTESON con una cobertura del 98%.	11,836 viviendas; 11,834 particulares y 2 colectivas, con un promedio de 4 habitantes por vivienda y predomina el tabique con techo de loza y asbesto con piso de concreto.
Huatabampo	90 escuelas de nivel preescolar, 105 primarias, 32 secundarias, un plantel tipo CONALEP. A nivel profesional se cuenta con un Instituto Tecnológico.	Este servicio se presta en el Municipio a través del IMSS, Secretaría de Salud y Asistencia, ISSSTE, ISSSTESON y 2 clínicas privadas	17,108 viviendas; 17,098 particulares y 10 colectivas, con un promedio de 4 personas por unidad y predomina el tabique con techo loza y de asbesto con piso de concreto.

Navojoa	368 planteles; 127 son jardines de niños, 15 centros de educación especial, 145 escuelas primarias, 45 secundarias, 12 bachillerato y 7 de educación superior.	29 unidades médicas, correspondientes a los sistemas de seguridad social, SEMESON, IMSS, ISSSTE, ISSSTESON, Instituciones privadas y un Hospital Municipal.	47,802 viviendas; con un promedio de 3 habitantes por vivienda.
Quiriego	6 planteles de preescolar, 11 de primaria y 5 de telesecundaria.	4 unidades médicas que operan servicios de primer nivel y 3 Casas de Salud en las localidades de Tepahui, Batacosa y Cabora.	859 viviendas; 858 son particulares y una colectiva, con un promedio de 3 habitantes por vivienda y predomina el tabique con techo de loza y asbesto con piso de concreto.
Rosario	9 jardines de niños y 23 primarias, 1 secundaria técnica agropecuariay 4 telesecundarias, 1 Centro de Bachilleres Tec. Agrop. No. 38.	Un centro de IMSS y casas de salud en las diferentes comunidades.	1,376 viviendas particulares, con un promedio de 3 habs. por vivienda y predomina el tipo de vivienda de tabique con techo loza y de asbesto con piso de concreto.
Chinipas	La educación abarca los niveles de preescolar, primaria y media básica. El CONAFE brinda atención a varias comunidades.	Un centro COPLAMAR, una clínica rural tipo "C" y una clínica del ISSSTE.	Las viviendas son de adobe con techos de madera y lámina; sólo el 9.3% del total de viviendas cuenta con servicio eléctrico.
Moris	La educación comprende los niveles de preescolar, primaria y media básica; el CONAFE atiende algunas comunidades como Mesa Blanca y El Sauz.	La Secretaría de Salud (SSA) controla un centro de salud tipo "C", en la cabecera municipal.	Hay poco más de 1,000 viviendas, la mayoría de uno o dos cuartos.
Ocampo	El sistema educativo del municipio comprende los niveles de preescolar y primaria. CONAFE atiende el resto de las localidades.	Existe una unidad médica rural en la cabecera mpal. controlada por IMSS-COPLAMAR.	Del total de viviendas, el 80.63% tienen uno o dos cuartos, teniendo una densidad de ocupantes por cuarto de 3.63.
Uruachi	Más del 29% de la población asiste a centros de enseñanza que comprenden los niveles educativos de preescolar, primaria y media básica.	Un centro de salud tipo "D" de la SSA, 3 unidades médicas del Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS.	Construcciones de adobe con techos de lámina. Se dispone en promedio de un cuarto por cada 3.8 personas.

Se presenta a su vez el índice de desarrollo humano por célula de planeación, tomado del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD.2010; así como las características de urbanización y vivienda para el área de estudio (Tablas I.11 y I.12, respectivamente).

Tabla I.11 Índice de desarrollo humano por célula de planeación

Células	Índice	Grado
RíoMayo1_Chih	0.67786	Medio
RíoMayo2_Son	0.74830	Medio

Tabla I.12 Urbanización y vivienda

Municipios	Urbanización y Vivienda			
	Agua potable	**Drenaje**	**Electrificación**	**Vías de comunicación**
Álamos	El servicio se brinda a 25 localidades con una cobertura del 90 %.	Únicamente se brinda en la Cabecera Municipal y en la comunidad de Los Tanques, el resto de las localidades no cuentan con él y representa el 73 % de la población.	Este servicio se presta en 58 localidades del Municipio, lo que representa el 70 % del total del territorio municipal	Se cuenta con servicio de teléfono, telégrafo, servicio postal, recibe señales de televisión y radio. Carreteras de acceso pavimentadas y la red de caminos de terracería.
Etchojoa	Operan 62 sistemas de agua potable que abastecen a 10,233 viviendas. Lo que representa el 88% del total de las viviendas.	En el Municipio disponen del sistema de drenaje en la Cabecera Municipal beneficiando al 3% de la población Municipal.	El servicio de energía eléctrica se presta a 49,702 habs, equivalente al 85% de la población total.	Comparte la red de carreteras del Valle del Yaqui, las carreteras que enlazan a Navojoa-Huatabampo.
Huatabampo	El servicio beneficia a una población de 63,593 habitantes representando un 84 % de la población total.	Solamente la Cabecera Municipal, la Comisaría del Júpare y la Delegación de la Colonia Unión, cuentan con este servicio, cubriendo un 33 %.	100 % de cobertura en la Cabecera Municipal beneficiando a 50,000 habitantes, no así en el área rural.	Servicio de correos, telégrafos y teléfonos. Una aeropista que da servicio a la aeronavegación nacional y ferrocaril.
Navojoa	Se cuenta con 29,633 tomas domiciliarias, de las cuales 28,237 son domésticas, 1,336 comerciales y 60 industriales.	Se cubre un 76.4 % de las necesidades urbanas, pero ésta es nula en las comunidades rurales.	Cuenta con una cobertura de 95%, ubicándose el déficit principalmente en pequeñas comunidades rurales.	Acceso a la carretera internacional No. 15, carreteras rurales e infraestructura ferroviaria.
Quiriego	Todas las comunidades cuentan con este servicio, beneficiando al 98 % de la población municipal.	La Cabecera Municipal, es la única que cuenta con este servicio con una cobertura del 40 %.	Este servicio sólo se presta en 5 localidades, beneficiando a 2,100 habitantes dejando de recibir este servicio aprox. el 35 % de la población Municipal.	Cuenta con una red carretera de terracería y caminos rurales en la gran mayoría de las poblaciones, una aeropista y servicio telefónico.
Rosario	Del total de viviendas en el municipio, el 67 % cuenta con agua potable.	El servicio de drenaje sólo se presta en la cabecera municipal, beneficiándose únicamente el 15 % de la población.	Sólo 2 comunidades cuentan con el servicio de energía eléctrica y alumbrado público.	Integrada por la carretera pavimentada Cd. Obregón-Chihuahua, caminos de terracería y brechas. Servicio de teléfono, telégrafo, correo.
Chinipas	Las principales localidades tienen servicio agua potable.		Sólo la Cabecera tiene servicio de electricidad, aunque con limitación en horas luz, ya que el sistema es por planta.	Cuenta con caminos rurales, cuenta y con dos aeropistas. Tiene una oficina telegráfica en la Cabecera Municipal, así como administración de correo.
Moris	Casi el 30% del total de viviendas cuenta con agua entubada.		Sólo una localidad se encuentra electrificada.	Carreteras revestidas y caminos rurales, una agencia de correos en la carretera municipal.
Ocampo	El 15% de las viviendas cuenta con agua entubada.	El 3.5% tiene servicio de drenaje a base de letrina o fosas sépticas	El 8% de la población cuenta con servicio de energía eléctrica.	Carreteras revestidas, cinco pistas de aterrizaje. Agencias de correo en varias localidades.
Uruachi	La Cabecera Municipal y Estación Bahuichivo, disponen del servicio de agua potable.			Su infraestructura caminera es muy escasa. Una administración de correo en Uruachi y agencias en Arechuyvo, Batopilas y Nueva Unión.

REFERENCIAS

Aparicio F., 1997. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Balderas, México: Limusa.

Cervantes-Zamora Y., Cornejo-Olguín S. L., Lucero-Márquez R., Espinosa-Rodríguez J. M., Miranda-Víquez E. y Pineda Velásquez A., 1990. Clasificación de Regiones Naturales de México, IV. 10. 2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4' 000, 000.

Maderey - R, L. E. y Torres - Ruata, C., 1990. "Hidrografía e hidrometría", IV.6.1 (A). Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México

Maderey L. E., 1991. Climate based water volume calculation of the hydrographic humid basins for their efficient use. [Spanish]. Proceedings of the International Seminar on Efficient Water Use, National Water Commission, Mexican Institute of Water Technology: 76-79, Mexico, D. F.

II. SEQUÍA HISTÓRICA Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO

II.1. Evaluación histórica de la sequía, oferta y demanda de agua

Dadas las condiciones de infraestructura hidroagrícola con que cuenta la cuenca del río Mayo (presas de almacenamiento y pozos), se considera que la sequía no es únicamente un fenómeno físico que puede ser definida únicamente por el clima, como la mayor parte de las personas asume; sin embargo, en esta cuenca la sequía también puede ser causada por un incremento en la demanda del agua disponible durante períodos de escurrimiento promedio o incluso durante períodos secos. De esta manera la sequía en esta cuenca puede verse además como un balance entre el agua disponible y el agua demandada por los diferentes usuarios del agua. La cuenca del río Mayo se tiene que reflexionar y definir cuando existe una situación de sequía coyuntural o se produce un cierto grado de inadecuación estructural entre los subsistemas de oferta y demanda de agua en el Distrito de Riego.

Con el propósito de entender el término de sequía para las condiciones específicas de la cuenca del río Mayo, se establecen las siguientes definiciones propuestas por diferentes investigadores y que pueden adaptarse y/o adoptarse para las condiciones de esta cuenca. Las definiciones se han desarrollado respondiendo a las diferentes actividades que se realizan en la cuenca, ya que los efectos de las sequías varían de acuerdo al sector afectado. La palabra sequía tiene diferente significado para un ganadero de la parte media-alta de la cuenca que para un agricultor del valle, un administrador de los recursos hidráulicos o para los responsables de las plantas hidroeléctricas.

Con base a la severidad de los impactos detectados sobre los recursos hidráulicos, se definieron algunos lineamientos para apoyar al desarrollo de sistemas de alerta temprana de sequía, así como a la planificación integral de los recursos hidráulicos, requerida en los planes de riego del Distrito. Además, el estudio constituye una base para la detección y evaluación en tiempo real, dado que se determinaron umbrales de precipitación, escurrimiento y almacenamiento por debajo de los cuales ocurre una sequía.

Dado que en la cuenca del río Mayo se llevan a cabo múltiples actividades que pueden ser afectadas de diferente manera por una sequía tanto en el espacio como en el tiempo y tratando de proteger a cada una de ellas, se caracterizará la sequía de acuerdo con los dos tipos principales: meteorológica e hidrológica:

a) Sequía meteorológica: la sequía meteorológica se considera como una condición atmosférica caracterizada por una reducción de los valores de la precipitación con respecto a los valores normales a consecuencia de la variabilidad climática durante un período de tiempo previamente determinado (Wilhite, 2000). El umbral seleccionado y el período de variación varían de acuerdo a las necesidades de los usuarios y de sus actividades (ganadería, agricultura, uso urbano e industrial). Para la caracterización y evaluación de este tipo de sequía utilizaremos el SPI (Standardized Precipitation Index), desarrollado por McKee et al (1993). El cálculo requiere únicamente el uso de series históricas de precipitación y ofrece la ventaja de manipular diversas escalas de tiempo, haciendo posible identificar los impactos de la sequía en

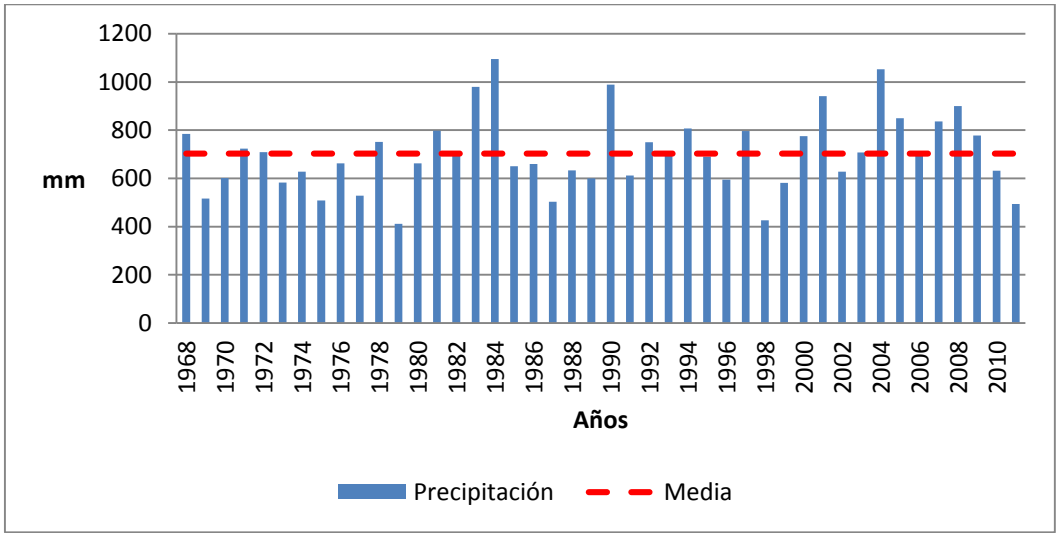
períodos de corto, mediano y largo plazo.

b) Sequía hidrológica: la sequía hidrológica en la cuenca del río Mayo es un concepto independiente del déficit de precipitación ya que se define como una reducción del escurrimiento de agua en el río y la recarga a los acuíferos con respecto a los valores normales afectando a los sistemas de abastecimiento de presas y acuíferos (Iglesias, A., et. al 2009). En esta cuenca no hay una relación directa entre la cantidad de precipitación ocurrida en un período determinado y el volumen de agua almacenado en el sistema de presas, ya que este último se destina a diferentes usos como la agricultura, urbano e industrial y para generación de energía eléctrica. Así mismo, el volumen de agua infiltrado al acuífero tampoco depende del volumen de agua originado por la precipitación, ya que el volumen infiltrado depende mayormente de la infiltración del agua en los canales de riego y a nivel parcelario. En esta cuenca no es posible amortiguar los efectos de las sequías ya que la presa Adolfo Ruiz Cortines (El Mocúzari) no aumenta la resistencia a las sequías porque no permite almacenar grandes volúmenes de agua durante años húmedos y amortiguar. Para la caracterización y evaluación de este tipo de sequía se utilizó el SDI (Índice Hidrológico de Sequía), desarrollado *Nalbantis* y Tsakiris en 2009.

II.1.1. Caracterización de la sequía meteorológica a nivel cuenca

La precipitación media en el total de la cuenca del río Mayo es de 703.05 mm (38.413 hm^3), en el período analizado. La serie de precipitaciones presenta una desviación estándar de 157.62 mm y un coeficiente de variación de 0.22. El valor mínimo de la serie corresponde al año 1979 (412 mm), mientras que el máximo se produjo el año 1984, con un valor de 1,095 mm.

En la siguiente gráfica se observa la evolución de la precipitación media anual en la cuenca del río Mayo en el período 1968-2011 (Gráfica II.1).



Grafica II.1Evolución de la precipitación anual en la cuenca río Mayo

II.1.1.1. Método SPI para la caracterización de la sequía meteorológica

El SPI es un índice desarrollado en 1993 por Tom Mckee, Nolan Doesken y John Kleist del Colorado Climate Center, para dar seguimiento a la sequía meteorológica de cualquier plazo, utilizando únicamente la ocurrencia de la lluvia. Se sustenta en que los registros de lluvia tienen en general, un buen ajuste a la función de densidad de probabilidad *Gamma*, y es posible calcular para cada caso los parámetros funcionales con los cuales hacer las estimaciones de la cantidad de lluvia en diversos niveles de probabilidad.

Este índice constituye un criterio para definir cuándo se debe considerar que una cierta región presenta sequía en un período de tiempo determinado y los valores convencionales del SPI para clasificar la sequía se presentan en la Tabla II.1.

Se pueden obtener valores del SPI para diferentes períodos, entre uno y 48 meses, siendo los más usuales para 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36 y 48 meses, lo que significa disponer del índice a diferentes escalas de tiempo. La utilidad de esto consiste en que se puede analizar el comportamiento de la lluvia en períodos distintos, como por ejemplo, el período lluvioso de julio a septiembre. El índice tiene más variabilidad en la medida que la escala de tiempo es menor; esto es, para el SPI de un mes se tiene más variación que para el SPI de 12 meses: a mayor escala los valores se atenúan y tienden a la media.

Tabla II.1 Valores convencionales para sequía

FASE	VALOR DE SPI
Sin sequía	-0.5 a 0.5
Sequía incipiente	-0.5 a -0.79
Sequía moderada	-0.80 a -1.19
Sequía severa	-1.20 a -1.49
Sequía extrema	-1.50 a -1.99
Sequía excepcional	**Menor que -2.0**

Existen otros métodos que permiten caracterizar el fenómeno de sequía, como el Indice de Palmer que requiere datos de humedad del suelo.

En esta sección se analizan las precipitaciones de la cuenca del río Mayo y se calculó el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), para períodos de 12, 36 y 48 meses, hasta el mes de diciembre de 2012, pues no todas las estaciones tienen registros al 2013.

Las estaciones consideradas en el análisis de precipitaciones se muestran en la Figura II.1, así como los resultados de SPI obtenidos para la zona. Es importante mencionar que sobre el río Mayo no existen estaciones climatológicas en la parte central de la cuenca, desde Basaseachic, Chihuahua, hasta San Bernardo, Sonora.

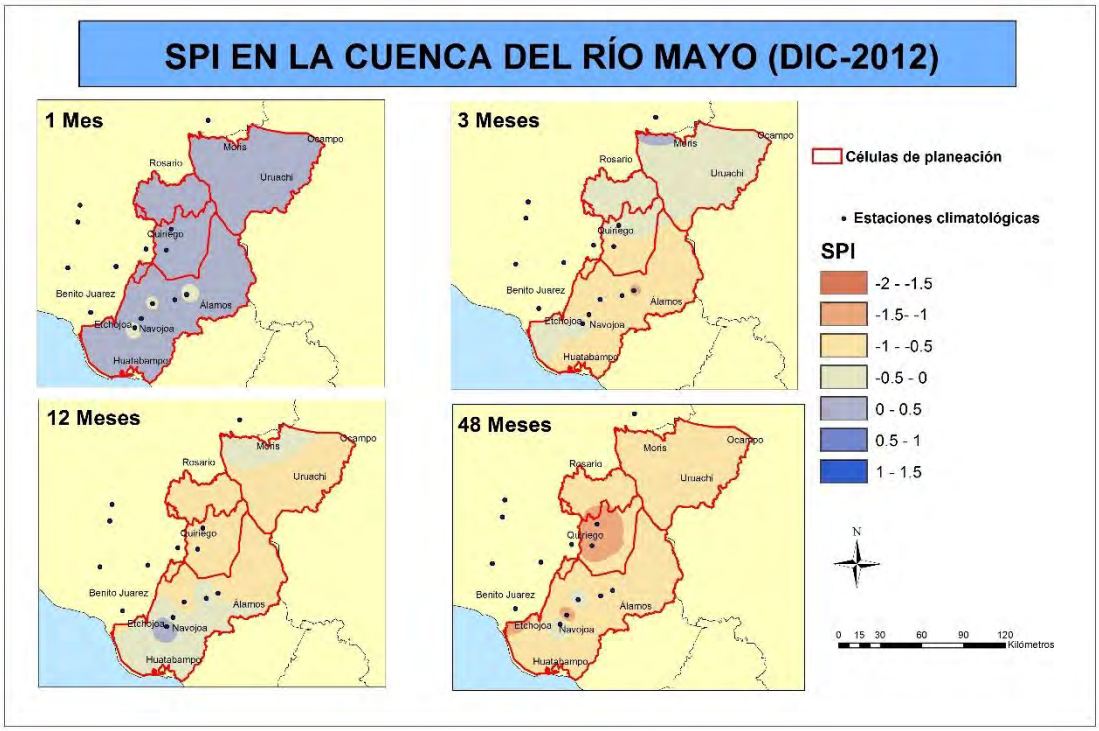


Figura II.1SPI en la cuenca del río Mayo (A diciembre del 2012)

A continuación se presenta la Figura II.2, II.3 y II.4 con los resultados del índice estandarizado de sequía para el período de 12, 36 y 48 meses respectivamente

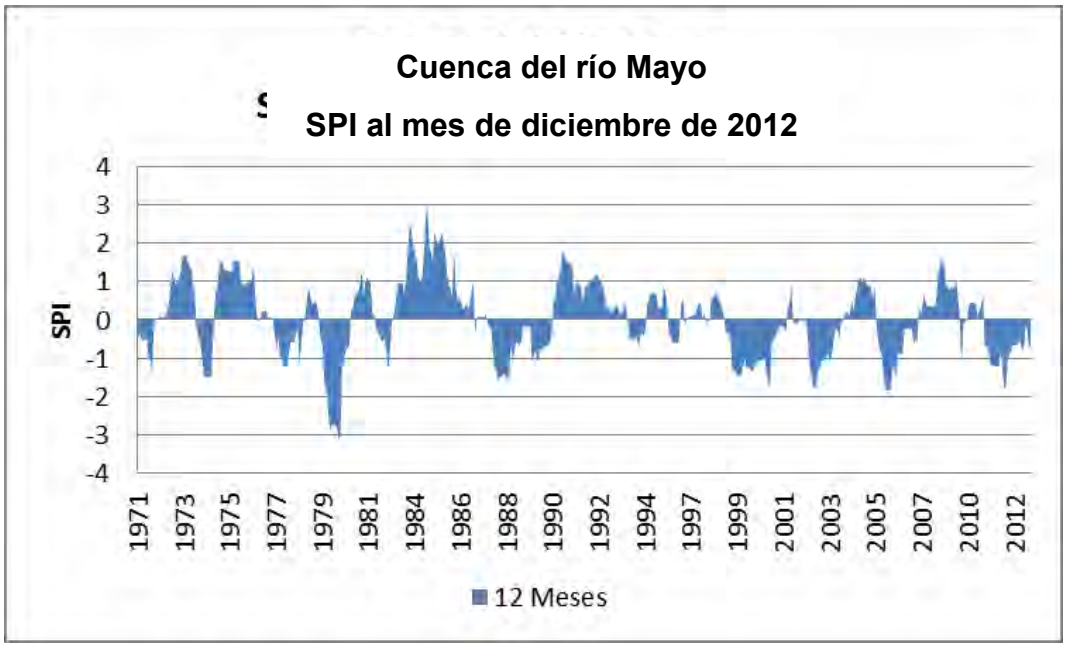


Figura II.2 Resultado del SPI al mes de diciembre de 2012, 12 meses

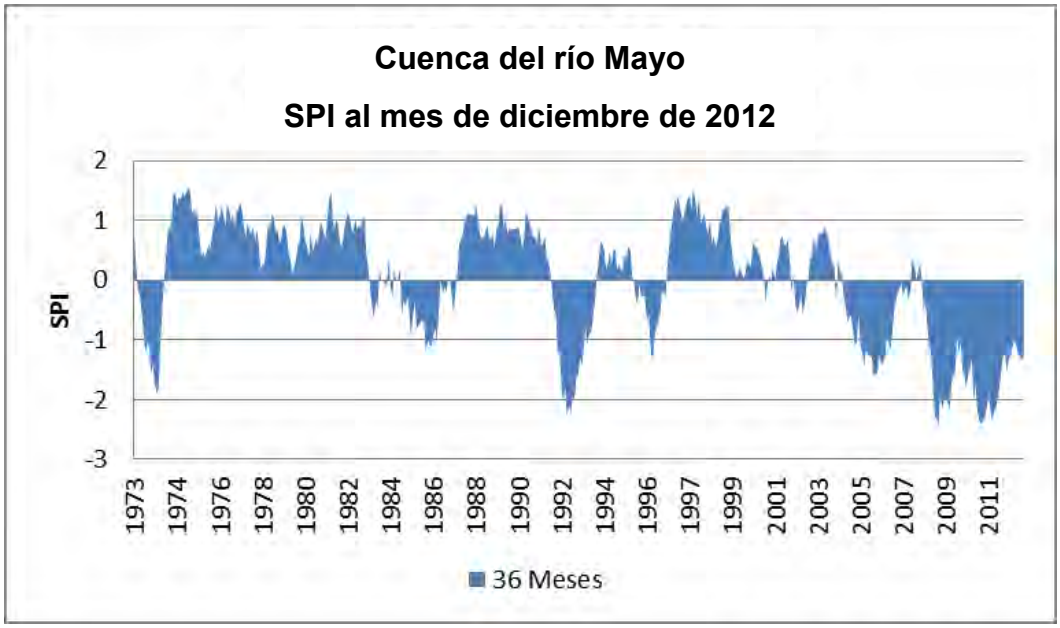


Figura II.3 Resultado del SPI al mes de diciembre de 2012, 36 meses

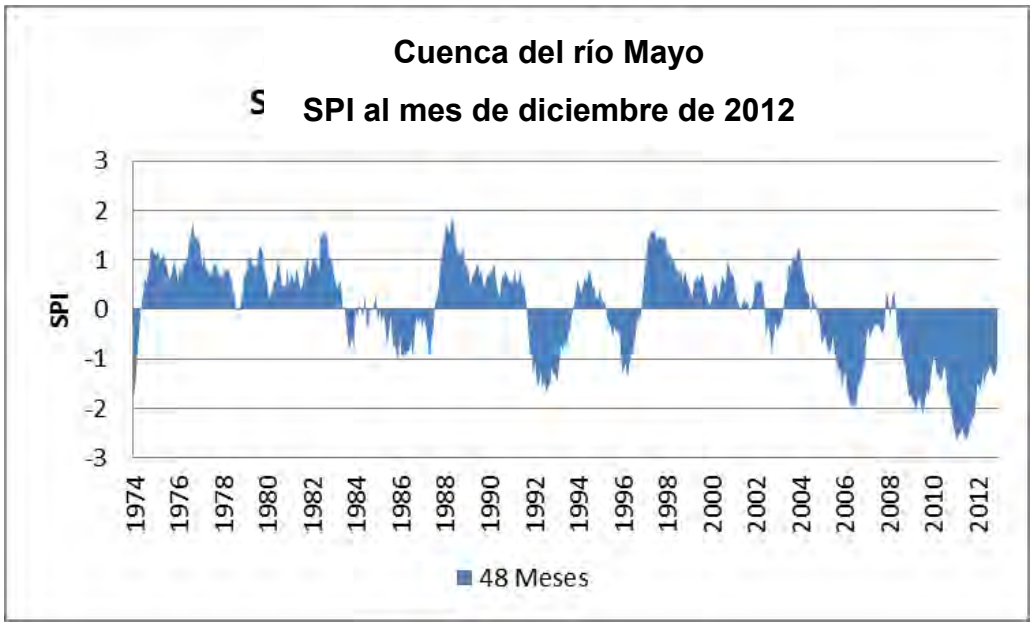


Figura II.4 Resultado del SPI al mes de diciembre de 2012, 48 meses

Con los resultados del SPI para la cuenca del río Mayo para 12 meses, se determinaron los umbrales de sequía meteorológica para la zona y el número de años en los que se repitieron dichas condiciones (Tabla II.2).

Valor de SPI	Criterio	Ppt (mm)	No. de años
2.00 y más	Extremadamente húmedo	1077	1
1.50 a 1.99	Muy húmedo	908	3
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo	875	3
-0.99 a 0.99	Condiciones normales	778	29
-1.00 a -1.49	Sequía moderada	496	5
-1.50 a -1.99	Sequía severa	446	0
-2.00 y menos	Sequía extrema	380	1

Tabla II.2 Umbrales de Sequía Meteorológica en la Cuenca del Río Mayo

II.1.2. Caracterización de la sequía hidrológica a nivel cuenca

Para el control hidrométrico, existen en la cuenca del río Mayo dos estaciones que miden las aportaciones a la presa Adolfo Ruiz Cortines, Mocuzari: San Bernardo y Tezocoma.

-Estación hidrométrica San Bernardo

Esta estación inició operaciones en enero de 1960; se localiza en los 27° 24' 5.87'' latitud norte y 108° 50' 50.22'' longitud oeste y tiene por objeto medir los escurrimientos del río Mayo para conocer las aportaciones a la presa Adolfo Ruiz Cortines.

El escurrimiento medio anual en esta estación hidrométrica es de 949.5 millones de m^3 en el período de 1960 a 2010 (Figura II.5). Sin embargo, en los últimos años, a partir de 1994, los escurrimientos han estado por abajo de la media anual, a excepción de los años 2000, 2005, 2007 y en el año 2009 prácticamente se tuvo el escurrimiento medio con 961.6 millones de m^3. El escurrimiento mínimo del período de registro ocurrió en el año 2002, con 438.2 millones de m^3, y en 1987 y 1969 se tuvieron 479.1 y 445 y millones de m^3, respectivamente; valores muy similares al del año 2002.

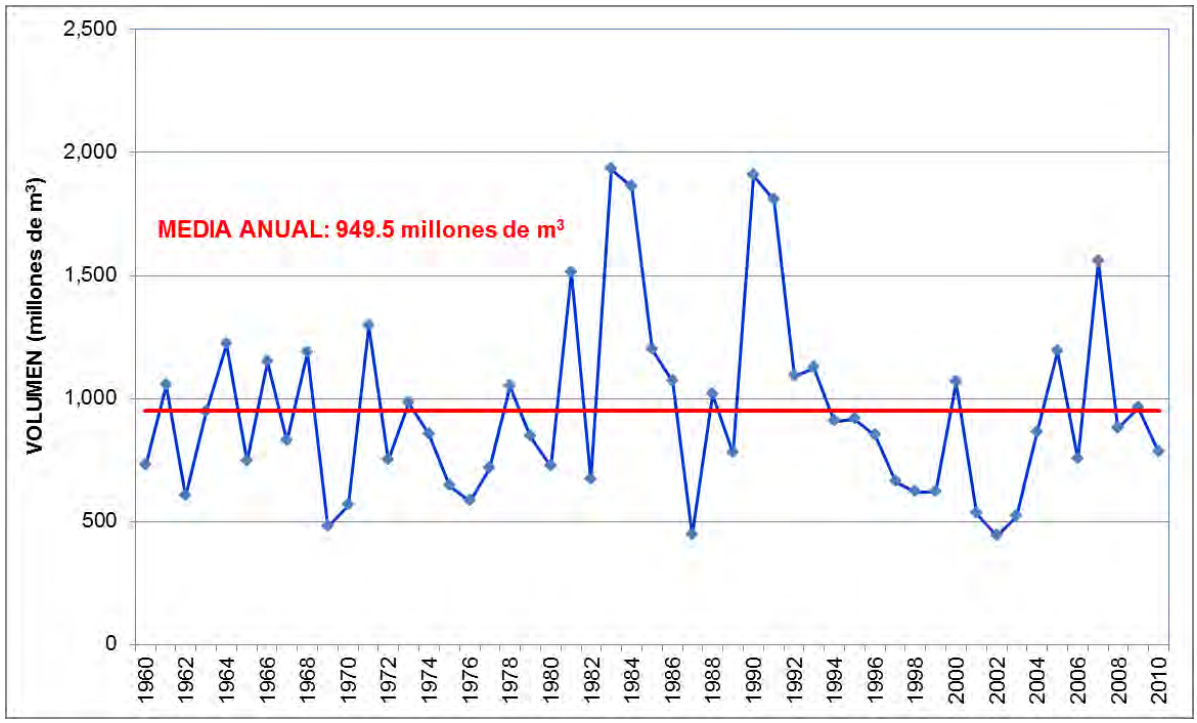


Figura II.5 Escurrimiento anual en la estación San Bernardo

-Estación hidrométrica Tezocoma

Esta estación inició operaciones en marzo de 1961; se localiza en los 27° 39' 30.0'' latitud norte y 109° 12' 45.0'' longitud oeste, y tiene por objeto medir los escurrimientos del arroyo El Quiriego para conocer las aportaciones a la presa Adolfo Ruiz Cortines. Se cuenta con un registro de 1962 a 2004.

El escurrimiento medio anual en esta estación hidrométrica es de 25.9 millones de m^3 (Figura II.6). En los últimos años, a partir de 1996, los escurrimientos han estado por debajo de su valor medio anual, a excepción del año 2000 en que el escurrimiento fue de 29.6 millones de m^3.

El escurrimiento estimado para el año 2004 es de 24.7 millones de m^3, muy cercano al promedio anual. En la misma figura se observa que los escurrimientos mínimos se han presentado antes de 1994, y han sido menores que los registrados en los últimos 10 años.

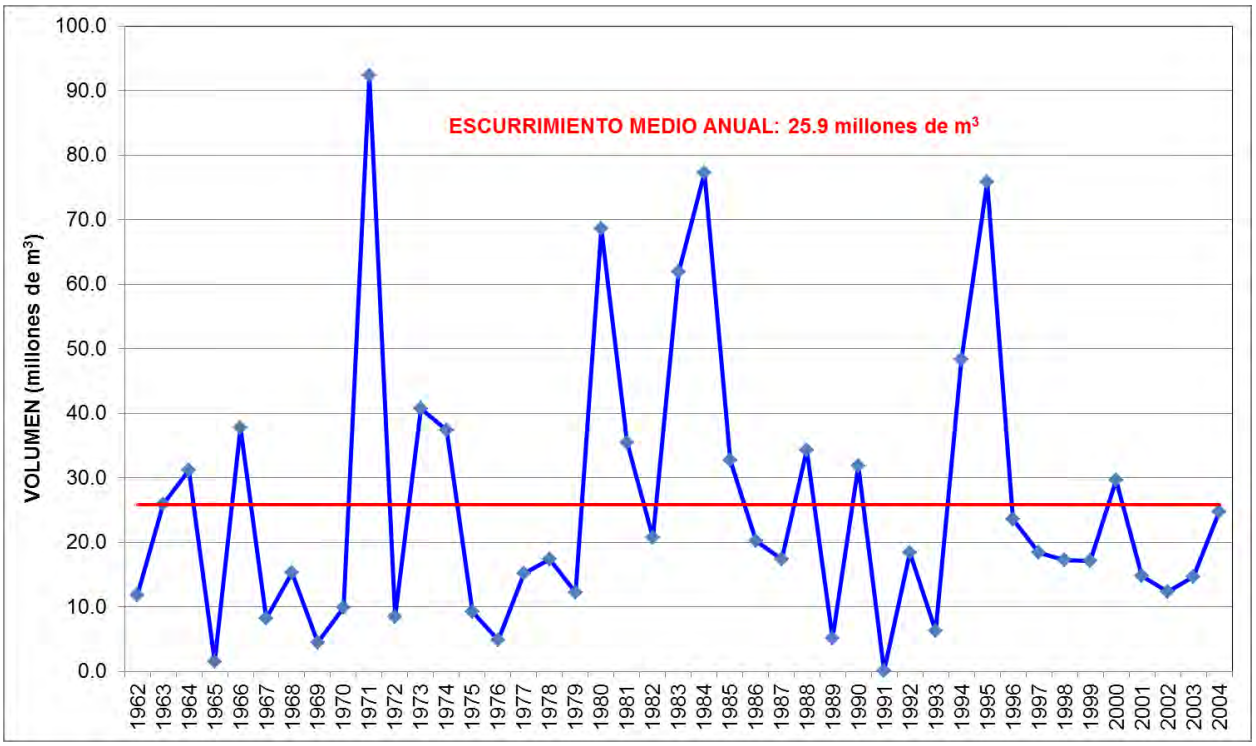


Figura II.6 Escurrimiento anual en la estación Tezocoma

El río Mayo cuenta con una presa para almacenamiento, control de avenidas y generación de energía eléctrica: la presa Adolfo Ruiz Cortines, Mocuzari. Fue construida con el propósito de riego durante el período de 1952-1955; se sitúa a unos 40 km al noreste de la ciudad de Navojoa, en el municipio de Álamos. Tiene una capacidad de conservación (NAMO) de 950.25 millones de m^3, mientras que al Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) su capacidad es de 1,825 millones de m^3.

En la Figura 2.9 se presenta la evolución de las aportaciones al vaso de la presa Adolfo Ruiz Cortines de 1956 a 2013; en ella se observa que la aportación media histórica es de 982.5 millones de m^3.

De 1996 a 2004 se registran las aportaciones mínimas; es importante mencionar que las aportaciones más bajas se encuentran por abajo de los 500 millones de m^3, y se presentan en los años 2002-2003, y más recientemente en el año 2011. En la misma Figura II.7 es posible observar que las aportaciones desde 1996, a 2004 presentan una tendencia a la baja.

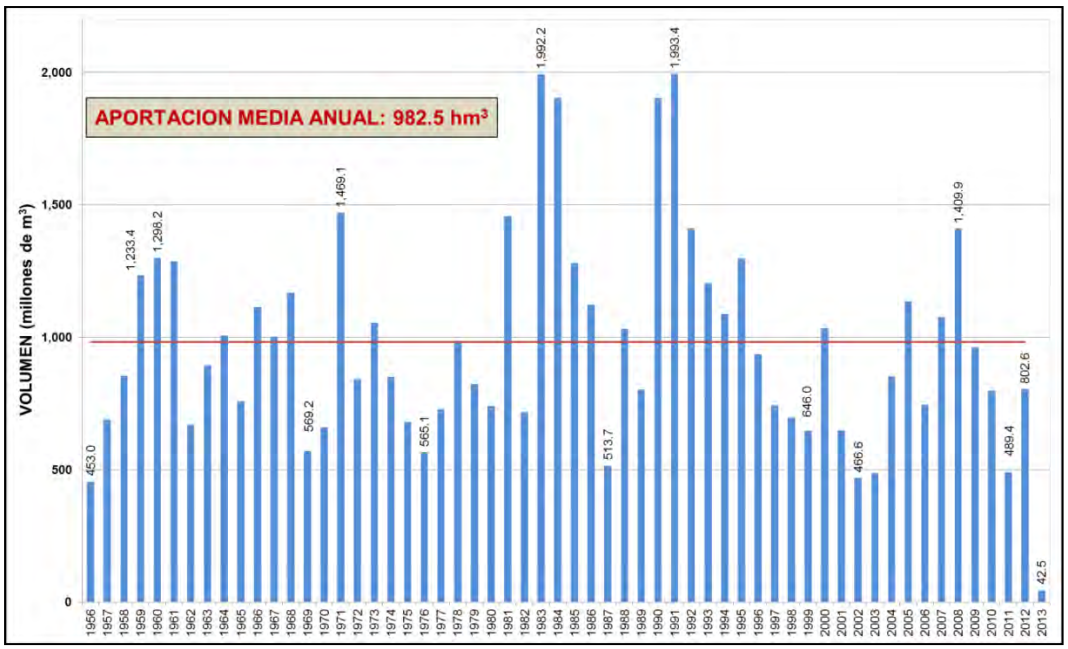


Figura II.7 Entradas al vaso de la presa Adolfo Ruiz Cortines, Mocuzari

De manera general, el comportamiento de los almacenamientos en la presa presenta grandes variaciones anuales, desde almacenamientos máximos al inicio del ciclo agrícola, descendiendo hasta niveles mínimos al final del mismo; esta condición está estrechamente relacionada con la operación del vaso.

En la Figura II.8 se aprecia la recuperación que cada año tiene el embalse con los escurrimientos generados durante la temporada de lluvias de verano y los descensos en los niveles debido a las extracciones realizadas para riego en el Distrito de Riego 038 Río Mayo.

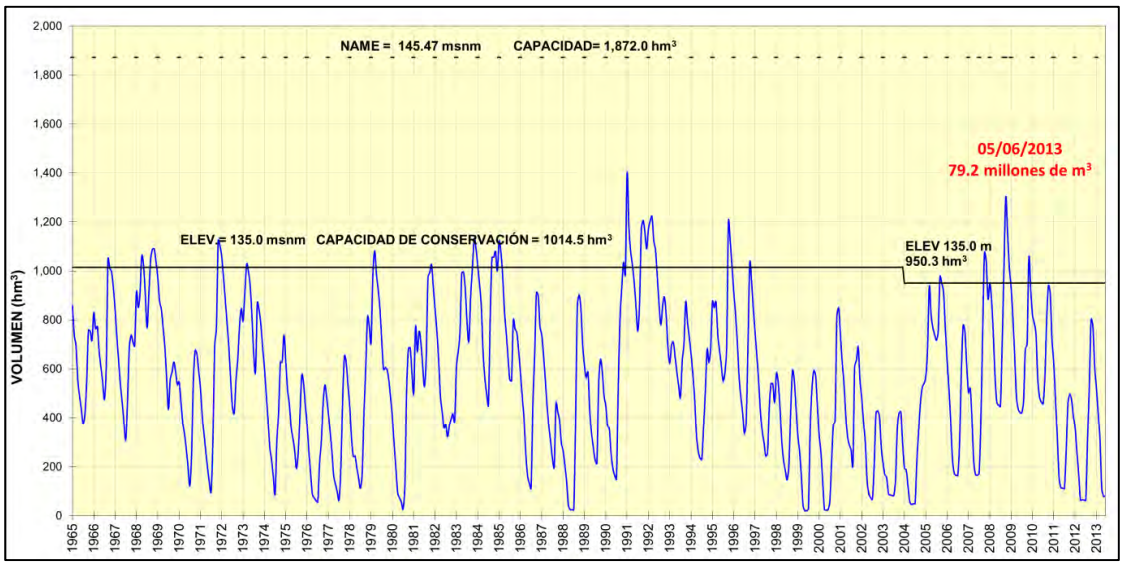


Figura II.8 Evolución del almacenamiento del vaso de la presa Adolfo Ruiz Cortines

De manera análoga, se dispone de una serie de aportaciones anuales para la cuenca hidrológica del Río Mayo en el período 1967-68 – 2010-11. La aportación media para el período analizado en el total de la cuenca del río Mayo es de 1016.8 Mm^3. La serie presenta una variabilidad muy alta, con una desviación estándar de 466.2 Mm^3 y un coeficiente de variación de 0.45.

El valor mínimo de la serie corresponde al año 1999-2000 (448.9 Mm^3), mientras que el máximo se produjo el año 1990-1991, con un valor de 2459.9 Mm^3.

En la Figura II.9 se observa la evolución de la aportación media anual en la cuenca en el período 1967-1968 a 2010-2011.

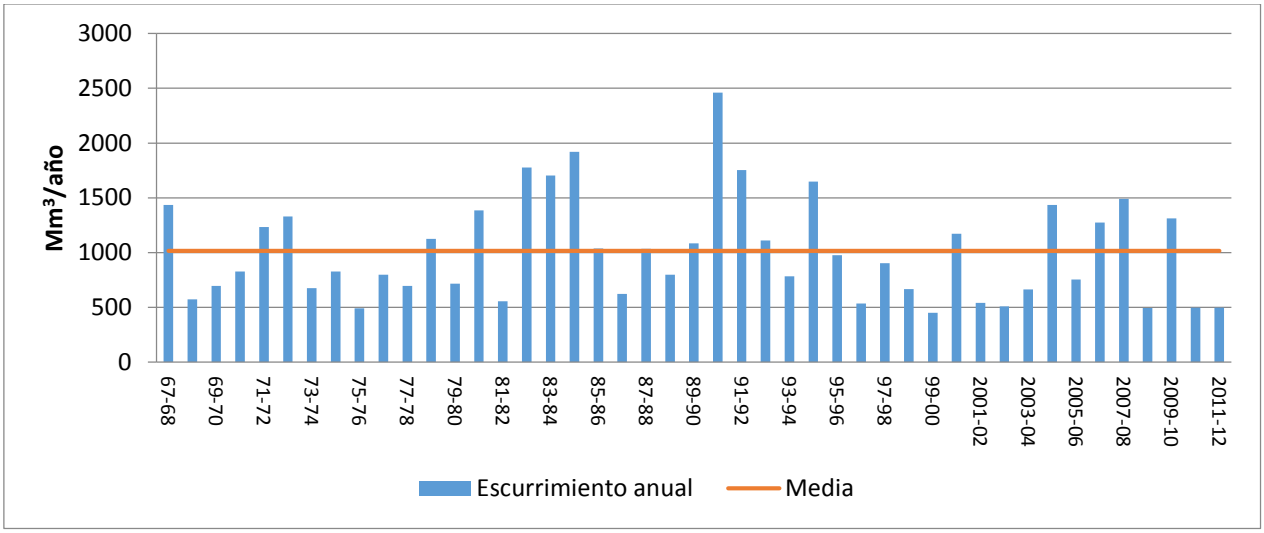


Figura II.9 Escurrimiento anual histórico en la cuenca del río Mayo

De la comparación de los valores anuales con la media de la serie se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- De un total de 44 años, en 25 de ellos (56.82 % del total) la aportación anual se sitúa en valores inferiores a la media. Este valor es muy similar al que resultaba en la serie de precipitaciones analizada.
- La duración media de los ciclos secos multianuales, caracterizados en función de las aportaciones inferiores a la media, es similar que en el caso de las precipitaciones para ciclos de 5 años, no así para los restantes ciclos, donde resultan menores según se desprende de la Tabla II.3.

Tabla II.3 Ciclos secos históricos

Duración	Número de ciclos
5	2
4	0
3	2
2	1
1	7
TOTAL	25

En la Tabla 2.5 se han relacionado los principales ciclos secos que se han presentado a lo largo del período de estudio en la cuenca.

La serie histórica de escurrimientos anuales presenta mayor grado de variabilidad, con un valor del coeficiente de variación de 0.45 y un cociente entre los valores máximo y mínimo de 2.5.

− Al igual que lo que ocurría en la serie de precipitaciones anuales, se detecta una frecuencia de presentación de años secos ligeramente superior a los húmedos y con intensidad algo menos acentuada. La aportación en el conjunto de los años secos es un 34.3 % inferior a la media, mientras que en los húmedos la excede en un 41.2 %.
− La duración media de los ciclos en función de las aportaciones es algo inferior a la resultante siguiendo el criterio meteorológico, situándose en el entorno de un año.
− Tampoco en este caso existe una correlación clara entre la duración de los ciclos y su intensidad.

II.1.2.1. Método SDI para la caracterización de la sequía hidrológica

El índice de sequía de caudales se basa en los volúmenes de caudales o escurrimientos acumulados por períodos escalonados de tres, seis, nueve y doce meses dentro de cada año hidrológico (Nalbantis, 2008). Los períodos de tiempo superpuestos utilizados dentro de cada año hidrológico se presentan como períodos de referencia. Estos son de octubre a diciembre, de octubre a marzo, de octubre a junio, y de octubre a septiembre (un año hidrológico completo).

Para estimar este índice se requiere contar con una serie de escurrimiento mensual $Q_{i,j}$ donde i denota el año hidrológico y j el mes dentro de ese año hidrológico (siendo j=*1* octubre y j=*12* septiembre). Basados en estas series se obtiene:

$$V_{i,k} = \sum_{j=1}^{3k} Q_{i,j} \quad i = 1,2,\dots,n; \qquad j = 1,2,\dots,12; \qquad k = 1,2,3,4$$

Donde $V_{i,k}$ es el volumen de caudal acumulado en el año hidrológico i *-ésimo* y k el período de referencia; k = 1 de octubre a diciembre, k = 2 de octubre a marzo, k = 3 de octubre a junio, y k = 4 de octubre a septiembre.
Sobre la base de los volúmenes de caudal acumulado $V_{i,j}$ el índice de sequía de caudales (SDI) se define para cada período de referencia k del año hidrológico i *-ésimo* de la siguiente manera:

$$SDI_{I,K} = \frac{V_{i,k} - \overline{V_k}}{S_k} \qquad i = 1,2,\dots,n; \quad k = 1,2,3,4$$

Donde $\overline{V_k}$ y S_k son, respectivamente, la media y la desviación estándar de los volúmenes de escurrimiento acumulado del período de referencia k, estimados durante un largo período de tiempo. En esta definición, el nivel de truncamiento se establece en V_k aunque podrían utilizarse otros valores.

El índice de sequía de caudales, es idéntico al volumen de caudal normalizado. En general, para pequeñas cuencas, los caudales pueden seguir una distribución de probabilidad sesgada que puede aproximarse por la familia de las funciones de distribución gamma. La distribución se transforma entonces en la función normal. Se propone utilizar la distribución log-normal de dos parámetros para la cual la normalización es simple: basta tomar logaritmos naturales de los caudales. El índice de SDI se define como:

$$SDI_{I,K} = \frac{y-\overline{y_k}}{S_{y,k}} \qquad i = 1,2,\dots,n; \quad k = 1,2,3,4$$

Donde:

$$y_{i,k} = \ln(V_{i,k}) \qquad i = 1,2,\dots,n; \quad k = 1,2,3,4$$

Son los logaritmos naturales del escurrimiento acumulado con media $\overline{y_k}$ y desviación estándar $S_{y,k}$ estadísticos estimados sobre un largo período de tiempo (Nalbantis, 2008). En la Tabla II.4 se muestra la clasificación por categorías del índice de sequía de caudales.

Tabla II.4 Definición de los estados de la sequía hidrológica mediante el SDI

Estado	Descripción	Criterio	Probabilidad (%)	Período de retorno
0	Sin sequía	SDI>0	50	2 años
1	Sequía suave	-1.0<SDI<0	34.1	2.9 años
2	Sequía moderada	-1.5<=SDI<-1.0	9.2	10.9 años
3	Sequía severa	-2.0<=SDI<-1.5	4.4	22.7 años
5	Sequía extrema	SDI<-2.0	2.3	43.5 años

Para estimar el SDI en la cuenca del río Mayo, se utilizaron las aportaciones mensuales para la Presa Adolfo Ruiz Cortines, proporcionados por el Organismo de Cuenca Noroeste y el Distrito de Riego 038 Río Mayo, para el período de 1955 a 2013.

En la Figura II.10 se presentan los índices obtenidos con la aplicación del método del SDI para períodos de 3 meses: octubre-diciembre, observándose que durante 39 años, de los 55 registrados se presenta un estado de sequía hidrológica suave (-1.0<SDI<0), lo que representa el 70% del período histórico.

Los mismos resultados se presentan en las Figuras II.11, II.12, donde se observa el índice de sequía para 6 y 9 meses: octubre-marzo y octubre-junio, mostrando 38 y 34 con sequía hidrológica suave, respectivamente.

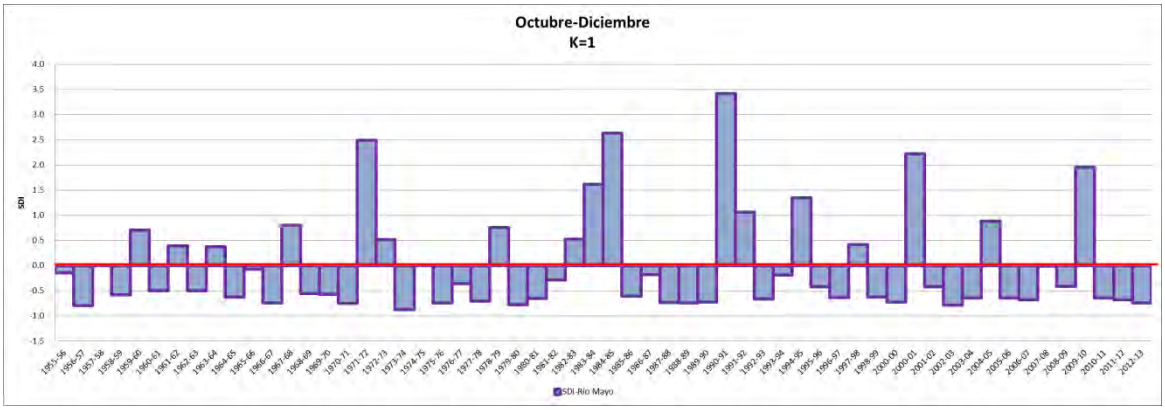


Figura II.10 Resultados de SDI para la cuenca del río Mayo. K=1, octubre-diciembre

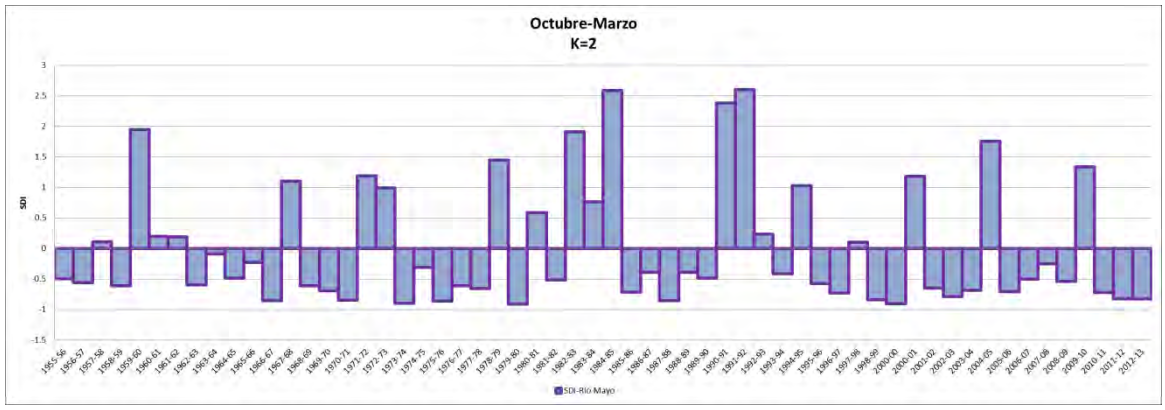


Figura II.11 Resultados de SDI para la cuenca del río Mayo. K=2, octubre-marzo

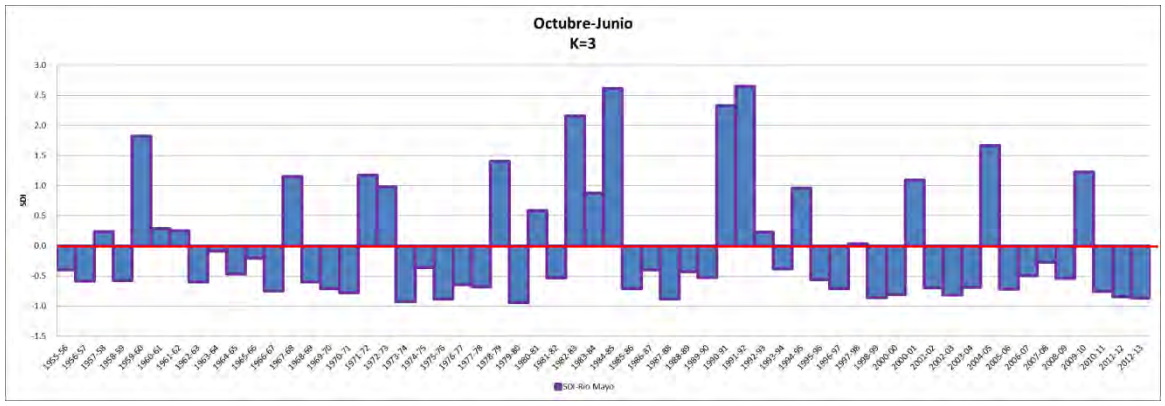


Figura II.12 Resultados de SDI para la cuenca del río Mayo. K=3, octubre-junio

De acuerdo con el cálculo de SDI para 12 meses, de los 57 años observados en este estudio, 25 correspondieron a años sin sequía, 26 a sequía suave y 6 a sequía moderada (Figura II.13).

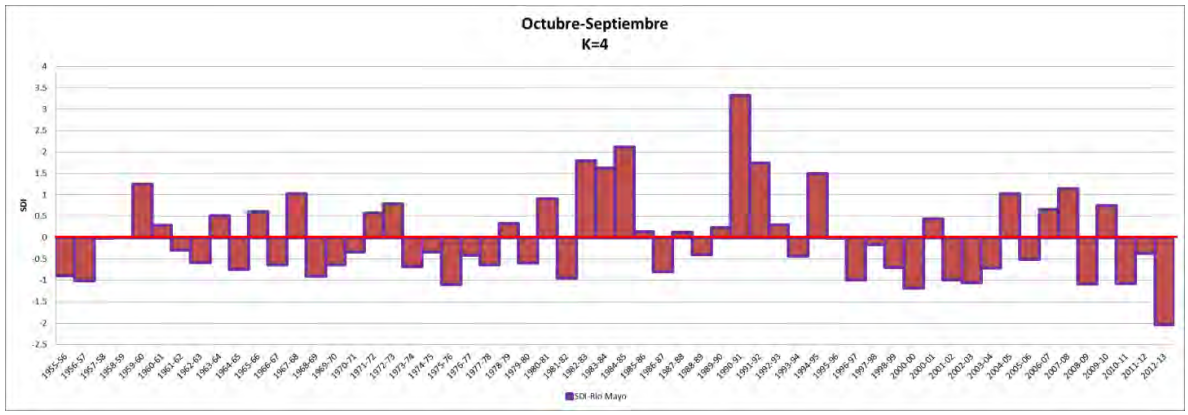


Figura II.13 Resultados de SDI para la cuenca del río Mayo. K=4, octubre-junio

Con los resultados del SDI para la cuenca del río Mayo para 12 meses (k=4), se determinaron los umbrales de sequía hidrológica para la zona (Tabla II.5).

Tabla II.5 Umbrales de sequía hidrológica en la cuenca del río Mayo

Estado	Descripción	Criterio	Escurrimiento en (Hm^3)
0	Sin sequía	SDI>0	Esc > 979.4
1	Sequía suave	-1.0<SDI<0	979.4 - 530.8
2	Sequía moderada	-1.5<=SDI<-1.0	530.8 - 307.6
3	Sequía severa	-2.0<=SDI<-1.5	307.6 - 84.3
5	Sequía extrema	SDI<-2.0	Esc < 84.3

II.1.3. Oferta y demanda de agua

A continuación se presenta la relación entre oferta y demanda de agua para cada una de las células de planeación en la cuenca del río Mayo. Dicha relación se tomó del anexo técnico del "Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías de México", para las células de planeación localizadas en el área de estudio.

Tabla II.6 Relación entre oferta y demanda

	Recurso renovable (hm2)		Relación entre Oferta y Demanda (hm2)		
Clave	Subt.	Sup.	Oferta	Demanda	Brecha Negativa
2618	477.87	1039.36	1148.42	1275.61	-127.19
2617	74.55	255.52	22.00	23.01	-1.01
802	1.08	0.30	1.09	3.44	-2.35
2615	51.15	87.71	88.79	107.17	-18.37

II.2. Impacto histórico de la sequía y evaluación de medidas de mitigación y de respuesta.

II.2.1. Agricultura

En la región noroeste se siembra en promedio una superficie de 613,300 hectáreas y producen 3.0 millones de toneladas, con un valor de la producción de 7,587 millones de pesos, la superficie de riego es de 589,931 hectáreas, las cuales contribuyen en un 95.8% en el valor de la producción agrícola; mientras que, 32,412 hectáreas corresponde a superficies de temporal y aportan un 3.5% del valor de la producción agrícola.

De acuerdo con los resultados de caracterización de la sequía sus efectos se visualizan a partir del ciclo 1996-1997 y un notable impacto en el 2001, con el inicio de la reducción de la disponibilidad de agua, y en consecuencia, en la disminución de la superficie cultivada (Figura II.14).

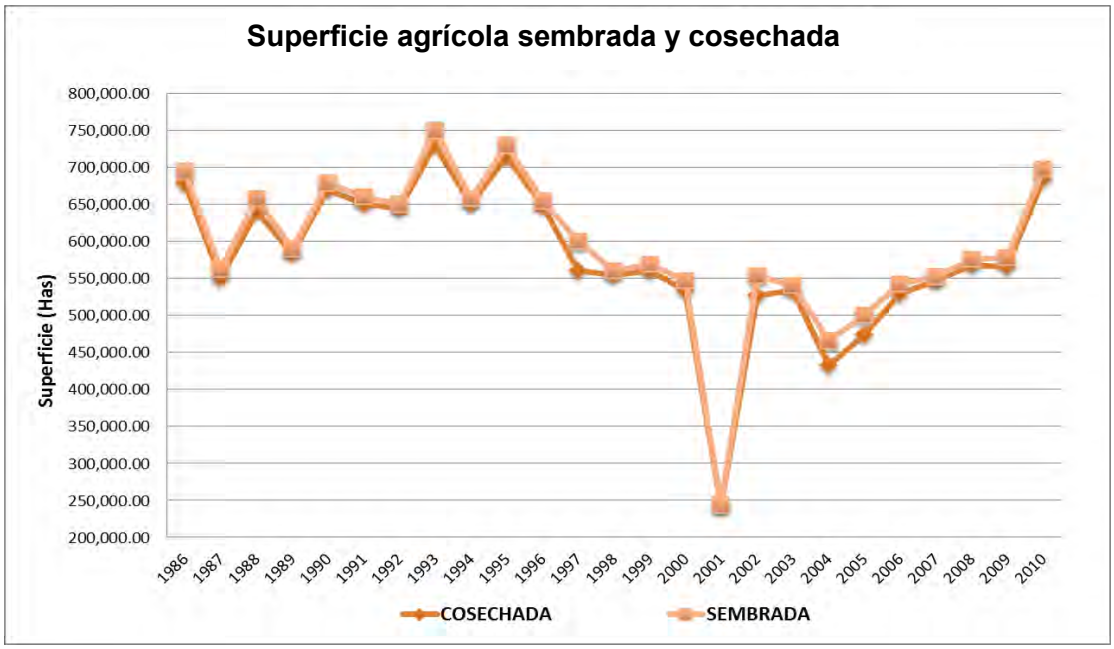


Figura II.14 Superficie cultivada en el estado de Sonora por ciclo

Para la cuenca del río Mayo se observa que prácticamente se mantiene la superficie cultivada en un promedio de 117,400; en la Figura II.15 se puede observar que el incremento en las hectáreas sembradas fue considerable, iniciando en el período 1986-1987 con 95, 000 hectáreas sembradas, pero al 2010 se convierten en aproximadamente 141,700 hectáreas de superficie sembrada (Figuras II.15 y II.16).

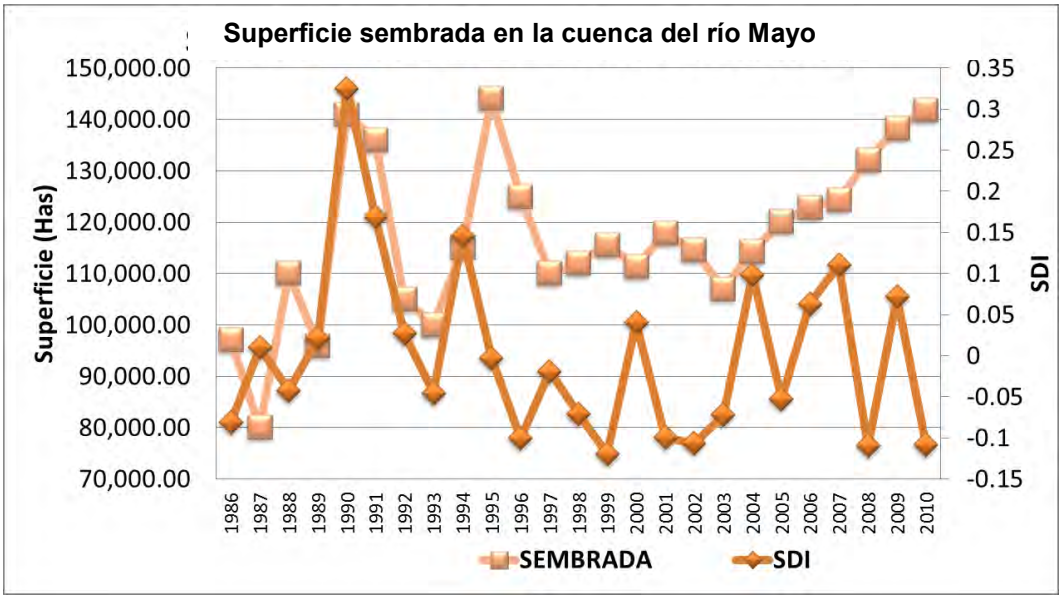


Figura II.15 Evolución de la superficie cultivada por ciclo vs. índice hidrológico de sequía (SDI) en la cuenca del río Mayo

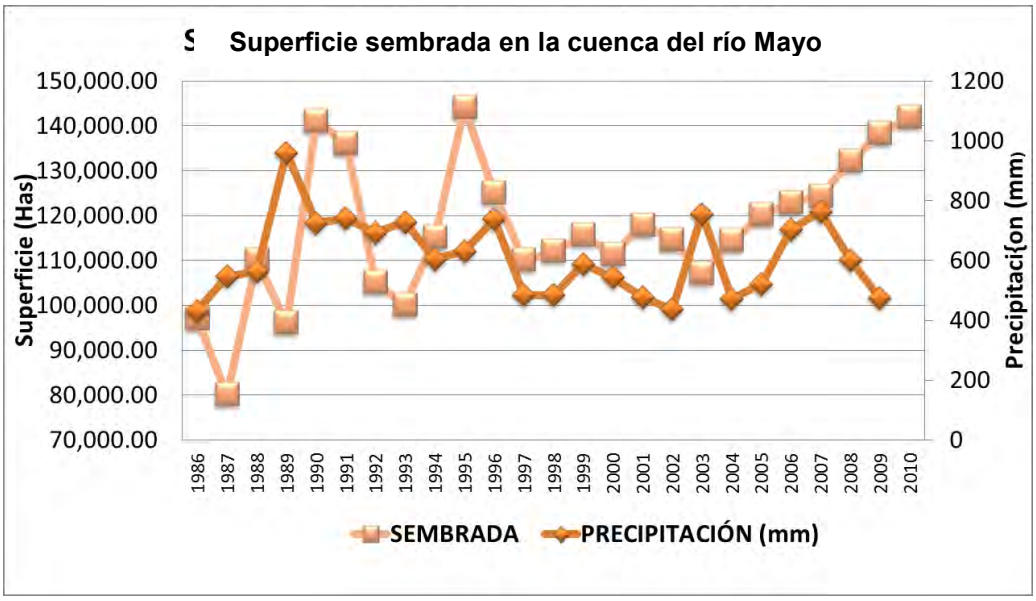


Figura II.16 Evolución de la superficie cultivada por ciclo vs la precipitación en milímetros en la cuenca del río Mayo

Así mismo, en las Figuras II.17 y II.18, se observa que en lo que respecta al volumen de producción, se registra una tendencia incremental, con un volumen de 564,414 toneladas en el ciclo agrícola 1999-00, alcanzando una cifra 857, 974 toneladas en el ciclo agrícola 2010-2011.

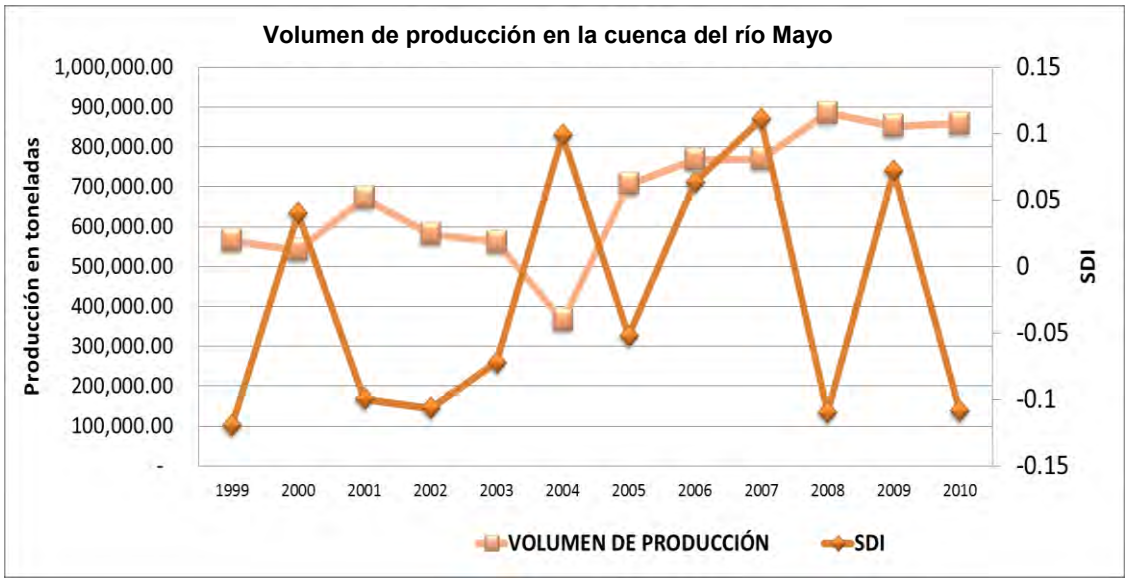


Figura II.17 Volumen de producción agrícola vs índice hidrológico de sequía (SDI) en la cuenca del río Mayo

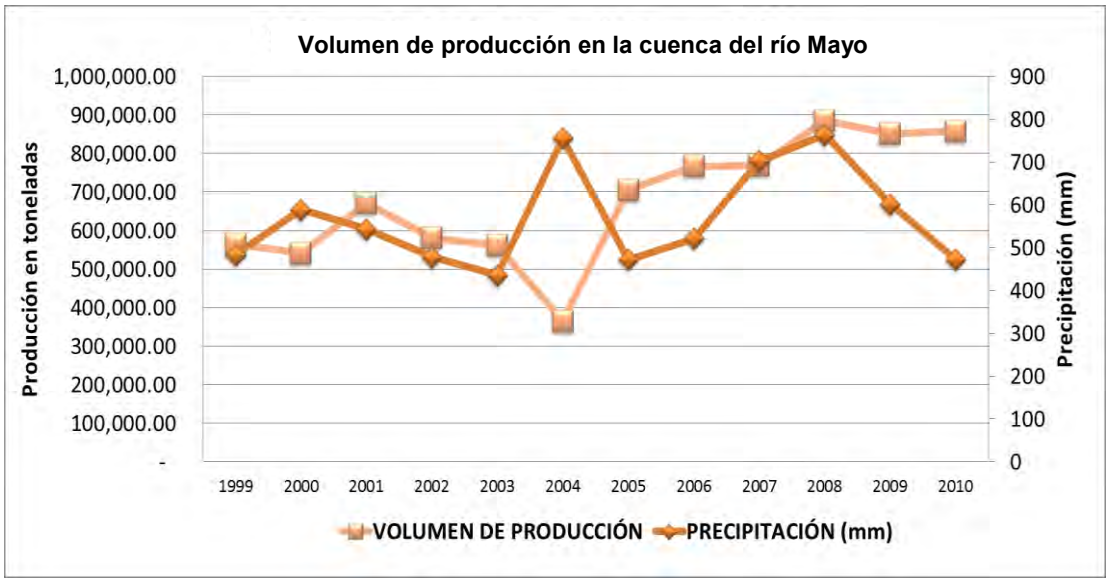


Figura II.18 Volumen de producción agrícola vs la precipitación en milímetros en la cuenca del río Mayo

II.2.2. Ganadería

La superficie destinada a la ganadería en la región hidrológica de 8,471,514 ha, de las cuales 1,799,289 ha corresponden la cuenca del río Mayo.

El inventario ganadero estatal de bovinos en condiciones normales de disponibilidad de agua y pasto, asciende aproximadamente a 1,500,000 cabezas, con una importante reducción en los últimos años por problemas de la sequía, misma que se refleja por la falta de capacidad de los agostaderos para la producción de alimentos, reducción del almacenamiento de las presas y abatimiento de los pozos agrícolas, ocasionando la reducción de siembras de forraje y por tanto, la falta de alimento.

Los impactos directos de la sequía sobre la ganadería están relacionados con las altas temperaturas que sufren los animales y la falta de agua y alimento; así mismo, se tienen impactos indirectos que se ven reflejados principalmente en la producción ganadera y en el valor económico de dicha producción.

En el caso de la cuenca del río Mayo (Figuras II.19. y II.20), el inventario ganadero se ha incrementado de manera considerable, ya que al periodo1987-1988 el número de cabezas de ganado bobino era alrededor de las 33,103 cabezas y al ciclo 2011-2012 el número se elevó a 61,149, lo que indica que en esta región la falta de lluvias en el período de estudio no ha sido tan severa.

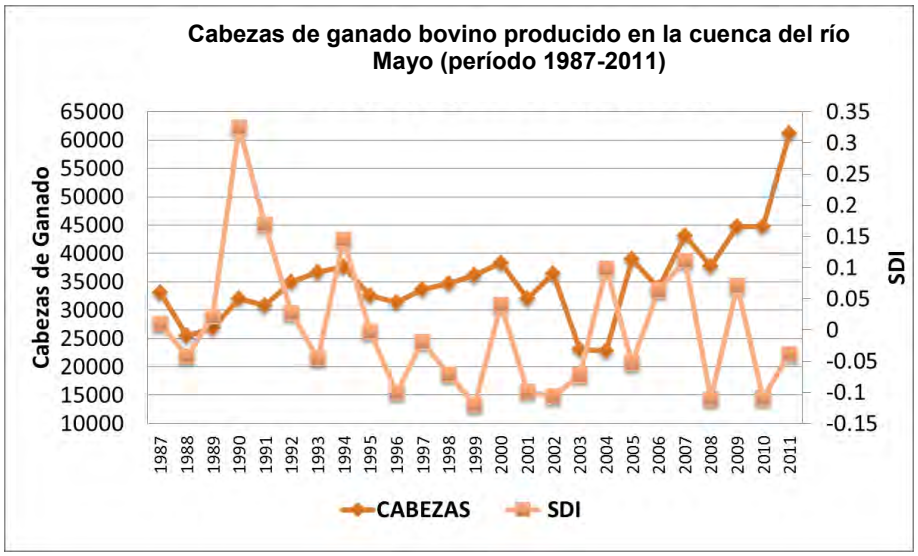


Figura II.19 Cabezas de Ganado bovino vs índice hidrológico de sequía en la cuenca del rio Mayo.

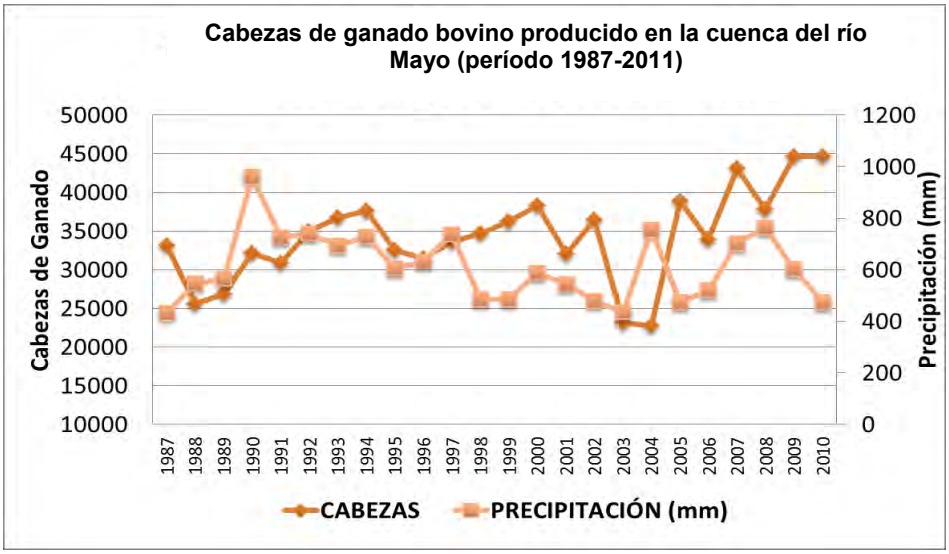


Figura II.20 Cabezas de ganado bovino vs. la precipitación en milímetros en la cuenca del río Mayo

II.2.3. Impactos sociales

Los impactos sociales de la sequía generalmente no se tienen en cuenta, entre ellos podemos citar los impactos sobre la salud pública, sobre el empleo o desempleo, entre otros. En todos estos campos, la sociedad se ve profundamente involucrada y tiene el máximo interés en que se prevengan los efectos negativos.

Durante la sequía, se puede observar un incremento de las enfermedades cardiovasculares, alergias e infecciones respiratorias; estas últimas se deben al incremento de contaminación del aire por el polvo procedente de una mayor erosión eólica.

La sequía produce un efecto de disminución de la capacidad de soporte socioeconómico de una zona, debido a la cual, la tasa de desempleo puede

elevarse, y el nivel general de vida de la población puede reducirse, lo que es especialmente peligroso para zonas desfavorecidas.

REFERENCIAS

Iglesias A, Cancelliere A, Cubillo F, Garrote L, Wilhite DA., 2009. Coping with drought risk in agriculture and water supply systems: Drought management and policy development in the Mediterranean. Springer, The Netherlands.

McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, pp. 179-184.

Nalbantis y Tsakiris., 2009. Assessment of Hydrological Drought Revisited, Water Resources Management, Volume 23, Issue 5, pp 881-897

Wilhite, D.A., Hayes, M.J., Knutson, C.L. and Smith, K.H., 2000. Planning for drought: Moving from crisis to risk management. Journal of American Water Resources Association, 36(4): 697-710.

III. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LA SEQUÍA

III.1. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en la cuenca del río Mayo

La vulnerabilidad es la potencial pérdida de vidas y bienes a consecuencia de un fenómeno natural como la sequía; es la causa principal de desastres. Es variable en el tiempo, circunstancias y se comporta como un proceso dinámico.

Por otra parte, el riesgo es la probabilidad de un evento dañino de cierta magnitud, en un lugar particular, dentro de un período de tiempo determinado. Por lo tanto, el riesgo calculado es estático mientras que la vulnerabilidad es cambiante.

Para la determinación de la vulnerabilidad en la cuenca del río Mayo, se utilizó como base la metodología del "Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías de México", publicada por CONAGUA-SEMARNAT, 2011, como parte de la Agenda del Agua 2030, un instrumento rector que establece políticas de sustentabilidad hídrica a mediano y largo plazo.

El fenómeno de las sequías ocasiona un mayor estrés en los acuíferos, al ser el agua subterránea la única fuente de abastecimiento. Por lo cual resulta necesario realizar un ejercicio para identificar zonas de alta vulnerabilidad ante las sequías.

III.2. Metodología

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

- Grado de exposición: factor 1.
- Sensibilidad: factor 2.
- Capacidad de adaptación: factor 3.

Para la determinación de cada uno de los factores anteriormente descritos se utilizaron las estadísticas de CONAPO e INEGI a nivel municipal, así como los resultados publicados en el "Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías de México" de CONAGUA-SEMARNAT, donde se incluyen los registros sobre recurso renovable, capacidad instalada y cálculo de brecha hídrica en millones de metros cúbicos, entre otras estadísticas, para las células de planeación localizadas en el área de estudio:

- 2618 Río Mayo2_Son
- 2617 Arroyo Cocoraque1_Son
- 802 Río Mayo1_Chih
- 2615 Río Yaqui2_Son

Una célula de planeación se define como un conjunto de municipios que pertenecen a un solo Estado dentro de los límites de una Subregión Hidrológica. Se encuentran delimitadas en el "Análisis Técnico Prospectivo del Programa Hídrico Regional 2030" de CONAGUA y en la Figura III.1 se presentan los límites de cada una de las células correspondientes a la cuenca del río Mayo.

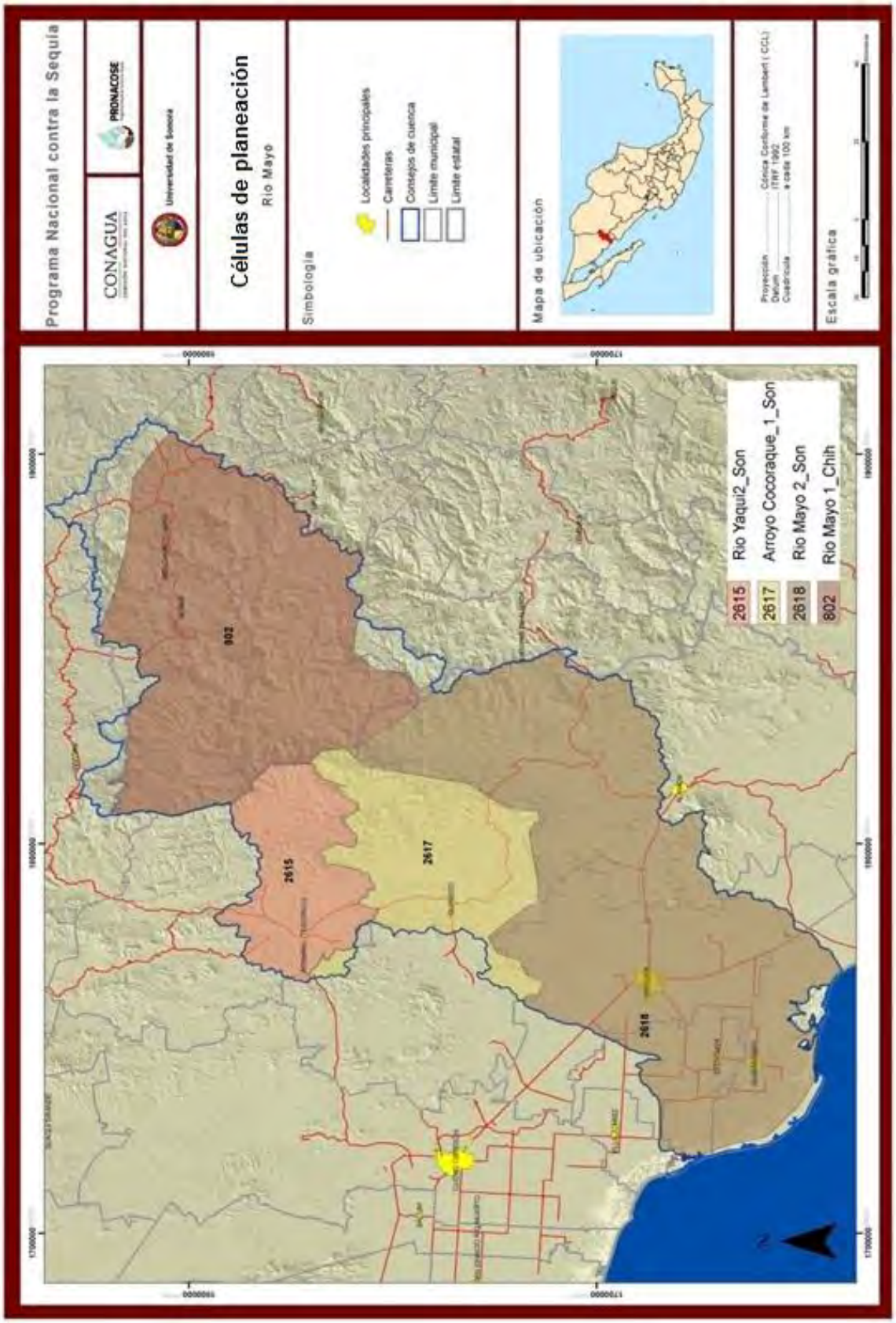


Figura III.1 Células de planeación para la cuenca del río Mayo

A continuación se describe cada factor mostrado en la Figura III.2 y la manera en que se interpretó para valorar la vulnerabilidad ante las sequías en la cuenca del río Mayo.

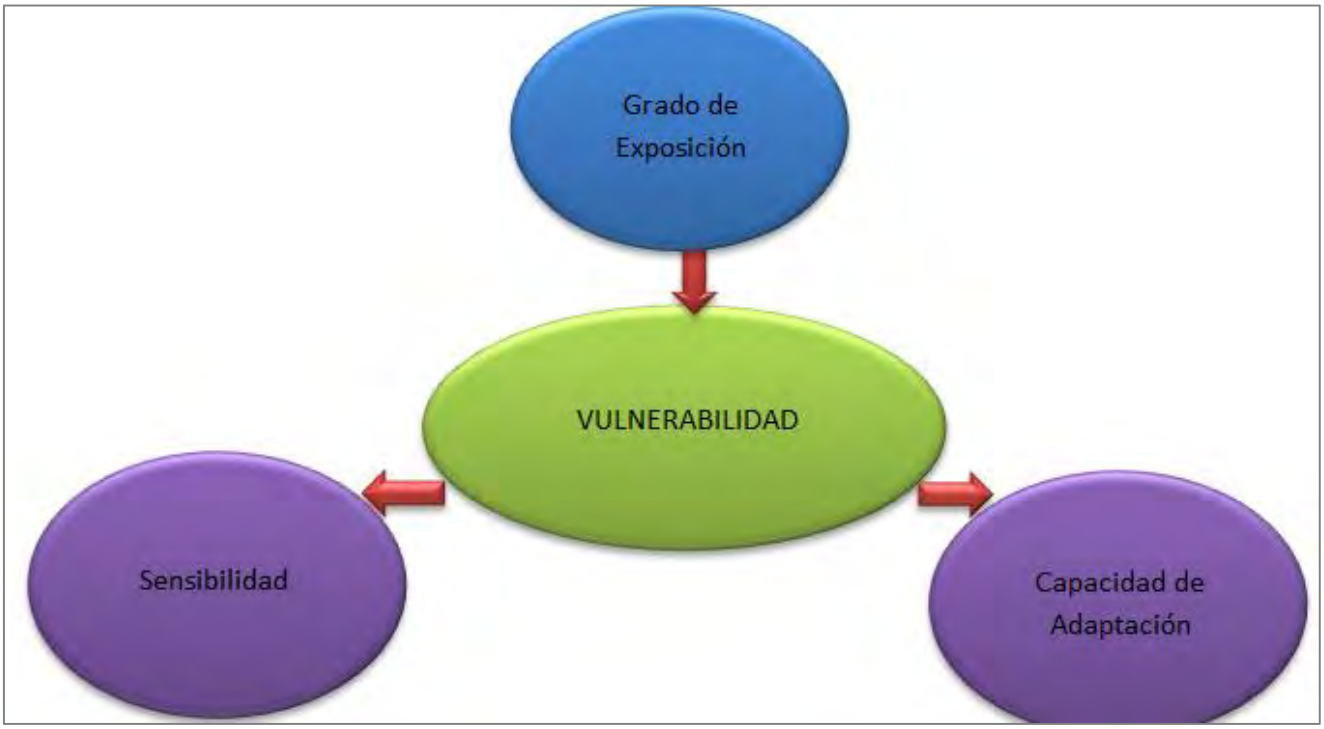


Figura III.2 Factores que determinan la vulnerabilidad (IPCC, 2007)

III.2.1. 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, percepción al peligro, riesgo de afectación, y de las medidas con que cuenta para afrontar el riesgo, así como de las posibilidades de ayuda que puede obtener.

Para efectos de este estudio, el factor 1 se dividirá en dos opciones: factor 1ª, que equivale a la brecha hídrica al 2030 entre la oferta sustentable, y el factor 1b, que será igual a la frecuencia de sequías en la cuenca del río Mayo.

Grado de exposición: factor 1a

Partiendo de los valores de disponibilidad (balances hidrológicos en cuencas), el grado de exposición se interpreta como la relación entre la brecha hídrica y la oferta sustentable, es decir:

$$Grado\ de\ exposición = \frac{Demanda\ al\ 2030 - Oferta\ sustentable}{Oferta\ sustentable}$$

$$= \frac{Brecha\ hídrica\ al\ 2030}{Oferta\ sustentable} = Factor\ 1a$$

Debido a que los factores analizados presentan diferentes unidades, se utilizó la siguiente ecuación de normalización para los resultados en la cuenca:

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

La justificación de relacionar la brecha hídrica con la oferta sustentable tiene por objeto cuantificar la dificultad que una cuenca o Consejo de Cuenca tendría para satisfacer su demanda.

Los resultados utilizados para la determinación del factor 1b se tomaron del anexo técnico del "Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías de México", para las células de planeación localizadas en el área de estudio (Tabla III.1).

Tabla III.1 Relación brecha hídrica/oferta sustentable

	Recurso renovable (hm2)		Capacidad instalada (hm2)		Calculo de Brecha (hm2)				Factor 1a	
Clave	Subt.	Sup.	Subt.	Sup.	Oferta	Demanda	Brecha Negativa	Brecha Positiva	Brecha/ Recursos	Normali-zación
2618	477.87	1039.36	330.03	818.39	1148.42	1275.61	-127.19	127.19	0.08	0.05
2617	74.55	255.52	22.00	0.00	22.00	23.01	-1.01	1.01	0.00	0.00
802	1.08	0.30	0.82	0.27	1.09	3.44	-2.35	2.35	1.71	1.00
2615	51.15	87.71	10.44	78.35	88.79	107.17	-18.37	18.37	0.13	0.08

Frecuencia de sequias: factor 1b

Corresponde al tipo de impacto de acuerdo a la clasificación de la intensidad de la sequía del Servicio Meteorológico Nacional y CONAGUA, se divide en:

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

A continuación se presentan los resultados para la cuenca del río Mayo, donde se identifican los tipos de sequía para el ciclo 2010-2011 por célula de planeación (CONAGUA, 2011 Tabla III.2).

.

Tabla III.2 Frecuencia de sequías por tipo (2010-2011)

Clave	Frecuencia de sequias por tipo						Total	Normalización
	AH	H	L	A	S	SL		
2618	3	1					4	1.00
2617							0	0.00
802							0	0.00
2615	1						1	0.25

III.2.2. Sensibilidad: factor 2

Esta componente evalúa la magnitud del impacto. 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 utiliza el número de habitantes por municipio o región, según datos del conteo o del censo.

Así mismo, dado que las regiones con mayor actividad comercial e industrial se ven seriamente afectadas ante las sequías, se considera el PIB nominal generado para un año base (2010, por ejemplo, y con valores de INEGI).

Igualmente, puesto que las actividades agrícolas y pecuarias se encuentran estrechamente relacionadas con la disponibilidad de agua, el tercer factor considerado es el impacto económico en este sector primario.

Para efectos de este estudio el factor 2 se dividirá en tres opciones: factor 2a que equivale a la población esperada para el año 2030 (CONAPO, 2010), el factor 2b que equivale al Producto Interno Nominal en miles de pesos (INEGI, 2010) y el factor 2c que será igual a la superficie agrícola sembrada (INEGI, 2010). Los resultados se presentan a nivel municipal en la Tabla III.3.

Tabla III.3 Población al 2030, Producto Interno Bruto y superficie agrícola

Municipio	Clave	Edo.	Población Total 2030 (CONAPO)	Normalización	PIB 2010 (INEGI)	Normalización	Agricultura	Normalización
Álamos	26003	Son.	31,312	0.14	89532.00	0.20	845477.67	1.00
Etchojoa	26026	Son.	77,002	0.37	117103.00	0.28	144156.55	0.07
Huatabampo	26033	Son.	98,027	0.48	287312.00	0.74	135165.90	0.06
Navojoa	26042	Son.	201,430	1.00	383128.00	1.00	272886.00	0.24
Quiriego	26049	Son.	4,044	0.00	15470.00	0.00	537665.04	0.59
Rosario	26051	Son.	5,952	0.01	18499.00	0.01	600976.27	0.68
Chinipas	8020	Chih.	10,912	0.03	31834.00	0.04	268680.75	0.23
Moris	8047	Chih.	6,294	0.01	28854.00	0.04	238486.15	0.19
Ocampo	8051	Chih.	10,142	0.03	30486.00	0.04	92543.33	0.00
Uruachi	8066	Chih.	10,150	0.03	36958.00	0.06	264492.22	0.23

III.2.3. Capacidad de adaptación: factor 3

Esta componente se refiere a la resiliencia de la región ante condiciones de sequía. Como consecuencia de una reducción severa de la precipitación, si los escurrimientos disminuyen, los almacenamientos también. Ante tal escenario, los acuíferos representarían la más viable fuente de suministro para todos los usos.

CONAGUA (2009) clasifica el grado de explotación en los acuíferos nacionales bajo dos grandes categorías:

- Sub-explotados (recarga natural por precipitación mayor a la extracción) y
- Sobre-explotados (donde sucede lo contrario).

Centros de población, industrias y áreas de riego ubicadas sobre acuíferos sobre-explotados tienen una vulnerabilidad mayor que aquellas localizadas sobre acuíferos sub-explotados. La metodología propuesta considera el grado de sobre-explotación anual (hm^3/año) del agua subterránea.

A continuación se presentan los resultados de sobre-explotación de acuíferos para cada una de las células de planeación en la cuenca del río Mayo (CONAGUA, 2011 Tabla III.4).

Tabla III.4 Sobre-explotación en acuíferos: capacidad de adaptación

Célula	Clave	Factor 3a: Sobre-explotación en Acuíferos	
		Volumen (hm3)	Normalización
Rio Mayo2_Son	2618	0.00	0
Arroyo Cocoraque1_Son	2617	0.00	0
Rio Mayo1_Chih	802	2.30	1
Rio Yaqui2_Son	2615	0.00	0

III.3. Cálculo global del grado de vulnerabilidad

Asumiendo factores de peso para cada factor normalizado, se realiza una suma pesada de los factores analizados para obtener un valor global del concepto.

$$Fi = \sum_{i=1}^{n} fi = 1.0$$

Donde fi es el factor pesado,

Dicho análisis permite asignar un Índice Global de Sequía, el cual se clasifica en cinco niveles de vulnerabilidad (Tabla III.5):

Tabla III.5 Niveles de vulnerabilidad

Grado de vulnerabilidad	Rangos	
	Mínimo	Máximo
Muy alta	0.59	1.00
Alta	0.29	0.59
Media	0.16	0.29
Baja	0.06	0.15
Muy baja	0.00	0.06

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

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.

En la siguiente figura se presentan los resultados del cálculo de vulnerabilidad global a la sequía para la cuenca del río Mayo, dónde se observa cada uno de los factores evaluados: población al 2030, Producto Interno Bruto, impacto en la agricultura, impacto de las sequías, brecha hídrica y oferta, así como acuíferos sobre-explotados. Para el cálculo de la vulnerabilidad global se utilizaron las herramientas de álgebra de mapas en el software ArcGis 10.0, lo que dio como resultado un análisis espacial para la cuenca de estudio.

Como se observa en la Figura III.3, en la cuenca del río Mayo predomina el nivel de vulnerabilidad alto, presente principalmente en las células de planeación 802 Río Mayo1_Chih y 2618 Río Mayo2_Son. La célula 2615 Río Yaqui2_Son presenta una vulnerabilidad media y la 2617 Arroyo Cocoraque1_Son presenta una vulnerabilidad baja.

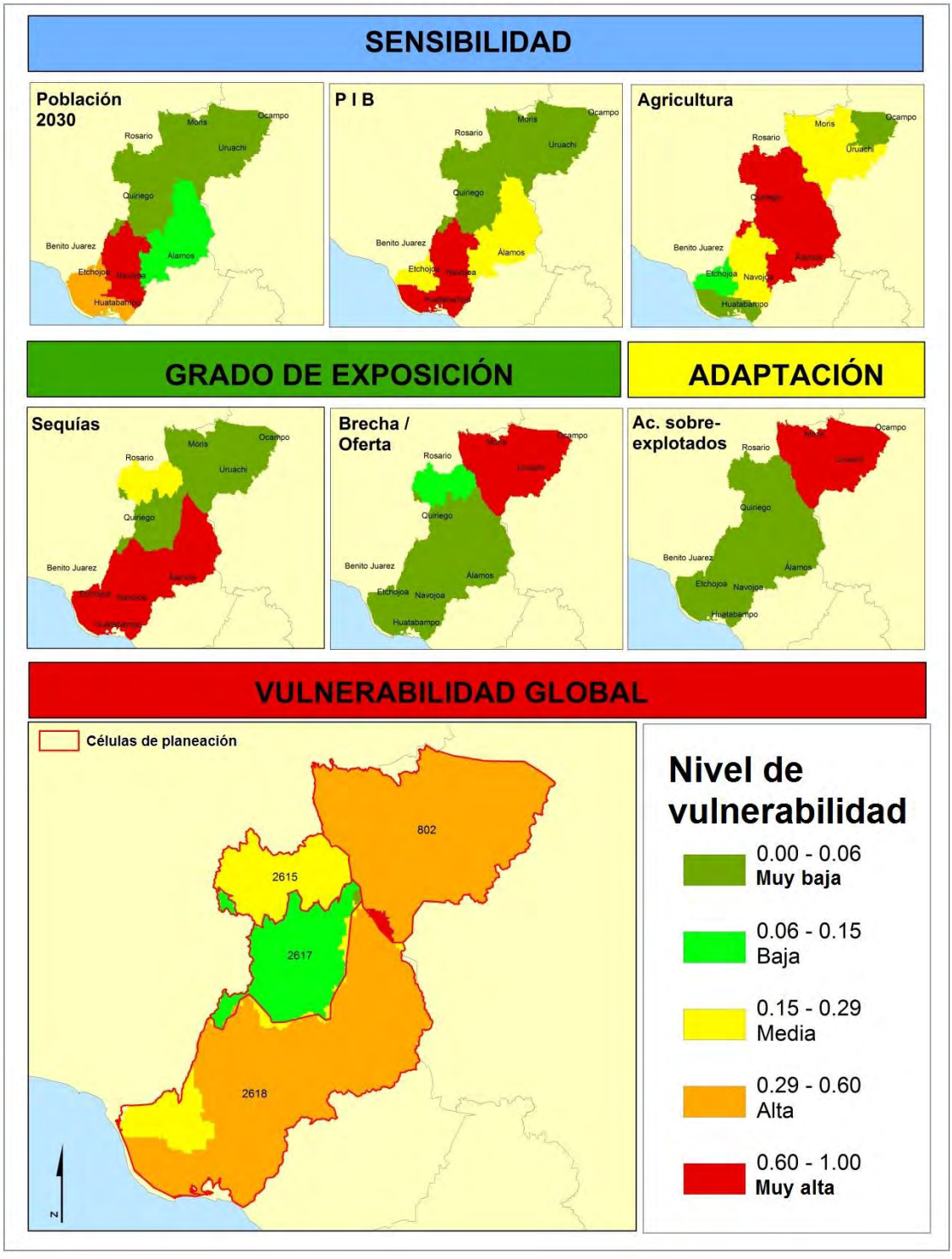


Figura III.3 Vulnerabilidad global ante la sequía

REFERENCIAS

CONAGUA, 2011. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México.

IV. MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y ESTRATEGIAS DE RESPUESTA

IV.1. Medidas de mitigación

Entre estas acciones se considera 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, medidas que se describen detalladamente en las Hojas de trabajo B y C.

IV.2. Estrategias y acciones de respuesta relacionadas con la oferta

Representan las acciones por oferta de agua relacionadas con las obras y sistemas de distribución, también presentadas en las hojas de trabajo.

IV.3. Estrategias y acciones de respuesta relacionadas con la demanda

En esta sección se describen acciones que impactan el uso y consumo por parte de los usuarios, lo que se conoce como la gestión o el manejo de oferta y demanda de agua en condiciones de sequía y se presentan en las hojas de trabajo B y C.

Las acciones primeramente se dirigen a usuarios claramente ineficientes, derrochadores o de usos no indispensables.

A continuación se presentan las hojas de trabajo con las estrategias de mitigación y de respuesta para la cuenca del río Mayo.

Tabla IV.1 Hoja de trabajo B "Elementos del programa de manejo de sequía"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Elementos del Programa de manejo de sequía								
Establecer principios, objetivos y prioridades de respuestas a la sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Establecer nivel de autoridad y el proceso para la declaración de una emergencia de sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Desarrollar etapas de la sequía, factores detonantes, y metas de respuesta	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Preparar instrucciones para las medidas de sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Evaluar impactos de sequías históricas	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Monitorear indicadores de sequías	X	X	E	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Monitorear calidad del agua	X	X	E	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Rastrear percepción pública y efectividad de las medidas contra la sequía	X	X	N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Mejorar la precisión de los pronósticos de escurrimientos y oferta de agua	X		N	X		5	X	Abordarse a través de la planificación de la fiabilidad del suministro de agua

Tabla IV.2 Hoja de trabajo B "Respuesta de emergencias"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Respuesta en emergencias								
Declarar una emergencia de sequía		X	E		X	5	X	Componente de un buen plan de sequía
Establecer programas de transporte de agua	X	X						
Restringir/prohibir nuevas tomas de agua		X						
Identificar asistencia estatal o federal	X	X	N		X	5	X	Bien aceptado, puede ser beneficioso
Proveer de agua a usuarios domésticos con norias		X						
Importar agua por pipas o ferrocarril		X						

Tabla IV.3 Hoja de trabajo B "Educación pública"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Educación pública								
Establecer un comité asesor público	X	X	X					No es tiempo & efectividad de costo
Desarrollar campañas de educación pública de sequía con estrategias de corto y largo plazo (ver hoja de trabajo D)	X	X	X					Marco de trabajo desarrollado durante este esfuerzo de planeación - mitigación. Plan detallado y desarrollado durante la estrategia de respuesta a la sequía.
Extender rampas y muelles para recreación cuando los embalses estén a niveles bajos.	X	X	X					No es rentable

Tabla IV.4 Hoja de trabajo B "Aumento de la oferta de agua"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Aumento de la oferta de agua								
Establecer reservas de agua contra sequía	X		N	X		5	X	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Extraer agua de las reservas		X						
Incrementar el bombeo de agua subterránea		X						
Profundizar pozos	X	X						
Desarrollar uso conjunto suplementario de agua subterránea	X		N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Reactivar pozos abandonados		X						
Limpiar pozos para desarrollar mayores gastos de extracción	X	X				3		
Mezclar agua de primer uso con agua de menor calidad para incrementar oferta		X	N	X			Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Rehabilitar pozos en operación	X	X				3		Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2013
Emplear desalación o agua subterránea salobre	X					3		Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2014
Incrementar el uso de agua reclicada	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2015
Utilizar agua tratada para irrigar parques y jardines	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2016
Construir nuevas instalaciones para mejorar la derivación de agua o desarrollar nuevas obras de oferta	X		N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2017
Habilitar tomas bajas en embalses	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2018

Tabla IV.5 Hoja de trabajo B "Manejo de derechos de agua y acuerdos de cooperación"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Manejo de derechos de agua y acuerdos de cooperación								
Utilizar derechos de agua que otros usuarios lo permitan		X						
Pagar a usuarios para que no coloquen una demanda en el río		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Pagar a usuarios aguas arriba para que permitan la derivación de mayor cantidad de agua		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Comprar agua de otros entidades		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Arreglar intercambios	X	X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Rentar derechos de irrigación de productores		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Rentar pozos privados		X						
Cancelar permisos de agua municipal a productores		X						
Utilizar decretos de irrigación		X						
Invocar reservas por sequía que permitan la reducción de de los requerimientos de bypass		X						
Negociar compras de agua a otros usuarios	X	X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro
Renegociar abastecimientos controlados contractualmente	X	X						
Desarrollar transferencias de agua desde otras entidades	X	X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro
Desarrollar bancos de agua para facilitar transferencias de agua en tiempos de sequía	X							
Desarrollar interconexiones con otras entidades	X	X	N	X				No es rentable
Negociar el abastecimiento comercial de agua con otras entidades para incrementar la producción		X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro

Tabla IV.6 Hoja de trabajo B "Mejorar la eficiencia de la distribución de agua"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Mejorar la eficiencia en la distribución de agua								
Conducir auditorias de los sistemas de distribución de agua	X	X	E	X		5		Prácticas actuales
Reducir fugas en los sistemas de distribución	X	X	E	X		5		Prácticas actuales
Reducir la presión en los sistemas de distribución		X						
Reemplazar medidores inexactos	X		E	X		5		Prácticas actuales
Calibrar los medidores domésticos, comerciales, industriales	X							
Instalar medidores en puntos clave de distribución para aislar areas de sobreconsumo y probables fugas	X							
Minimizar derrames en embalses	X	X	E	X		4		Operaciones estándar

Tabla IV.7 Hola de trabajo C "Organismo Operador APyA/Municipalidad"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Organismo Operador APyA/Municipalidad											
Implementar recargos a tarifas en la época de sequías		X			N			X	4	X	Sólo cuando es necesario aumentar la recaudación
Establecer tiempos límite para el riego	X	X			E						Práctica usual o estandar. Considerar medidas de conservación
Prohibir el riego durante el verano, otoño y los primeros meses de primavera		X			N			X	4	X	Bajo sequías muy severas y preservar árboles
Cambiar aspersores a irrigación de bajo volumen, donde sea apropiado	X				E		X		5	X	Práctica usual o estandar
Restringir dispositivos de rocío o aspersores en exteriores		X			E		X		5	X	Práctica usual o estandar
Reducir la limpieza, lavado de calles, banquetas y acceso a garages		X			E						Práctica usual o estandar. Considerar medidas de conservación
Limitar o prevenir lavado de flotillas de vehículos de la ciudad o el municipio		X			N			X	5	X	
Limitar el lavado con hidrantes		X			N			X	4	X	
Limitar el uso de del agua para entrenamiento en incendios		X			N			X	4	X	
Inhabilitar, desconectar todos los hidrantes de incendio, excepto aquellos requeridos para seguridad pública		X			N			X	4	X	
Hacer auditorías de agua en interiores de instalaciones	X	X				N		X	4	X	
Instalación de Grupo Técnico Directivo del Programa de Mitigación de la Sequía		X	N								
Buscar nuevas fuentes de abastecimiento para las comunidades con este problema.		X		N	N	N					
Apoyar la distribución de agua potable con pipas en zonas de problemas extremos		X		N	N	N					
Racionalizar la distribución de Agua Potable (Tandeos)		X		N	N	N					
Optimizar la red de distribución con mecanismos como la sectorización		X									
Hacer un estudio sobre la confiabilidad de la provisión de aguapotable en las comunidades y establecer medidas preventivas que permitan asegurar su abastecimiento.	X										

Tabla IV.8 Hoja de trabajo C "Sector residencial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Sector Residencial											
Realizar auditorías de agua en zonas exteriores	X	X	E			E	X		5	X	Programa actual. Bien recibido
Realizar auditorías de agua en el interior de residencias	X	X		N		N	X				En el plan de conservación
Promover instalación de dispositivos eficientes de agua	X	X		N			X				En el plan de conservación
Proveer medidores acústicos para ayudar a los consumidores a identificar fugas en tuberías	X	X	E				X				En el plan de conservación

Tabla IV.9 Hoja de trabajo C "Sector comercial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Sector Comercial											
Destinar fondos para desarrollar planes de conservación específicos en oficinas y negocios	X	X		N		N	X		4	X	Programa estrella de la administración

Tabla IV.10 Hoja de trabajo C "Sector industrial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Sector Industrial											
Establecer el gasto ecológico de los sistemas riparios y costeros.	X		X			X					
Evaluar la Minería como un Usuario importante.		X		X	X						
Analizar los aspectos normativos para la aplicación de sanciones por el mal uso del agua.		X				X					
Establecer mecanismos de coordinación entre las diferentes dependencias en la aplicación de programas que incidan en el manejo del agua.											

Tabla IV.11 Hoja de trabajo C "Sector agropecuario"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Sector Agropecuario											
Considerar la regionalización existente en subcuencas y analizar las políticas adecuadas para cada una de ellas		X	N								
Manejar los escenarios de cambio climático en los planes de sequía.		X	N								
Promover la investigación científica de mecanismos de ahorro del agua en todos los sectores y la evaluación de la eficiencia de las medidas tomadas	X										
Implementar medidas tendientes a optimizar el riego en parcelas, como trazos de riego, mejoras de medición.		X		X		X					
Continuar los programas de difusión y capacitación de usuarios para un mejor uso del agua y un esquema de certificación de los trabajadores que manejan el agua así como la formación de personal capacitado formalmente para el riego.	X		X								
Continuar las acciones tendientes a mejorar la eficiencia de la red de canales, como mecanismos de medición entre otros.		X		X							
Promover la siembra de cultivos de baja demanda de agua y gestionar los apoyos necesarios.		X									
Considerar en los planes de riego all inicio de cada ciclo, las medidas acerca de la sequía.		X									
Impulsar la implementación de mecanismos de cosecha de lluvia en parcela.		X									
Conformar los grupos de vigilancia en los módulos de riego y aplicar sanciones por mal uso dell agua, en base a la Ley de Aguas Nacionales.		X									
Reglamentar las extracciones del Acuífero, de acuerdo a su capacidad de recarga.		X									
Promover acciones de cosecha de agua, reactivando el grupo ya establecido para lo propio.		X									

V. ETAPAS DE LA SEQUÍA, FACTORES DETONANTES Y OBJETIVOS DE LA RESPUESTA

V.1. Fases de la sequía, factores detonantes y respuestas

Las fases de la sequía se determinaron utilizando las ecuaciones del índice de estado I_e, cuyo objetivo es el de homogeneizar los indicadores en un valor numérico adimensional capaz de cuantificar la situación actual respecto de la histórica y posibilitar una comparación cuantitativa entre los distintos indicadores seleccionados. La expresión del Índice de Estado *Ie* es la siguiente:

$$\text{Si } V_i \geq V_{med}: \quad I_e = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{V_i - V_r}{V_{max} - V}\right.$$

$$\text{Si } V_i < V_{med}: \quad I_e = \frac{1}{2}\left[\frac{V_i - V_{mi}}{V_{med} - V_r}\right.$$

siendo:

- V_i : valor de la medida obtenida en el mes de seguimiento
- V_{med} : valor medio en el período histórico
- V_{max} : valor máximo en el período histórico
- V_{min} : valor mínimo en el período histórico

Tal como se desprende de la Figura V.1, cuando el valor de la medida *Vi* está comprendido entre la media de la serie y su valor máximo, el índice dará una cifra que oscilará entre 0.5 y 1, mientras que en el caso de que la medida *Vi* sea inferior al valor medio, lo hará entre 0 y 0.5.

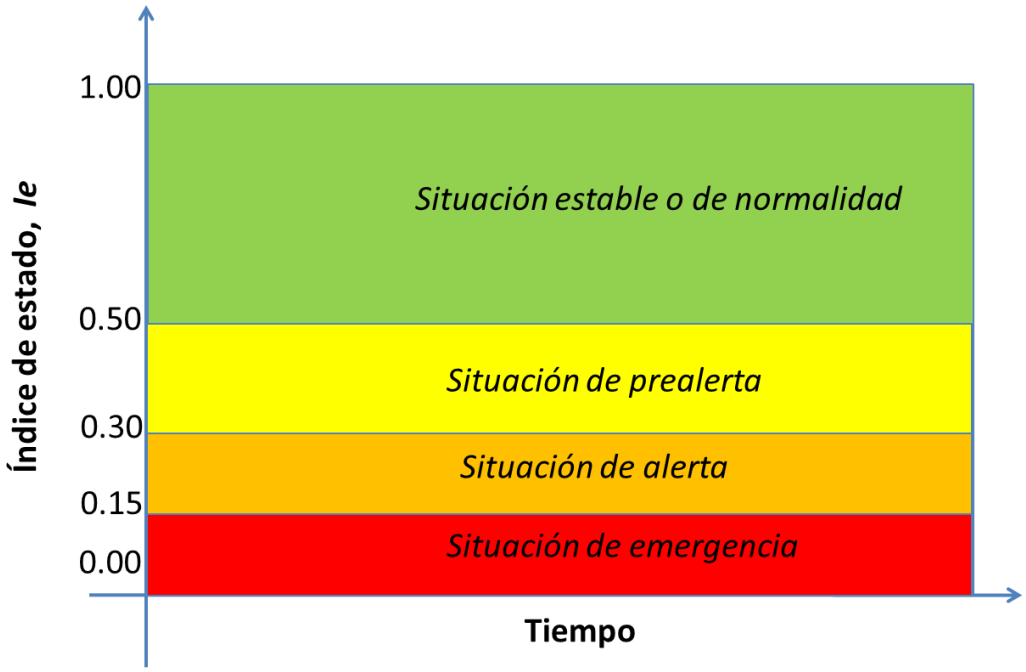


Figura V.1 Índice de Estado

El rango de valores del *Ie*, que como se ha señalado, va de 0 a 1, se discretizará convencionalmente, en principio, a efectos de diagnóstico de la situación de sequía, en los cuatro niveles siguientes:

- *Ie* > 0.5 nivel verde (situación estable o de normalidad)

• 0.5> *Ie* >0.3 nivel amarillo (situación de prealerta)
• 0.3 > *Ie* > 0.15 nivel naranja (situación de alerta)
• 0.15 > *Ie* nivel rojo (situación de emergencia)

A continuación se presentan los resultados de las fases de sequía meteorológica en la cuenca del río Mayo de acuerdo con el Índice de Estado, la precipitación esperada, el criterio de sequía al que pertenece y el número de años que se repitió cada estado de acuerdo con la información histórica.

Tabla V.1 Fases de la sequía meteorológica

Valor de SPI	Criterio	Ppt (mm^3)	Índice de Estado (I_e)	No. de años
2.00 y más	Extremadamente húmedo	1077	Situación estable	1
1.50 a 1.99	Muy húmedo	908	Situación estable	3
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo	875	Situación estable	3
-0.99 a 0.99	Condiciones normales	778	Situación de prealerta	29
-1.00 a -1.49	Sequía moderada	496	Situación de alerta	5
-1.50 a -1.99	Sequía severa	446	Situación de alerta	0
-2.00 y menos	Sequía extrema	380	Situación de emergencia	1

Lo mismo aplica con la sequía hidrológica, presentando la Tabla V.2 con el criterio determinado, el escurrimiento esperado en millones de metros cúbicos, el índice de estado respectivo y la cantidad de veces que se repitió durante el período histórico.

Tabla V.2 Fases de la sequía hidrológica

Estado	Descripción	Criterio	Escurrimiento en (Hm^3)	Índice de Estado (I_e)	No. de años
0	Sin sequía	SDI>0	Esc > 979.4	Situación estable	25
1	Sequía suave	-1.0<SDI<0	979.4 - 530.8	Situación de prealerta	26
2	Sequía moderada	-1.5<=SDI<-1.0	530.8 - 307.6	Situación de Alerta	6
3	Sequía severa	-2.0<=SDI<-1.5	307.6 - 84.3	Situación de Emergencia	0
5	Sequía extrema	SDI<-2.0	Esc < 84.3	Situación de Emergencia	0

V.2. Declaraciones de emergencia por sequía y escenarios factibles

El concepto de Emergencia provocado por fenómenos que generen daños a la población se define en la legislación federal mexicana en la Ley Federal de protección Civil, como la Ley 161 Estatal de Protección Civil: "*Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general generada o asociada con la*

inminencia, alta probabilidad o presencia de un agente perturbador".

Las declaratorias de emergencia, ya sea por sequía o por otros fenómenos se realiza siguiendo una serie de procedimientos establecidos en los artículos 26, 27, 29, 30 y 31 de la Ley 161 de Protección Civil Estatal.

En ellos se establece que es el Gobierno del Estado, por iniciativa y con la participación de la Unidad Estatal de Protección Civil y contando con la colaboración de otras Dependencias Estatales y Delegaciones Federales, solicitaría la declaratoria de emergencia ante la Dirección Federal de Protección Civil.

En este trabajo, pretendiendo considerar el marco legal y en base al acuerdo de las reuniones del Consejo de Cuenca, en el sentido de la continuación a futuro de las actividades del Grupo de Seguimiento y Evaluación que analizó y aprobó este Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, se hace una propuesta de mecanismo que contempla la participación de este Grupo de Seguimiento, en el monitoreo de la sequía y como una primera instancia promotora de la declaratoria de emergencia por sequía.

En la Figura siguiente se presenta una propuesta de diagrama de flujo para la declaratoria de sequía.

Emisión de declaratoria de emergencia por sequía

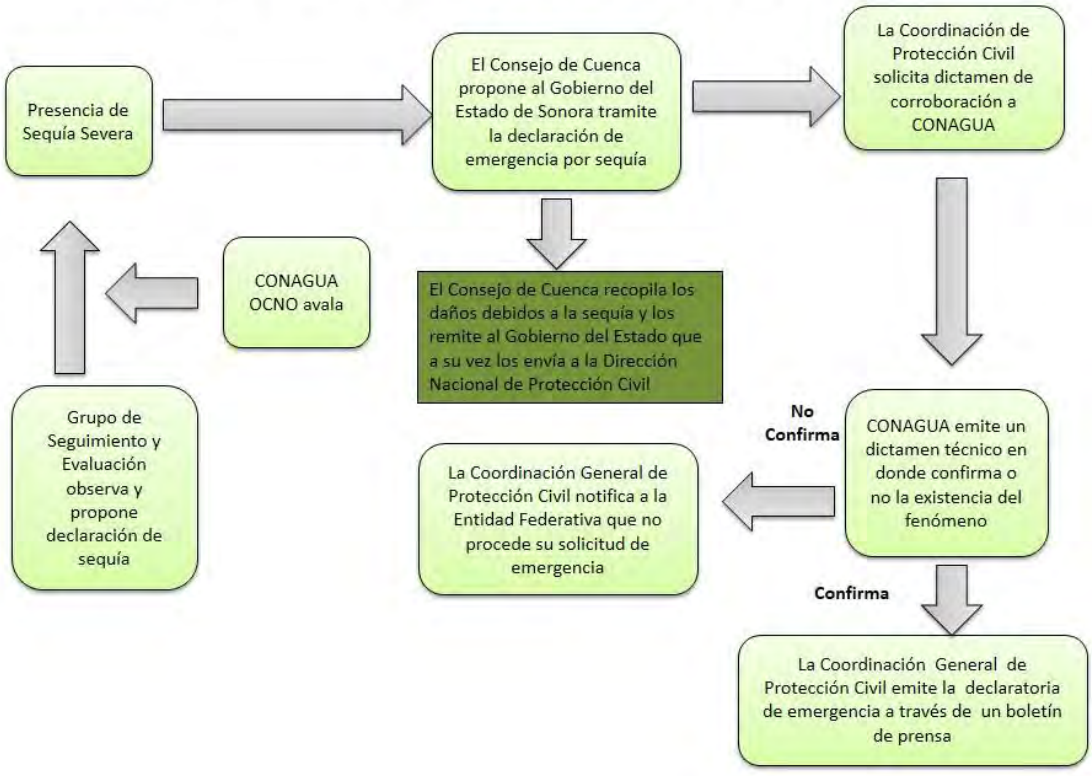


Figura V.2 Emisión de declaratoria de emergencia por sequía

A continuación se presenta la Hoja de trabajo E, con las etapas de sequía, factores iniciales y respuestas a las medidas para llegar a la meta.

Tabla V.3 Hoja de trabajo E

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO E - ETAPAS DE LA SEQUÍA, FACTORES INICIALES Y RESPUESTAS A LAS MEDIDAS PARA LLEGAR A LA META

Identificación de indicadores e indicadores clave para desarrollar acciones						Etapas de sequía, factor inicial y respuesta esperada (nivel almac.)		
Indicadores de sequía [1]	**Monitoreado actualmente [2]**	**Nuevos indicadores de sequía [3]**	**Indicador clave seleccionado para desarrollar acciones [4]**	**Tiempo [5]**		**Etapa [6]**	**Factor inicial [7]**	**Meta [8]**
Índice de precipitación estándar (SPI)		X				Observación	Menos del 85%	Conservar al 80%
Índice modificado de Palmer		X				Alerta	Menos del 60%	Ahorrar 15% de usos
Escurrimientos	X					Crítica	Menos del 40%	Ahorrar el 60%
Niveles de almacenamiento	X		X	15 ene.		Emergencia	Menos del 25%	Ahorrar el 80%
Registros de precipitación	X							
Nivel freático	X							Alertar a usuarios
Niveles en ríos diarios (reporte)		X						Medidas de ahorro del 15%
Humedad del suelo								Medidas de ahorro del 60%
Evapotranspiración								Medidas de ahorro del 80%
Índice de estado (I_e)		X						
Índice de estado (I_e)		X						

VI. PROGRAMA DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE SEQUÍA

En este capítulo se presentan las fases progresivas de la sequía, acciones y recomendaciones básicas para afrontarla (Tabla VI.1).

Las estrategias generales a nivel cuenca incluyen:

- Implementar una campaña permanente de concientización sobre la problemática de la sequía y una cultura del ahorro de agua
- Complementar la infraestructura de medición de las variables hidrometeorológicas y el escurrimiento.
- Inversión en infraestructura y nuevas fuentes para agua potable y optimización de su uso.
- Programas de optimización del agua para uso agrícola: elaboración de trazos de riego, nivelación de tierras, bombeo, canalización de agua de drenes, optimización de la infraestructura de manejo y distribución del agua.
- Definición de protocolos de riego y capacitación, certificación a personal que maneja agua.
- Analizar las alternativas de nuevas fuentes de agua:
  - Recarga artificial de acuíferos
  - Desalación para zonas costeras
  - Ampliación de la infraestructura hidroagrícola de almacenamiento
- Promover la investigación científica sobre la sequía
- Promover investigación científica y tecnológica sobre mecanismos de ahorro de agua en las actividades agrícolas, ganaderas y en el uso público-urbano.

Tabla VI.1 Estrategias de respuesta a las etapas de la sequía

FASES DE SEQUÍA			
ESTABLE	**PREALERTA**	**ALERTA**	**EMERGENCIA**
SECTOR AGRÍCOLA			
Reducir el uso de las aguas superficiales acudiendo al acuífero	Bombeo y desarrollo de infraestructura de canales de drenes para riego	Reducción de la superficie de cultivos de acuerdo a la disponibilidad de agua	Implementar un programa emergente de perforación de pozos
Impulsar la siembra de cultivos de baja demanda de agua	Implementar un mercado del agua	Identificar el tamaño mínimo sustentable de la parcela por cultivo	Implementar proyectos de desalación de agua para las actividades costeras
Establecer reservas de agua	Incentivos económicos a los usuarios que reduzcan su lámina aplicada	Apoyar la disponibilidad de crédito y mercado para los cultivos de baja demanda recomendados	Hacer uso de las reservas de agua
Implementar cursos a productores y regadores e impulsar su certificación	Amonestaciones a usuarios derrochadores	Definir la superficie por cultivo que no se sembrará y su derrama económica	Suspender derechos a usuarios derrochadores
Continuar con el revestimiento de canales de riego y optimizar eficiencia de operación de canales	Incrementar la explotación del acuífero	Evaluar el número y tipo de jornales que no se generarán y buscar soluciones paliativas	
Implementar programa de trazos de riego y nivelación de tierras	Definición de protocolos de riego	Multas a usuarios derrochadores	
Definición de marco normativo para el manejo del agua	Analizar alternativas de ampliación de la infraestructura de almacenamiento de agua	Promover acciones para ampliar la infraestructura de almacenamiento de agua	
Mejorar sistemas de medición			
SECTOR GANADERO			

Promover la capacitación de los ganaderos en el ahorro de agua	Apoyar a la realización de obras de manejo de agua	Apoyar la perforación de pozos	
Difundir información sobre variedades genéticas de ganado resistentes a sequía	Apoyar la distribución de alimento para ganado		
Difundir información de alternativas de alimento para ganado adaptadas a la sequía			
Difusión de alternativas de manejo de hato adecuadas a la sequía			
SECTOR PÚBLICO URBANO			
Establecer una campaña permanente de concientización a los usuarios para el ahorro de agua	Impulsar el reuso de las aguas residuales en aspectos específicos	Multas a usuarios derrochadores	Programas emergentes de perforación de pozos
Aumento de la inversión de agua potable dirigida a una mayor eficiencia del manejo del recurso	Actualizar las tarifas de agua de forma diferenciada	Prohibir riego en jardines	Impulsar la desalación de agua para zonas costeras
Eficientización de la provisión de agua potable desligándola del uso agrícola	Amonestar a usuarios derrochadores	Apoyar con pipas la distribución de agua potable	Usar las reservas de agua para uso público urbano
Promover inversiones y mecanismos financieros para que las localidades y municipios con problemas de recursos puedan atender el servicio de agua potable	Hacer una campaña para limitar el riego en jardines	Obligar que pozos agrícolas sean usados para provisión de agua potable	Apoyar a usuarios en la adquisición de tinacos
Impulsar el aumento de la macro y micro medición y la atención a la red de distribución		Reducción del número de horas del servicio de agua potable	Ampliación de las horas de reducción de servicio de agua potable

VII. IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

En este capítulo se describe un programa de acciones para mitigación, monitoreo de indicadores, protocolo para la declaración de sequía, implementación del programa de respuesta por etapas, planeación de ingresos y gastos, monitoreo y evaluación de los esfuerzos y acciones de respuesta. Toda esta información se incluye en las hojas de trabajo de la A a la K que se presentan a continuación:

Tabla VII.1 Hoja de trabajo A "Organismo Operador de Agua Potable"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

HOJA DE TRABAJO A - IMPACTOS DE SEQUÍAS HISTÓRICAS, IMPACTOS POTENCIALES FUTUROS Y MITIGACIÓN

	Paso 2 - Evaluación de sequías históricas						Paso 3 - Evaluación de la vulnerabilidad		Paso 4 - Estrategias de respuesta a sequías	
Impactos de sequías históricas, existentes y potenciales [1]	Impacto histórico [2]	Impacto existente [3]	Jerarquización de la severidad del impacto de sequía [4]	Estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [5]	Efectividad de la estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [6]	Comentarios [7]	Impacto potencial futuro [8]	Prioriad del impacto potencial [9]	Mitigación [10]	Estrategias de respuesta [11]
Organismo operador de agua potable										
Reducción en producción de pozos municipales										
Incremento en las necesidades de información para monitorear e implementar un plan de mitigación	X		3				X	3		
Costos para incrementar la eficiencia del uso del agua										
Percepción pública favorable/desfavorable de los OO relativa a la respuesta por sequía	X		3	Educación pública	2	Críticas mixtas del público	X	2		

Tabla VII.2 Hoja de trabajo A "Comunidad"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

HOJA DE TRABAJO A - IMPACTOS DE SEQUÍAS HISTÓRICAS, IMPACTOS POTENCIALES FUTUROS Y MITIGACIÓN

	Paso 2 - Evaluación de sequías históricas						Paso 3 - Evaluación de la vulnerabilidad		Paso 4 - Estrategias de respuesta a sequías	
Impactos de sequías históricas, existentes y potenciales [1]	Impacto histórico [2]	Impacto existente [3]	Jerarquización de la severidad del impacto de sequía [4]	Estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [5]	Efectividad de la estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [6]	Comentarios [7]	Impacto potencial futuro [8]	Prioriad del impacto potencial [9]	Mitigación [10]	Estrategias de respuesta [11]
Comunidad										
Incremento de conflictos políticos										
Reducción o modificación de actividades recreativas	X		1				X	2		Comunicación de tiempos de almacenamiento para mejorar los flujos en la tubería en momentos clave

Tabla VII.3 Hoja de trabajo A "Economía"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO A - IMPACTOS DE SEQUÍAS HISTÓRICAS, IMPACTOS POTENCIALES FUTUROS Y MITIGACIÓN

Impactos de sequías históricas, existentes y potenciales [1]	Paso 2 - Evaluación de sequías históricas						Paso 3 - Evaluación de la vulnerabilidad		Paso 4 - Estrategias de respuesta a sequías	
	Impacto histórico [2]	Impacto existente [3]	Jerarquización de la severidad del impacto de sequía [4]	Estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [5]	Efectividad de la estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [6]	Comentarios [7]	Impacto potencial futuro [8]	Prioriad del impacto potencial [9]	Mitigación [10]	Estrategias de respuesta [11]
Economía										
Reducción de superficies de riego en cultivos anuales	X	X	1	Cambios a cultivos protegidos	1					
Cambios en los patrones de cultivos	X	X	1		1					
Reducción de rendimientos en los cultivos	X	X	3		1					
Pérdida de plantíos de arboles frutales y maderables	X	X	3		1					
Disminución o desaparición de los hatos ganaderos	X	X	2	Disminución de vientres y venta prematura de animales improductivos	1					
Pérdidas totales o parciales de cultivos de subsistencia, tanto de riego como especialmente de temporal	X	X	3							
Reducción o pérdida de jornales	X	X	3							
Incremento en los costos de los insumos y de la producción	X		3							
Decremento de los precios de terrenos			1							
Subsidencia del suelo como resultado de extracción de agua subterránea	X	X	3	Estudios de Aguas Subterráneas e identificación de acuíferos	2					
Pérdida de ingresos a productores que indirectamente afectan los negocios y la economía	X	X	3				X	2		
Pérdida de recreación y de la industria del turismo	X	X	1				X	2		
Reducción de desarrollo económico			2							
Incremento en precios de alimentos	X	X	3							
Restricciones/limitaciones sobre daños al paisaje por empresas							X	2		Promover el paisajismo
Impactos a usuarios de agua de gran escala comercial (campos deportivos, turismo, navegación, ...)							X	2		Trabajar con muchos usuarios para minimizar impactos
Pérdida de generación de energía hidroeléctrica										

Tabla VII.4 Hoja de trabajo A "Ambiental y recreacional"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO A - IMPACTOS DE SEQUÍAS HISTÓRICAS, IMPACTOS POTENCIALES FUTUROS Y MITIGACIÓN

Impactos de sequías históricas, existentes y potenciales [1]	Paso 2 - Evaluación de sequías históricas						Paso 3 - Evaluación de la vulnerabilidad		Paso 4 - Estrategias de respuesta a sequías	
	Impacto histórico [2]	Impacto existente [3]	Jerarquización de la severidad del impacto de sequía [4]	Estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [5]	Efectividad de la estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [6]	Comentarios [7]	Impacto potencial futuro [8]	Prioriad del impacto potencial [9]	Mitigación [10]	Estrategias de respuesta [11]
Ambiental y recreacional										
Subsidencia del terreno	X	X	3							
Altos índices de deforestación y erosión; pérdida de cobertura vegetal acelerada	X	X	1							
Desertificación y degradación del suelo	X	X	1							
Tasa de azolvamiento en vasos, cauces y cuerpos de agua	X	X	3							

Tabla VII.5 Hoja de trabajo B "Elementos del Programa de Manejo de Sequía"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Elementos del Programa de manejo de sequía								
Establecer principios, objetivos y prioridades de respuestas a la sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Establecer nivel de autoridad y el proceso para la declaración de una emergencia de sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Desarrollar etapas de la sequía, factores detonantes, y metas de respuesta	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Preparar instrucciones para las medidas de sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Evaluar impactos de sequías históricas	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Monitorear indicadores de sequías	X	X	E	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Monitorear calidad del agua	X	X	E	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Rastrear percepción pública y efectividad de las medidas contra la sequía	X	X	N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Mejorar la precisión de los pronósticos de escurrimientos y oferta de agua	X		N	X		5	X	Abordarse a través de la planificación de la fiabilidad del suministro de agua

Tabla VII.6 Hoja de trabajo B "Respuesta de emergencias"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Respuesta en emergencias								
Declarar una emergencia de sequía		X	E		X	5	X	Componente de un buen plan de sequía
Establecer programas de transporte de agua	X	X						
Restringir/prohibir nuevas tomas de agua		X						
Identificar asistencia estatal o federal	X	X	N		X	5	X	Bien aceptado, puede ser beneficioso
Proveer de agua a usuarios domésticos con norias		X						
Importar agua por pipas o ferrocarril		X						

Tabla VII.7 Hoja de trabajo B "Educación pública"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Educación pública								
Establecer un comité asesor público	X	X	X					No es tiempo & efectividad de costo
Desarrollar campañas de educación pública de sequía con estrategias de corto y largo plazo (ver hoja de trabajo D)	X	X	X					Marco de trabajo desarrollado durante este esfuerzo de planeación - mitigación. Plan detallado y desarrollado durante la estrategia de respuesta a la sequía.
Extender rampas y muelles para recreación cuando los embalses estén a niveles bajos.	X	X	X					No es rentable

Tabla VII.8 Hoja de trabajo B "Aumento de la oferta de agua"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Aumento de la oferta de agua								
Establecer reservas de agua contra sequía	X		N	X		5	X	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Extraer agua de las reservas		X						
Incrementar el bombeo de agua subterránea		X						
Profundizar pozos	X	X						
Desarrollar uso conjunto suplementario de agua subterránea	X		N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Reactivar pozos abandonados		X						
Limpiar pozos para desarrollar mayores gastos de extracción	X	X				3		
Mezclar agua de primer uso con agua de menor calidad para incrementar oferta		X	N	X			Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Rehabilitar pozos en operación	X	X				3		Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2013
Emplear desalación o agua subterránea salobre	X					3		Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2014
Incrementar el uso de agua reclicada	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2015
Utilizar agua tratada para irrigar parques y jardines	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2016
Construir nuevas instalaciones para mejorar la derivación de agua o desarrollar nuevas obras de oferta	X		N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2017
Habilitar tomas bajas en embalses	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2018

Tabla VII.9 Hoja de trabajo B "Manejo de derechos de agua y acuerdos de cooperación"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Manejo de derechos de agua y acuerdos de cooperación								
Utilizar derechos de agua que otros usuarios lo permitan		X						
Pagar a usuarios para que no coloquen una demanda en el río		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Pagar a usuarios aguas arriba para que permitan la derivación de mayor cantidad de agua		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Comprar agua de otros entidades		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Arreglar intercambios	X	X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Rentar derechos de irrigación de productores		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Rentar pozos privados		X						
Cancelar permisos de agua municipal a productores		X						
Utilizar decretos de irrigación		X						
Invocar reservas por sequía que permitan la reducción de de los requerimientos de bypass		X						
Negociar compras de agua a otros usuarios	X	X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro
Renegociar abastecimientos controlados contractualmente	X	X						
Desarrollar transferencias de agua desde otras entidades	X	X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro
Desarrollar bancos de agua para facilitar transferencias de agua en tiempos de sequía	X							
Desarrollar interconexiones con otras entidades	X	X	N	X				No es rentable
Negociar el abastecimiento comercial de agua con otras entidades para incrementar la producción		X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro

Tabla VII.10 Hoja de trabajo B "Mejorar la eficiencia de la distribución de agua"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Mejorar la eficiencia en la distribución de agua								
Conducir auditorias de los sistemas de distribución de agua	X	X	E	X		5		Prácticas actuales
Reducir fugas en los sistemas de distribución	X	X	E	X		5		Prácticas actuales
Reducir la presión en los sistemas de distribución		X						
Reemplazar medidores inexactos	X		E	X		5		Prácticas actuales
Calibrar los medidores domésticos, comerciales, industriales	X							
Instalar medidores en puntos clave de distribución para aislar areas de sobreconsumo y probables fugas	X							
Minimizar derrames en embalses	X	X	E	X		4		Operaciones estándar

Tabla VII.11 Hola de trabajo C "Organismo Operador APyA/Municipalidad"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Organismo Operador APyA/Municipalidad											
Implementar recargos a tarifas en la época de sequías		X			N			X	4	X	Sólo cuando es necesario aumentar la recaudación
Establecer tiempos límite para el riego	X	X			E						Práctica usual o estandar. Considerar medidas de conservación
Prohibir el riego durante el verano, otoño y los primeros meses de primavera		X			N			X	4	X	Bajo sequías muy severas y preservar árboles
Cambiar aspersores a irrigación de bajo volumen, donde sea apropiado	X				E		X		5	X	Práctica usual o estandar
Restringir dispositivos de rocío o aspersores en exteriores		X			E		X		5	X	Práctica usual o estandar
Reducir la limpieza, lavado de calles, banquetas y acceso a garages		X			E						Práctica usual o estandar. Considerar medidas de conservación
Limitar o prevenir lavado de flotillas de vehículos de la ciudad o el municipio		X			N			X	5	X	
Limitar el lavado con hidrantes		X			N			X	4	X	
Limitar el uso de del agua para entrenamiento en incendios		X			N			X	4	X	
Inhabilitar, desconectar todos los hidrantes de incendio, excepto aquellos requeridos para seguridad pública		X			N			X	4	X	
Hacer auditorías de agua en interiores de instalaciones	X	X				N		X	4	X	
Instalación de Grupo Técnico Directivo del Programa de Mitigación de la Sequía		X	N								
Buscar nuevas fuentes de abastecimiento para las comunidades con este problema.		X		N	N	N					
Apoyar la distribución de agua potable con pipas en zonas de problemas extremos		X		N	N	N					
Racionalizar la distribución de Agua Potable (Tandeos)		X		N	N	N					
Optimizar la red de distribución con mecanismos como la sectorización		X									
Hacer un estudio sobre la confiabilidad de la provisión de aguapotable en las comunidades y establecer medidas preventivas que permitan asegurar su abastecimiento.	X										

Tabla VII.12 Hoja de trabajo C "Sector residencial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Sector Residencial											
Realizar auditorías de agua en zonas exteriores	X	X	E			E	X		5	X	Programa actual. Bien recibido
Realizar auditorías de agua en el interior de residencias	X	X		N		N	X				En el plan de conservación
Promover instalación de dispositivos eficientes de agua	X	X		N			X				En el plan de conservación
Proveer medidores acústicos para ayudar a los consumidores a identificar fugas en tuberías	X	X	E				X				En el plan de conservación

Tabla VII.13 Hoja de trabajo C "Sector comercial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Sector Comercial											
Destinar fondos para desarrollar planes de conservación específicos en oficinas y negocios	X	X		N		N	X		4	X	Programa estrella de la administración

Tabla VII.14 Hoja de trabajo C "Sector industrial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Sector Industrial											
Establecer el gasto ecológico de los sistemas riparios y costeros.	X		X			X					
Evaluar la Minería como un Usuario importante.		X		X	X						
Analizar los aspectos normativos para la aplicación de sanciones por el mal uso del agua.		X				X					
Establecer mecanismos de coordinación entre las diferentes dependencias en la aplicación de programas que incidan en el manejo del agua.											

Tabla VII.15 Hoja de trabajo C "Sector agropecuario"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Sector Agropecuario											
Considerar la regionalización existente en subcuencas y analizar las políticas adecuadas para cada una de ellas		X	N								
Manejar los escenarios de cambio climático en los planes de sequía.		X	N								
Promover la investigación científica de mecanismos de ahorro del agua en todos los sectores y la evaluación de la eficiencia de las medidas tomadas	X										
Implementar medidas tendientes a optimizar el riego en parcelas, como trazos de riego, mejoras de medición.		X		X		X					
Continuar los programas de difusión y capacitación de usuarios para un mejor uso del agua y un esquema de certificación de los trabajadores que manejan el agua así como la formación de personal capacitado formalmente para el riego.	X		X								
Continuar las acciones tendientes a mejorar la eficiencia de la red de canales, como mecanismos de medición entre otros.		X		X							
Promover la siembra de cultivos de baja demanda de agua y gestionar los apoyos necesarios.		X									
Considerar en los planes de riego all inicio de cada ciclo, las medidas acerca de la sequía.		X									
Impulsar la implementación de mecanismos de cosecha de lluvia en parcela.		X									
Conformar los grupos de vigilancia en los módulos de riego y aplicar sanciones por mal uso dell agua, en base a la Ley de Aguas Nacionales.		X									
Reglamentar las extracciones del Acuífero, de acuerdo a su capacidad de recarga.		X									
Promover acciones de cosecha de agua, reactivando el grupo ya establecido para lo propio.		X									

Tabla VII.16 Hoja de trabajo D "Información sobre sequía para llevar al público"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO D - CAMPAÑA DE INFORMACIÓN PÚBLICA SOBRE SEQUÍA

Información pública Componentes de campaña	Filtrado [1]		Audiencia meta [2]																		Insertar otros miembros de la audiencia [3]	Coordinar con otras entidades [4]
	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta de corto plazo	Hacedores de decisiones/hacedores de política	Cuerpos gubernamentales/departamentos de la ciudad (parques, departamentos de incendios)	Instalaciones comunitarias de recreación	Media	Residencial unifamiliar	Residencial multifamiliar	HOAs	Propietarios de negocios comerciales	Empleados de negocios comerciales	Gerentes de instalaciones escolares	Niños de escuela	Negocios industriales	Negocios metas específicos (estancias infantiles, arquitectura del paisaje, instalaciones de salud)	Grandes consumidores (campos de golf)				
Información sobre sequía para llevar al público																						
Estatus de las condiciones actuales de la sequía y etapa de la sequía	Sí	Sí	s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, d, g, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r			X
Medidas y/o impactos que los consumidores pueden esperar si la sequía continúa o se intensifica		Sí	s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, d, g, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r			X
Aplicación de políticas de sequía		Sí	s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, d, g, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r			
Explicación de incrementos en la tasa /sobrecargo de sequía	Sí		s,t	s,t	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h		N/A	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h			
Incrementar anuncios de incentivos de conservación y planes de sequía		Sí	s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, d, g, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	l, p	N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r			
Ideas de conservación de ahorro de agua	Implementado a través del programa												l, p	N/A							
Instrucciones de cómo rastrear el uso de agua dentro de las casas	No	No												N/A							
Anunciar los esfuerzos de individuos y negocios como ejemplos de cómo reducir el uso del agua	Sí - Programa		s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	l, p	N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r			
Hacer campañas de difusión sobre los programas gubernamentales a fin de que los recursos dispuestos sean ejercidos adecuadamente.				si	si							**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**			**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**	**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**	**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**			
Hacer campañas de difusión sobre la sequía y la cultura del ahorro del agua para cada uno de los sectores de usuarios, así como del cuidado de la infraestructura de la distribución del agua.												**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**	l, p		**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**	**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**	**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**			

Tabla VII.17 Hoja de trabajo E "Identificación de indicadores e indicadores clave para desarrollar acciones"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

HOJA DE TRABAJO E - ETAPAS DE LA SEQUÍA, FACTORES INICIALES Y RESPUESTAS A LAS MEDIDAS PARA LLEGAR A LA META

Identificación de indicadores e indicadores clave para desarrollar acciones						Etapas de sequía, factor inicial y respuesta esperada (nivel almac.)		
Indicadores de sequía [1]	**Monitoreado actualmente [2]**	**Nuevos indicadores de sequía [3]**	**Indicador clave seleccionado para desarrollar acciones [4]**	**Tiempo [5]**		**Etapa [6]**	**Factor inicial [7]**	**Meta [8]**
Índice de precipitación estándar (SPI)		X				Observación	Menos del 85%	Conservar al 80%
Índice modificado de Palmer		X				Alerta	Menos del 60%	Ahorrar 15% de usos
Escurrimientos	X					Crítica	Menos del 40%	Ahorrar el 60%
Niveles de almacenamiento	X		X	15 ene.		Emergencia	Menos del 25%	Ahorrar el 80%
Registros de precipitación	X							
Nivel freático	X							Alertar a usuarios
Niveles en ríos diarios (reporte)		X						Medidas de ahorro del 15%
Humedad del suelo								Medidas de ahorro del 60%
Evapotranspiración								Medidas de ahorro del 80%
Índice de estado (I_e)		X						
Índice de estado (I_e)		X						

Tabla VII.18 Hoja de trabajo F "Estrategias del lado de la oferta"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

HOJA DE TRABAJO F - ETAPAS DEL PROGRAMA DE ESTRATEGIAS A LA SEQUÍA

Estrategias del lado de la oferta					
Estrategias [1]	**Etapas de la sequía [2] y [3]**				
	Etapa 1	**Etapa 2**	**Etapa 3**	**Etapa 4**	**Etapa 5**
Aumento de la oferta de agua					
n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Administración de los derechos del agua y la coordinación con otras instituciones					
Compensación a usuarios para permitir derivación de mayor cantidad de agua	n/d				
Comprar agua de otras entidades	n/d				
Arreglos para intercambio de aguas	n/d				
Renta de derechos de agua de riego	n/d	Estas opciones serán exploradas al inicio de cada una de la etapas de sequía y podrían ser implementadas para cualquiera de ellas			
Negociar compras de agua	n/d				
Desarrollar transferencias de agua con otras entidades	n/d				
Aumentar la eficiencia en el uso del agua					
Cambiar el patron de almacenamiento y extracciones para optimizar eficiencia	n/d				
Modificar extracciones en los embalses durante tiempos criticos para mantener niveles adecuados para recreación	n/d	Impactos mínimos - no tomar acciones	Extracciones mayores entre las 12 y 15 hrs durante julio y agosto	Extracciones mayores entre las 12 y 15 hrs durante julio y agosto	Oferta de agua demasiado estresada como para tomar acciones
Minimizar los impactos en la calidad del agua ajustando las extracciones de los embalses para mantenerlos al 50% de su capacidad	n/d	Impactos mínimos a la calidad del agua - no se requieren ajustes a las operaciones	Realizar ajustes según se requiera	Realizar ajustes según se requiera	Oferta de agua demasiado estresada como para tomar acciones

Tabla VII.19 Hoja de trabajo F "Estrategias del lado de la demanda, Organismo Operador de Agua"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Cuenca del río Mayo					
HOJA DE TRABAJO F - ETAPAS DEL PROGRAMA DE ESTRATEGIAS A LA SEQUÍA					
Estrategias del lado de la demanda					
Organismo Operador de Agua					
Implementar un sobreprecio en las tarifas	n/d	No implementar sobreprecio en las tarifas	No implementar sobreprecio en las tarifas	Implementar sobreprecio a las trafidas de agua para soportar las restricciones al uso del agua y alcanzar la respuesta meta	Implementar sobreprecio a las trafidas de agua para soportar las restricciones al uso del agua y alcanzar la respuesta meta
Eliminar/reducir el riego de parques	n/d	Seguir prácticas estándar consistentes en practicar auditorías y el uso eficiente del agua	Seguir prácticas estándar consistentes en practicar auditorías y el uso eficiente del agua	Eliminar el riego de parques públicos. Mantener el riego en campos deportivos, regar árboles y setos vegetales.	Eliminar el riego el parques públicos, regar solo árboles.
Limitar el lavado de vehículos oficiales	n/d	Sin restricción	Limitar el lavado de autos oficiales a cada dos semanas	Prohibir el lavado de autos oficiales	Prohibir el lavado de autos oficiales
Elimirar el uso de hidrantes públicos excepto para fines de seguridad pública	n/d	Sin restricción	Sin restricción	Se restringe el uso de hidrantes públicos con excepción de aquellos esenciales para la seguridad pública	Se restringe el uso de hidrantes públicos con excepción de aquellos esenciales para la seguridad pública
Eliminar el uso de fuentes ornamentales en edificios y parques públicos	n/d	Sin restricción	Salen fuera de servicio las fuentes ornamentalels y bebederos en parques públicos	Salen fuera de servicio las fuentes ornamentalels y bebederos en parques públicos y edificios	Salen fuera de servicio las fuentes ornamentalels y bebederos en parques públicos y edificios

Tabla VII.20 Hoja de trabajo F "Estrategias del lado de la demanda, uso residencial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Cuenca del río Mayo					
HOJA DE TRABAJO F - ETAPAS DEL PROGRAMA DE ESTRATEGIAS A LA SEQUÍA					
Estrategias del lado de la demanda					
Uso residencial					
Aplicar restricciones al riego de parques públicos	n/d	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias (ver Hoja de trabajo G)	Restricciones obligatorias (ver Hoja de trabajo G)	Prohibido el riego de jardines
Prohibir el riego de jardines en los meses de estiaje	n/d	Restricciones voluntarias	Voluntario	Obligatorio	Prohibido todo el riego en áreas exteriores
Aplicar restricciones al uso de agua en las casas habitación	n/d	n/d	n/d	n/d	Fijar como meta el consumo máximo de 160 l/h/día y aplicar multas a quien exceda ese límite
Aplicar restricciones al uso de enfriadores a base de agua	n/d	Promover reducciones voluntarias del usos de enfriadores y aire acondicionado y ajustar temperaturas.	Promover reducciones voluntarias del usos de enfriadores y aire acondicionado y ajustar temperaturas.	Promover reducciones voluntarias del usos de enfriadores y aire acondicionado y ajustar temperaturas.	Promover reducciones voluntarias del usos de enfriadores y aire acondicionado y ajustar temperaturas.
Prohibir el lavado de calles y banquetas	n/d	Restricciones voluntarias	Prohibido el lavado de áreas impermeables	Prohibido el lavado de áreas impermeables	Prohibido el lavado de áreas impermeables

Tabla VII.21 Hoja de trabajo F "Estrategias del lado de la demanda, uso comercial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Cuenca del río Mayo					
HOJA DE TRABAJO F - ETAPAS DEL PROGRAMA DE ESTRATEGIAS A LA SEQUÍA					
Estrategias del lado de la demanda					
Uso comercial					
Prohibir/eliminar el uso de agua para la construcción	n/d	Aplicar restricciones de agua en la construcción donde sea factible	Aplicar restricciones de agua en la construcción donde sea factible	Aplicar restricciones de agua en la construcción donde sea factible	Aplicar restricciones de agua en la construcción bajo una base de negociación
Prohibir el llenado de albercas	n/d	Promover las mejores prácticas de manejo de albercas (uso de cubiertas térmicas, reúso del agua y reparación de fugas)	Promover las mejores prácticas de manejo de albercas (uso de cubiertas térmicas, reúso del agua y reparación de fugas)	Se prohibe el llenado de albercas privadas. Promover las mejores prácticas de manejo de albercas (uso de cubiertas térmicas, reúso del agua y reparación de fugas)	Se prohibe el llenado de albercas privadas.
Aplicar restricciones en el uso de agua en los lavados de autos	n/d	Reducción voluntaria en el uso de agua en un 10%. Promover el uso de las mejores prácticas.	Reducción voluntaria en el uso de agua en un 10%. Promover el uso de las mejores prácticas.	Implementar las mejores prácticas y limitar el consumo de agua a 160 l por vehículo.	Se prohibe el el lavado comercial de automóviles
Promover la reducción de la frecuencia del lavado de ropa de cama en hoteles	n/d	Hacer uso de señales que promuevan la conservación (reducir el uso de toallas)	Hacer uso de señales que promuevan la conservación (reducir el uso de toallas)	Hacer uso de señales que promuevan la conservación (reducir el uso de toallas)	Hacer uso de señales que promuevan la conservación (reducir el uso de toallas)

Tabla VII.22 Hoja de trabajo F "Estrategias del lado de la demanda, uso industrial"

	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Cuenca del río Mayo				
	CONAGUA PRONACOSE				
HOJA DE TRABAJO F - ETAPAS DEL PROGRAMA DE ESTRATEGIAS A LA SEQUÍA					
Estrategias del lado de la demanda					
Uso industrial					
n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d

Tabla VII.23 Hoja de trabajo F "Estrategias del lado de la demanda, actividades dentro de la campaña de educación al público"

	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Cuenca del río Mayo				
	CONAGUA PRONACOSE				
HOJA DE TRABAJO F - ETAPAS DEL PROGRAMA DE ESTRATEGIAS A LA SEQUÍA					
Estrategias del lado de la demanda					
Actividades dentro de la campaña de educación al público					
n/d	n/d	Ver la sección de la campaña de educación al público de la Guía			

Tabla VII.24 Hoja de trabajo H "Estrategias del lado de la oferta"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO H - RESUMEN DEL PROGRAMA DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE LA SEQUÍA

Estrategias de respuesta por el lado de la Oferta [1]						
	Etapas de la sequía [2] [3]					
Etapa de la sequía	**Mitigación Pre-sequía**	**Monitoreo**	**Alerta y Prevención**	**Crítica**	**Emergencia**	**n/a**
Detonador	n/a	Presas a menos del 90% de su capacidad	Presas a menos del 80% de su capacidad	Presas a menos del 65% de su capacidad	Presas a menos del 50% de su capacidad	n/a
Meta de Respuesta	n/a	Ahorros del 10%	Ahorros del 25%	Ahorros del 40%	Ahorros del 50%	n/a
Aumento del agua abastecida						
n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Administración de los derechos del agua y la coordinación con otras instituciones						
-Pagar a concesionarios de aguas nacionales por no usar o reclamar agua del río -Pagar a usuarios aguas arriba para permitir mayores extracciones de agua -Comprar agua de otras instituciones o entidades (p. ej. ciudades vecinas, proyectos federales, tierras de riego) -Negociar intercambios -Rentar derechos de riego de campesinos -Negociar compras o subastas de agua -Desarrollar transferencias de agua de otras entidades -Intercambiar abastecimientos de agua con otras entidades para incrementar rendimientos	n/a	Estas alternativas serán analizadas al comenzar una sequía y pueden ser implementadas en cualquiera de las cuatro etapas de sequía dependiendo de los términos del acuerdo (s)				n/a
Aumentar la eficiencia en el uso del agua						
Cambiar el patrón de almacenamientos de agua y sus reglas o políticas de operación para optimizar la eficiencia	n/a					
Modificar las descargas de agua de las presas para mantener escurrimientos durante los tiempos críticos del día en la temporada turística	n/a	No hay acciones si los impactos son mínimos al flujo en el río	Las mayores descargas de la presa deben ser de 12:00 a 3:00 durante julio-agosto	Las mayores descargas de la presa deben ser de 1:00 a 3:00 durante julio-agosto	Las fuentes de abastecimiento de agua están muy presionadas como para tomar vacaciones o medidas	n/a
Minimice la contaminación de aguas mediante el ajuste a las descargas de una presa determinada (Castle Reservoir) al 50% de su capacidad	n/a	Impactos mínimos en la calidad del agua. No son necesarios ajustes en la operación.	Ajustar las descargas o tomas de las presas en consecuencia	Ajustar las descargas o tomas de las presas en consecuencia	Las fuentes de abastecimiento de agua están muy presionadas como para tomar vacaciones o medidas	n/a

Tabla VII.25 Hoja de trabajo H "Estrategias del lado de la demanda, Organismo operador de APyA/Municipio"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO H - RESUMEN DEL PROGRAMA DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE LA SEQUÍA

Estrategias de respuesta por el lado de la demanda [1]						
Organismo Operador de APyA/Municipio						
Aplicar mayores tarifas durante la sequía	n/a	No aumento de tarifas	No aumento de tarifas	Se aplicarán mayores tarifas para apoyar las restricciones de uso de agua y alcanzar el resultado deseado	Se aplicarán mayores tarifas para apoyar las restricciones de uso de agua y alcanzar el resultado deseado	n/a
Eliminar o reducir el riego de jardines y parques del OOAPyA o del municipio	n/a	Seguir la práctica estándar de auditorías y uso eficiente de aguas	Seguir la práctica estándar de auditorías y uso eficiente de aguas	Eliminar el riego de pastos en parques y paisajes. Conservar el riego en campos deportivos, árboles y arbustos	Eliminar todo el riego de pastos y sólo regar árboles	n/a
Prohibir el riego durante el verano, otoño y el inicio de la primavera	n/a	Sin restricción	Eliminar el riego de pastos durante verano, otoño e inicio de la primavera	Eliminar todo riego a excepción de árboles durante verano, otoño e inicio de la primavera	Eliminar todo riego durante verano, otoño e inicio de la primavera	n/a
Reducir o eliminar el lavado de las flotillas de vehículos de uso público	n/a	Sin restricción	Limitar el lavado de vehículos públicos de campo a dos veces por semana y una vez al mes todos los otros vehículos	Prohibir el lavado de todos los vehículos públicos	Prohibir el lavado de todos los vehículos públicos	n/a
Limitar el lavado y purgado de hidrantes	n/a	Sin restricción	Reducir la limpieza y purgado de hidrantes una vez cada 3 meses	Reducir la limpieza y purgado de hidrantes una vez cada 3 meses	Reducir la limpieza y purgado de hidrantes una vez cada 6 meses	n/a
Limite el uso de agua en entrenamientos de incendios	n/a	Sin restricción	Sin restricción	Se prohíbe uso de agua en entrenamientos de incendios	Se prohíbe uso de agua en entrenamientos de incendios	n/a
Elimine todos los usos de hidrantes para incendio excepto los requeridos por la seguridad pública	n/a	Sin restricción	Sin restricción	El uso de hidrantes para incendios está restringido a sólo los usos de seguridad pública	El uso de hidrantes para incendios está restringido a sólo los usos de seguridad pública	n/a
Desconecte las fuentes ornamentales en edificios y parques	n/a	Sin restricción	Fuentes ornamentales y para beber se desconectan en parques	El uso de fuentes ornamentales y para beber se prohíbe en parques y edificios	El uso de fuentes ornamentales y para beber se prohíbe en parques y edificios	n/a
Realizar auditorías de agua en el interior de instalaciones	n/a	En todos los edificios públicos	Hacer auditorías de agua al interior de todos los edificios públicos	Hacer auditorías de agua al interior de todos los edificios públicos	Auditorías obligatorias en todos los negocios con más de 5 empleados y para todos los edificios públicos. Ofrecer auditorías gratis a todos los otros usuarios.	n/a

Tabla VII.26 Hoja de trabajo H "Estrategias del lado de la demanda, uso residencial"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO H - RESUMEN DEL PROGRAMA DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE LA SEQUÍA

Estrategias de respuesta por el lado de la demanda [1]						
Uso residencial						
Aplicar restricciones de riego en jardines	n/a	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Riego de jardines está prohibido	n/a
Limitar el número de días a la semana de riego permitido	n/a	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Riego de jardines está prohibido	n/a
Prohibir el riego de céspedes durante el verano, otoño e inicio de primavera	n/a	n/a	Voluntario	Obligatorio	n/a - todo riego en exteriores se prohíbe	n/a
Limite el riego a regaderas de mano o dispositivo no aspersor	n/a	n/a	n/a	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Se prohíbe el riego de jardines	n/a
Limitar o prohibir la siembra de nuevos arbustos, semillas y/o otras plantas en jardines y parques	n/a	Sin restricciones	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias	Restricciones obligatorias a excepción de una pequeña cantidad para asegurar la sobrevivencia de árboles	n/a
Restricciones obligatorias al riego de superficies "inmunes"	n/a	Restricciones voluntarias	El lavado de superficies inertes está restringido	El lavado de superficies inertes está restringido	El lavado de superficies inertes está restringido	n/a
Prohibir o limitar el lavado de vehículos	n/a	Restringido con la condición de no usar aspersores de nariz (incluye agencias de coches)	Restringido con la condición de no usar aspersores de nariz (incluye agencias de coches)	Prohibido (incluyendo las agencias de autos)	Prohibido (incluyendo las agencias de autos)	n/a
Limitar o prohibir fuentes sin sistema de recirculación de aguas	n/a	Sin restricciones	Fuentes sin sistemas de recirculación de agua están prohibidas	Todas las fuentes prohibidas	Todas las fuentes prohibidas	n/a
Limitar o prohibir el llenado y uso de albercas y tinas -jacuzzies-	n/a	Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Llenado de albercas privadas se prohíbe. Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Llenado de albercas privadas y comerciales está prohibido	n/a
Aplicar restricciones obligatorias al uso del agua al interior de domicilios	n/a	n/a	n/a	n/a	Límite de uso de agua a 150 lpd. Se pueden establecer multas a quien rebase ese límite	n/a
Promueva y obligue la reducción de aires acondicionados enfriados por agua incluyendo enfriadores sumergidos y humidificadores	n/a	Promueva la reducción voluntaria de aires acondicionados y ajuste las temperaturas. Promueva el uso de humidificadores y enfriadores sumergidos en habitaciones individuales en vez de casas habitación enteras	Promueva la reducción voluntaria de aires acondicionados y ajuste las temperaturas. Promueva el uso de humidificadores y enfriadores sumergidos en habitaciones individuales en vez de casas habitación enteras	Promueva la reducción voluntaria de aires acondicionados y ajuste las temperaturas. Promueva el uso de humidificadores y enfriadores sumergidos en habitaciones individuales en vez de casas habitación enteras	Promueva la reducción voluntaria de aires acondicionados y ajuste las temperaturas. Promueva el uso de humidificadores y enfriadores sumergidos en habitaciones individuales en vez de casas habitación enteras	n/a

Tabla VII.27 Hoja de trabajo H "Estrategias del lado de la demanda, uso comercial, uso industrial, actividades dentro de la campaña de educación del público [4], [5] y actividades obligatorias [6]"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO H - RESUMEN DEL PROGRAMA DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE LA SEQUÍA

Estrategias de respuesta por el lado de la demanda [1]						
Uso comercial						
Prohibir o limitar el uso del agua en la construcción	n/a	Buscar reducir el uso de agua en la construcción	Buscar reducir el uso de agua en la construcción	Buscar reducir el uso de agua en la construcción	Negociar las bases para prohibir el uso de agua en la construcción	n/a
Implantar guías de política y restricciones en la instalación de nuevos arreglos y otros diseños de parques y paisaje	n/a	Sin restricciones	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias	Restricciones obligatorias	n/a
Establecer restricciones al riego de áreas verdes exteriores	n/a	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	n/a
Promover y solicitar auditorías del agua fuera y dentro de los establecimientos donde sea aplicable	n/a	Ofrecer auditorias voluntarias de agua gratis en exteriores	Ofrecer auditorias voluntarias de agua gratis en exteriores	Requerir auditorias de agua en exteriores. Ofrecer el servicio gratuito	n/a - El riego está prohibido	n/a
Desconectar fuentes ornamentales interiores y exteriores	n/a	Sin restricciones	Se prohíben fuentes sin recirculación de agua	Se prohíben todas las fuentes	Se prohíben todas las fuentes	n/a
Limitar o prohibir el llenado y uso de albercas y tinas -jacuzzies-	n/a	Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Se prohíbe el llenado de albercas privadas. Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Llenado de albercas privadas y comerciales está prohibido	n/a
Implantar restricciones de uso de agua en los lavados comerciales de autos	n/a	Reducciones voluntarias en el uso anual de agua del 10%. Alentar mejores prácticas de manejo de agua	Reducciones voluntarias en el uso anual de agua del 10%. Alentar mejores prácticas de manejo de agua	Obligar mejores prácticas de manejo del agua y limitar el uso del agua a 150 lt por vehículo	Prohibir el lavado comercial de autos	n/a
Promover y aplicar el no servir agua en restaurantes a menos que sea solicitada	n/a	Reducciones voluntarias de uso de agua. No servir agua a menos que lo pidan comensales	Promover el uso de menos platos en el servicio y no servir agua a menos que lo pidan comensales	Obligar el uso de menos platos en el servicio y no servir agua a menos que lo pidan comensales	Obligar el uso de menos platos en el servicio y no servir agua a menos que lo pidan comensales	n/a
Promover y obligar la reducción en la frecuencia del lavado de sábanas y toallas en hoteles	n/a	Aliente el uso de letreros que promuevan la conservación de agua (duchas cortas, lavado de sábanas una vez por semana por huésped, reducir el uso de toallas)	Aliente el uso de letreros que promuevan la conservación de agua (duchas cortas, lavado de sábanas una vez por semana por huésped, reducir el uso de toallas)	Aliente el uso de letreros que promuevan la conservación de agua (duchas cortas, lavado de sábanas una vez por semana por huésped, reducir el uso de toallas)	Aliente el uso de letreros que promuevan la conservación de agua (duchas cortas, lavado de sábanas una vez por semana por huésped, reducir el uso de toallas)	n/a
Uso industrial						
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Actividades dentro de la campaña de educación del público [4], [5]						
No se utiliza en el ejemplo	n/a	Ver la Sección 4.4.				n/a
Actividades obligatorias [6]						
No se utiliza en el ejemplo	n/a	No se usa en este plan				n/a

Tabla VII.28 Hoja de trabajo I "Plan de acciones para la mitigación"

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO I - PLAN DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN

Mitigación	Actividades de Implementación	Fechas límite	Administración	Financiamiento
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Plan de mitigación de la sequía	Completar el proceso de consulta	Junio, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Completar el Plan	Junio, 2012		n/a
	Relación de sequías ordinarias pasadas	Agosto, 2011		n/a
Desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento	Plan maestro de tratamiento de aguas residuales	Diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Estudios de factibilidad de nuevas fuentes de abastecimiento	Junio, 2012		n/a
	Diseño de las instalaciones necesarias	Marzo,2012		n/a
	Construcción de las instalaciones necesarias	Marzo a septiembre 2013		n/a
Actuales actividades de manteniento y operación para eficientar la distribución de agua				
Auditorias de la red de distribución de agua	Realización anual (Auditoria de 1/4 del sistema por año)	Realización en primavera	Dirección de servicios públicos	n/a
Reparación de fugas	Realización en función a las necesidades	n/a	Dirección de servicios públicos	n/a
Monitoreo y corrección de metros cúbicos desperdiciados	Realización anual (Revisión de 1/4 de m3 por año)	n/a	Dirección de servicios públicos	n/a
Operación de presas para evitar derrames	Gestión continua del sistema de suministro de agua	n/a	Dirección de servicios públicos	n/a
Nuevas actividades de manteniento y operación para eficientar la distribución de agua				
Cambios de operación para incorporar nuevas fuentes de abastecimiento	Estudio operacional completo del plan maestro de tratamiento de aguas residuales	Diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Realización de los ajustes en línea de la operación de las nuevas fuentes de abastecimiento	Septiembre, 2013	Dirección de servicios públicos	n/a
Modificación de plantas de tratamiento de agua residual para reuso de agua	Completar el plan maestro de tratamiento de aguas residuales	Diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Asignar fondos y contratar al contratista	Diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Completar la construcción	Diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
Medidas específicas de conservación del plan de conservación				
Programas específicos de conservación en la tabla 1	Implementación vía del plan de conservación	Especificado en el plan de conservación	Grupo de conservación de la dirección de servicios públicos	n/a
Prácticas standarizadas del departamento de servicios públicos y usuarios				
Auditorias de riego en parques y áreas verdes	Contratación del auditor en cada abril	Las auditorias iniciarán cada mayo y durarán varias semanas	Dirección de parques y jardines públicos	n/a
Educación sobre el cuidado del agua	Reuniones celebradas dos veces al año	n/a	Grupo de conservación de la dirección de servicios públicos	n/a
Reemplazo de aspersores y rociadores por sistemas de ahorro de agua	n/a	n/a	Dirección de parques y jardines públicos	n/a
Instalación de equipos ahorradores en edificios públicos	Reemplazo de inodoros, lava platos y regaderas ahorradoras, migitorios sin agua	Proyecto de sustitución de sanitarios eficientes al 100% en 2012. Accesorios ahorradores restantes completado en 2014	Dirección de obras públicas	n/a

Tabla VII.29 Hoja de trabajo J "Demandas proyectadas por la sequía y su asignación."

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO J - DEMANDA PROYECTADA Y PRIORIDAD EN LA ASIGNACIÓN

Demandas proyectadas por la sequía y su asignación

MES	Demandas normales [4]	Demandas totales [1]	Prioridad de demandas [2],[3]			Total prioridades	Por ciento respecto al total
			Agua potable	Industrias	Riego		
Enero	150	90	50	10	30	90	3%
Febrero	150	90	50	15	25	90	3%
Marzo	200	120	70	10	40	120	4%
Abril	400	200	120	20	60	200	7%
Mayo	600	400	244	12	144	400	15%
Junio	850	700	410	10	280	700	26%
Julio	400	300	135		165	300	11%
Agosto	350	270	145		125	270	10%
Septiembre	400	270	140		130	270	10%
Octubre	200	120	68	10	42	120	4%
Noviembre	150	85	50	10	25	85	3%
Diciembre	120	85	50	10	25	85	3%
Total anual	***3,970***	***2,730***	***1,532***	***107***	***1,091***	***2,730***	**100%**

Demanda por período	**Total**				
Lluvia (jun.-oct.)	1,660.00	54%	1%	45%	100%
Estiaje (nov.-may.)	1,070.00	59%	8%	33%	100%

VIII. PLAN DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN

El proceso formal para revisar, aprobar y actualizar el programa de gestión de la sequía (PMPNS), puede incluir un proceso de revisión pública, la revisión y aprobación por parte del Consejo de Cuenca (CC), la adopción de las políticas necesarias y un programa para futuras actualizaciones, con apoyo de los Organismos de Cuenca (OC).

Los tomadores de decisiones deben tener la oportunidad de revisar el Programa de prevención y mitigación de sequías 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.

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 cinco años.

Como parte del Plan se proponen las siguientes acciones de actualización y revisión continua:

- Monitoreo de las variables de precipitación y escurrimiento que incluya la instalación de nuevas estaciones en áreas sin medición
- Evaluación de los índices SPI y SDI.
- Evaluación y revisión del Programa en dos años generando previamente una amplia discusión entre los usuarios y sectores gubernamentales.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Godínez, A., 1988. El Niño: sus Efectos sobre el Norte de México. Ingeniería Hidráulica en México, Vol. XXX, Núm. 100, I Época. enero-abril. Págs. 13-23.

Aparicio F., 1997. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Balderas, México: Limusa.

Beran, M. A., and J. A. Rodier., 1985. Hydrological Aspects of Droughts. A Contribution to the International Hydrological Programme. FAO - UNESCO - WMO. France. 149 pp.

Cervantes-Zamora Y., Cornejo-Olguín S. L., Lucero-Márquez R., Espinosa-Rodríguez J. M., Miranda-Víquez E. y Pineda Velásquez A., 1990. Clasificación de Regiones Naturales de México, IV. 10. 2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4' 000, 000.

CONAGUA. 2011. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México.

Iglesias A., Cancelliere A., Cubillo F., Garrote L., Wilhite DA., 2009. Coping with drought risk in agriculture and water supply systems: Drought management and policy development in the Mediterranean. Springer, The Netherlands.

Kottegoda, N. T., 1980. Stochastic Water Resources Technology. John Wiley & Sons. New York, USA. 384 pp.

Laird., Kathleen R., Sherilyn C. Fritz., Kirk A. Maasch., y Brian F. Cumming., 1996. " Mayor intensidad y frecuencia de sequía antes del año 1200 en las Grandes Planicies del Norte, EE.UU." Nature, vol. 384; pp 552-54.

Maderey L. E., 1991. Climate based water volume calculation of the hydrographic humid basins for their efficient use. [Spanish]. Proceedings of the International Seminar on Efficient Water Use, National Water Commission, Mexican Institute of Water Technology: 76-79, Mexico, D. F.

McKee, T. B., N. J. Doesken., and J. Kleist, 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, pp. 179-184.

Nalbantis y Tsakiris, 2009 . Assessment of Hydrological Drought Revisited, Water Resources Management March Volume 23, Issue 5, pp 881-897

Philander, S. G. 1990. El Niño, La Niña and the Southern Oscillation. International Geophysics Series. Vol. 46. Academis Press, Inc. 293 pp.

Postel Sandra., 1991. Administración del agua en épocas de escasez. IMTA. Colección Universo del Agua... Serie Agua y Ecología. Traducción de Virginia Ugalde. Jiutepec, Mor. Mexico. 71 pp.

Trenberth., E. Kevin., y Christian J. Guillemot., 1996. "Los procesos físicos que intervienen en la sequía de 1988 y 1993 Inundaciones en América del Norte". Journal of Climate, vol. 9; pp 1288-98.

Wilhite Donald A., 1993. Preparing for Drought: a Guidebook for Developing Countries. EarthWatch Climate Unit. UNEP. Lincoln, NE., USA. pp 78.

Wilhite, D.A., Hayes, M.J., Knutson, C.L. and Smith, K.H., 2000. Planning for drought: Moving from crisis to risk management. Journal of American Water Resources Association, 36(4): 697-710.

A N E X O S

CUENCA DEL RÍO MAYO

CUADROS DE CONSTRUCCIÓN

Río Mayo 1

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
13.1	109	10	13	27	56	37
13.2	109	8	16	27	57	23
13.3	109	7	42	27	58	47
13.4	109	6	42	27	58	26
13.5	109	7	4	27	59	31
13.6	109	5	41	28	0	25
13.7	109	1	54	28	1	14
13.8	109	4	17	28	8	54
13.9	109	3	37	28	12	58
13.10	109	4	36	28	19	2
13.11	109	3	36	28	18	52
13.12	109	1	23	28	20	48
13.13	108	59	38	28	20	34
13.14	108	59	15	28	21	27
13.15	108	57	59	28	20	46
13.16	108	55	36	28	16	33
13.17	108	53	2	28	15	51
13.18	108	53	2	28	17	24
13.19	108	50	22	28	19	23
13.20	108	48	36	28	15	36
13.21	108	46	58	28	14	16
13.22	108	45	22	28	14	5
13.23	108	43	25	28	12	2
13.24	108	43	25	28	12	2
13.25	108	42	25	28	11	36
13.26	108	43	10	28	14	47
13.27	108	41	22	28	13	54
13.28	108	38	10	28	14	34
13.29	108	38	15	28	17	18
13.30	108	32	28	28	19	5
13.31	108	31	30	28	20	21
13.32	108	29	25	28	19	55

13.33	108	29	30	28	20	57
13.34	108	24	10	28	20	43
13.35	108	23	51	28	21	52
13.36	108	18	20	28	23	11
13.37	108	19	5	28	24	48
13.38	108	17	27	28	24	16
13.39	108	15	12	28	25	14
13.40	108	13	59	28	22	29
13.41	108	11	8	28	21	55
13.42	108	11	8	28	21	55
13.43	108	9	3	28	21	3
13.44	108	8	40	28	19	28
13.45	108	6	39	28	18	30
13.46	108	5	16	28	16	31
13.47	108	3	2	28	15	52
13.48	108	2	35	28	14	32
13.49	108	4	3	28	10	34
13.50	108	6	10	28	8	40
13.51	108	5	49	28	7	24
13.52	108	7	6	28	6	33
13.53	108	7	10	28	4	21
13.54	108	9	18	28	4	59
13.55	108	9	35	28	3	57
13.56	108	7	51	28	2	4
13.57	108	7	49	28	0	17
13.58	108	10	29	27	58	16
13.59	108	11	39	27	56	18
13.60	108	15	33	27	54	19
13.61	108	16	29	27	52	36
13.62	108	19	21	27	53	25
13.63	108	18	26	27	50	49
13.64	108	21	41	27	48	4
13.65	108	22	6	27	45	25
13.66	108	24	8	27	45	19
13.67	108	25	52	27	47	11
13.68	108	28	27	27	45	44
13.69	108	28	24	27	45	3
13.70	108	29	57	27	45	16
13.71	108	29	57	27	45	16
13.72	108	31	43	27	46	1
13.73	108	33	30	27	42	58

13.74	108	33	20	27	39	40
13.75	108	36	14	27	39	11
13.76	108	36	54	27	38	19
13.77	108	37	52	27	33	37
13.78	108	40	14	27	34	2
13.79	108	41	41	27	35	13
13.80	108	43	58	27	35	29
13.81	108	45	0	27	34	47
13.82	108	39	29	27	30	46
13.83	108	39	51	27	28	4
13.84	108	35	24	27	19	4
13.85	108	35	54	27	16	46
13.86	108	38	5	27	17	33
13.87	108	38	59	27	13	57
13.88	108	40	1	27	12	56
13.89	108	39	1	27	10	34
13.90	108	39	45	27	8	49
13.91	108	40	34	27	8	50
13.92	108	43	29	27	12	28
13.93	108	46	21	27	14	17
13.94	108	47	35	27	18	22
13.95	108	50	56	27	21	33
13.96	108	52	51	27	25	17
13.97	108	56	19	27	26	51
13.98	108	59	14	27	29	23
13.99	109	0	38	27	32	17
13.100	109	2	28	27	33	46
13.101	109	3	55	27	35	57
13.102	109	3	48	27	37	29
13.103	109	5	23	27	38	16
13.104	109	5	16	27	41	46
13.105	109	4	15	27	43	8
13.106	109	7	29	27	43	52
13.107	109	7	30	27	47	4
13.108	109	8	54	27	49	27
13.109	109	8	54	27	49	27
13.110	109	10	20	27	51	9
13.111	109	9	45	27	52	9
13.112	109	10	13	27	56	37

Río Mayo 2

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
15.1	109	3	15	27	7	21
15.2	109	3	19	27	7	39
15.3	109	2	53	27	7	45
15.4	109	3	19	27	8	36
15.5	109	3	7	27	9	47
15.6	109	5	46	27	13	29
15.7	109	6	19	27	13	26
15.8	109	7	33	27	14	22
15.9	109	7	48	27	14	58
15.10	109	8	56	27	15	36
15.11	109	10	21	27	14	46
15.12	109	10	43	27	15	16
15.13	109	11	20	27	15	23
15.14	109	11	45	27	16	48
15.15	109	13	39	27	17	49
15.16	109	15	1	27	19	3
15.17	109	14	11	27	19	43
15.18	109	14	15	27	20	2
15.19	109	15	42	27	21	54
15.20	109	16	16	27	21	42
15.21	109	16	56	27	23	10
15.22	109	15	27	27	23	25
15.23	109	15	29	27	24	5
15.24	109	15	56	27	25	6
15.25	109	16	32	27	25	12
15.26	109	17	25	27	27	27
15.27	109	19	38	27	29	44
15.28	109	19	42	27	33	16
15.29	109	20	2	27	34	5
15.30	109	20	48	27	34	40
15.31	109	20	39	27	36	47
15.32	109	20	1	27	37	47
15.33	109	21	31	27	38	41
15.34	109	20	2	27	39	9
15.35	109	20	1	27	40	15

15.36	109	19	26	27	40	43
15.37	109	19	26	27	40	43
15.38	109	18	25	27	40	8
15.39	109	15	34	27	40	1
15.40	109	14	46	27	38	43
15.41	109	13	8	27	39	41
15.42	109	10	0	27	39	31
15.43	109	7	9	27	38	46
15.44	109	6	37	27	38	6
15.45	109	5	23	27	38	16
15.46	109	3	48	27	37	29
15.47	109	3	55	27	35	57
15.48	109	2	45	27	35	2
15.49	109	2	18	27	33	34
15.50	109	0	38	27	32	17
15.51	109	0	11	27	30	37
15.52	108	59	14	27	29	23
15.53	108	57	29	27	28	16
15.54	108	56	16	27	26	51
15.55	108	52	51	27	25	16
15.56	108	51	13	27	22	54
15.57	108	50	55	27	21	32
15.58	108	49	44	27	20	49
15.59	108	47	33	27	18	21
15.60	108	46	17	27	14	15
15.61	108	44	14	27	12	32
15.62	108	43	29	27	12	28
15.63	108	43	15	27	11	25
15.64	108	41	37	27	10	21
15.65	108	41	38	27	9	44
15.66	108	40	59	27	9	31
15.67	108	40	48	27	8	48
15.68	108	43	34	27	8	12
15.69	108	43	58	27	6	57
15.70	108	44	44	27	6	1
15.71	108	45	22	27	5	52
15.72	108	45	54	27	4	29
15.73	108	47	59	27	5	8
15.74	108	49	17	27	4	17
15.75	108	49	58	27	4	13
15.76	108	50	32	27	4	38

15.77	108	51	22	27	4	0
15.78	108	52	5	27	4	17
15.79	108	52	32	27	3	44
15.80	108	54	22	27	2	58
15.81	108	55	42	27	3	54
15.82	108	58	19	27	4	57
15.83	108	59	42	27	4	43
15.84	109	0	55	27	3	59
15.85	109	1	5	27	4	52
15.86	109	3	19	27	6	24
15.87	109	3	15	27	7	21

Río Mayo 3

VÉRTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
16.1	109	50	7	26	46	1
16.2	109	51	44	26	49	19
16.3	109	51	57	26	50	12
16.4	109	51	27	26	48	58
16.5	109	51	19	26	50	30
16.6	109	52	4	26	51	2
16.7	109	51	44	26	50	2
16.8	109	52	11	26	50	48
16.9	109	53	13	26	54	47
16.10	109	44	56	26	58	0
16.11	109	41	6	27	0	19
16.12	109	40	32	27	1	41
16.13	109	40	56	27	3	47
16.14	109	38	30	27	10	20
16.15	109	38	44	27	12	36
16.16	109	36	14	27	22	17
16.17	109	35	14	27	22	49
16.18	109	34	11	27	22	5
16.19	109	33	19	27	23	57
16.20	109	31	59	27	24	44
16.21	109	28	20	27	24	47
16.22	109	27	59	27	25	26
16.23	109	27	21	27	25	25
16.24	109	27	30	27	26	26
16.25	109	26	3	27	26	29
16.26	109	26	25	27	26	56

16.27	109	25	30	27	27	9
16.28	109	25	22	27	27	41
16.29	109	23	44	27	27	28
16.30	109	22	46	27	25	37
16.31	109	22	7	27	25	51
16.32	109	21	13	27	28	8
16.33	109	19	23	27	29	42
16.34	109	15	29	27	24	6
16.35	109	15	27	27	23	23
16.36	109	16	56	27	23	10
16.37	109	16	17	27	21	43
16.38	109	15	43	27	21	54
16.39	109	14	16	27	20	2
16.40	109	15	0	27	19	4
16.41	109	14	37	27	18	30
16.42	109	11	47	27	16	49
16.43	109	11	20	27	15	23
16.44	109	10	18	27	14	42
16.45	109	8	56	27	15	36
16.46	109	7	49	27	14	58
16.47	109	6	55	27	13	53
16.48	109	5	48	27	13	30
16.49	109	3	35	27	10	35
16.50	109	2	54	27	7	46
16.51	109	3	24	27	6	31
16.52	109	0	52	27	4	22
16.53	109	1	24	27	2	58
16.54	109	2	15	27	2	27
16.55	109	1	28	27	1	10
16.56	109	0	25	27	0	41
16.57	108	59	21	26	58	23
16.58	109	0	46	26	58	24
16.59	109	1	47	26	57	49
16.60	109	2	34	26	58	18
16.61	109	4	38	26	58	9
16.62	109	6	33	26	57	3
16.63	109	5	44	26	58	13
16.64	109	8	30	26	58	39
16.65	109	9	50	26	56	56
16.66	109	12	23	26	56	2
16.67	109	11	41	26	54	59

16.68	109	12	8	26	53	57
16.69	109	11	51	26	52	30
16.70	109	12	54	26	51	12
16.71	109	13	27	26	48	13
16.72	109	13	57	26	48	10
16.73	109	17	36	26	43	24
16.74	109	21	9	26	35	48
16.75	109	24	25	26	39	23
16.76	109	28	52	26	40	49
16.77	109	28	52	26	40	49
16.78	109	25	46	26	40	17
16.79	109	25	52	26	41	20
16.80	109	26	28	26	41	34
16.81	109	26	13	26	42	44
16.82	109	28	41	26	43	25
16.83	109	28	32	26	45	28
16.84	109	30	26	26	43	17
16.85	109	30	44	26	45	2
16.86	109	31	39	26	45	29
16.87	109	31	20	26	45	12
16.88	109	33	17	26	43	18
16.89	109	33	12	26	42	36
16.90	109	32	11	26	42	12
16.91	109	31	47	26	42	41
16.92	109	31	8	26	42	8
16.93	109	32	46	26	41	40
16.94	109	32	23	26	41	27
16.95	109	35	53	26	42	38
16.96	109	35	12	26	42	23
16.97	109	35	28	26	42	51
16.98	109	34	52	26	42	39
16.99	109	34	39	26	43	17
16.100	109	35	18	26	44	4
16.101	109	36	3	26	43	58
16.102	109	36	0	26	42	30
16.103	109	33	19	26	41	24
16.104	109	29	29	26	40	39
16.105	109	29	40	26	40	11
16.106	109	34	20	26	41	27
16.107	109	38	15	26	41	47
16.108	109	40	34	26	41	15

16.109	109	39	48	26	41	22
16.110	109	39	41	26	40	30
16.111	109	40	16	26	40	23
16.112	109	46	2	26	42	30
16.113	109	47	49	26	43	47
16.114	109	47	13	26	43	51
16.115	109	47	41	26	44	37
16.116	109	47	38	26	43	51
16.117	109	47	59	26	43	59
16.118	109	50	7	26	46	1

CARACTERÍSTICAS DE LOS MUNICIPIOS DEL CONSEJO DE CUENCA DEL RÍO YAQUI-MÁTAPE

1.1.1. Álamos

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Álamos cuenta con una población de 25,848 habitantes; 13,497 son hombres y 12,351 mujeres. En la Tabla 1 se muestra el crecimiento de la población para los años de 1980 a 2010 y Tabla 2 se muestran las características de la población anteriormente descrita.

Tabla 1 Crecimiento poblacional 1980-2010 (INEGI)

Población			
1980	1990	2000	2010
29,091	25,564	25,152	25,848

Tabla 2 Características poblacionales en el municipio de Álamos para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Álamos	Habitantes
Población total, 2010	25848
Población total hombres, 2010	13497
Población total mujeres, 2010	12351
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	23.8
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	23.6
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	24
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	13.9
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	14.2
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	13.5
Edad mediana, 2010	28
Edad mediana hombres, 2010	28
Edad mediana mujeres, 2010	28
Relación hombres-mujeres, 2010	109.3

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Álamos su población económicamente activa está representada por un total de 9,466 habitantes, y la no económicamente activa por 10,281 (ver Tabla 3).

Tabla 3 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
9,466	9,160	306	10,281	188

Agricultura

El sector agrícola en el Municipio se desarrolla en 56,687 hectáreas, de éstas 56,383 son de temporal, 149 de riego y 155 mixtas.

Existen en el Municipio dos presas; la Adolfo Ruiz Cortines con una capacidad de almacenamiento de 1, 015 millones de m^3 y la presa El Veranito con capacidad de 9 millones de m^3. Una de las expectativas es el Canal Fuerte Mayo que podría incorporar 5, 841 ha de riego a la producción.

La actividad agrícola en general es de temporal, con un bajo nivel de capacidad técnica y un deficiente equipo e infraestructura básica.

En lo que se refiere a los cultivos, los principales son el sorgo, maíz, ajonjolí y cacahuate, de éstos los que tienen mayor potencial productivo son el ajonjolí y el cacahuate.

Existen en el Municipio también otras actividades como la fruticultura, que se puede considerar importante por las grandes posibilidades de desarrollo de la industrialización de sus productos.

Ganadería

La ganadería, presenta un patrón tradicionalista que se caracteriza por una explotación tipo extensivo de libre pastoreo y su productividad depende de las lluvias como factor principal.

Esta actividad es la que presenta mayor dinamismo respecto a los empleos generados y al valor de su producción; se desarrolla en 621,689 hectáreas, de las cuales 32,000 son praderas artificiales principalmente de buffel.

El inventario ganadero del municipio de Álamos indica que existen 75,289 cabezas de ganado bovino. También se desarrolla la avicultura; cuenta con 2 granjas con aves de postura en actividad intensiva con un total de 531, 120. El número de productores asciende a 2,049.

Los principales problemas que enfrenta el sector es la práctica tradicionalista de los ganaderos, la falta de infraestructura como cercos y silos, el mejoramiento de caminos, construcción y rehabilitación de represos y el sobrepastoreo, sobre todo en terrenos ejidales.

Minería

La región de Álamos ha sido tradicionalmente minera, desde gambusinos hasta empresas extranjeras, actualmente de exploración.

Se tiene la presencia de mineras como Yeso Industrial de Navojoa, S.A. de C.V. ubicada en la zona del Taymuco, Minera Montemayor que explota yacimientos de grafito amorfo y las empresas Grafitos Mexicanos, Grafitos Superior y Cobre del Mayo, la cual tiene en proyecto su ampliación.

Los principales problemas para el desarrollo de la actividad son los malos caminos de acceso a las minas, sobre todo en época de lluvias ya que se vuelven intransitables, también ha existido el impedimento legal de la

desincorporación de empresas y reservas mineras por parte de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Turismo

Esta actividad ha sido el eje alrededor del cual se ha venido desenvolviendo toda actividad en la Cabecera Municipal. La ciudad de Álamos representa uno de los principales puntos de atracción turística en el Estado, por su importancia histórica y cultural, su arquitectura neoclásica colonial, edificios históricos y belleza natural, sus fiestas tradicionales y la calidez de su gente. Además posee el único museo costumbrista del Estado y es considerado como monumento histórico nacional.

Existen sitios históricos como La Parroquia de la Purísima Concepción, El Parián, El Palacio Municipal, La Capilla de Zapopan, la Cárcel Pública, la Plaza de Armas, entre otras.

Para quien tenga interés particular en las artesanías, se fabrican muebles rústicos en maderas regionales. También se consiguen artículos de palma, latón, vidrio, platería, hierro forjado, instrumentos musicales, cerda tejida o cobijas de lana hechas por indígenas mayos.

Para los amantes del deporte cinegético, los alrededores de Álamos son pródigos en diversas piezas de caza como venado cola blanca, jabalí, paloma, codorniz, patos y otras menos abundantes. La pesca puede ser practicada en el arroyo Cuchujaqui y también en la Presa del Mocúzari, sobre el camino a Navojoa, donde es posible capturar lobina, bagre, mojarra y crappie.

Álamos cuenta con todos los servicios: bancos, gasolinera, boticas, hielería, excelentes hoteles y restaurantes, contando con 10 establecimientos de hospedaje incluyendo uno de cinco estrellas, con una oferta de 123 habitaciones. Hay también moteles, de diferentes categorías para recibir al turista nacional y local.

Sociedad

Educación

La infraestructura educativa con que cuenta el Municipio es de 80 escuelas de preescolar, 105 escuelas primarias, 41 secundarias y una preparatoria; con un personal docente en total de 399 maestros.

Existe un Centro de Capacitación de la Mujer Indígena donde se brinda educación inicial, bordado y capacitación para el trabajo.

Para el ciclo escolar 2000-2001 las escuelas oficiales de Educación Básica atienden a un 93.5 % del total de alumnos inscritos en los niveles educativos, preescolar, primaria, secundaria y especial.

Salud

La asistencia médica la brinda la Secretaria de Salud Pública, IMSS, ISSSTE, ISSSTESON, medicina privada y medicina tradicional.

La Secretaría de Salud cuenta con un hospital, 16 centros y 12 casas de salud, el IMSS con una unidad médica al igual que el ISSSTE; el sistema ISSSTESON con 3 consultorios médicos y uno dental y la medicina privada con 4 consultorios médicos y 4 dentales.

Con esta infraestructura se ofrece medicina preventiva, curativa, estomatología, quirúrgica y de urgencia.

El promedio de habitantes por médico es de 1,079. El principal problema es la gran cantidad de pequeños núcleos de población dispersa que limita la cobertura de los servicios.

Urbanización y vivienda

Vivienda

De acuerdo al XII Censo General de Vivienda del 2000, existen en el Municipio un total de 5,749 viviendas de las cuales 5,767 particulares y 5 colectivas, concentrándose el mayor número de estas en la cabecera municipal, con tienen una densidad promedio de 4 habitantes por vivienda.

Agua potable

Este servicio se brinda a 25 localidades con una cobertura poblacional del 90 por ciento, la mayoría de las viviendas que no cuentan con el beneficio, por lo general es porque se encuentran dispersas de los núcleos de viviendas.

Los pozos y las norias a cielo abierto son las principales fuentes de abastecimiento, del total de los pozos el 57 por ciento son eléctricos, el 35 son de combustión interna y el 8 por ciento por gravedad.

El principal problema es que en la mayoría de las localidades es la poca capacidad de su equipo de bombeo y su mantenimiento, lo cual provoca fallas en el suministro.

Drenaje

Este servicio únicamente se brinda en la Cabecera Municipal y en la comunidad de Los Tanques, el resto de las localidades no cuentan con él y representa el 73 por ciento de la población.

En la comunidad de Los Tanques el 60 por ciento de sus pobladores cuentan con el servicio y en la Cabecera Municipal el 40 por ciento de las viviendas están conectadas.

Uno de los problemas más graves es la contaminación de los pozos de abastecimiento de agua debido a los escurrimientos de las redes de drenaje.

Electrificación

Este servicio es prestado por la Comisión Federal de Electricidad a 58 localidades del Municipio, lo que representa el 70 por ciento del total del territorio municipal.

Vías de comunicación

En lo que respecta a los medios de comunicación, el Municipio cuenta con servicio de teléfono, telégrafo, servicio postal, recibe señales de televisión, radio y algunos diarios y revistas.

El Municipio cuenta con carreteras de acceso pavimentadas y existe la red de caminos de terracería para la comunicación con las comunidades. Cuenta con una aeropista en la Cabecera Municipal de 1.8 kilómetros y con capacidad para 70 estacionamientos para avionetas, dispone de una central de autobuses y una de transporte de carga.

1.1.2. Etchojoa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Etchojoa cuenta con una población de 60,717 habitantes, 31,131 son hombres y 29,586 mujeres. En la tabla 4 se muestra el crecimiento de la población para los años de 1980 a 2010, mientras que en la tabla 5 se muestran las características de la población anteriormente descrita.

Tabla 4 Crecimiento Poblacional 1980-2010 (INEGI)

Población			
1980	1990	2000	2010
66,156	73,689	56,129	60,717

Tabla 5 Características poblacionales en el municipio de Etchojoa para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Etchojoa	Habitantes
Población total, 2010	60717
Población total hombres, 2010	31131
Población total mujeres, 2010	29586
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	25.5
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	26
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	24.9
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	11.5
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	11.5
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	11.4
Edad mediana, 2010	26
Edad mediana hombres, 2010	25
Edad mediana mujeres, 2010	26
Relación hombres-mujeres, 2010	105.2

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Etchojoa su población económicamente activa está representada por un total de 21,770 habitantes, mientras que la no económicamente activa es de 24,162 (ver Tabla 10).

Tabla 6 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
21,770	20,694	1,076	24,162	253

Industria

La ubicación de Etchojoa en el contexto regional rodeado de 3 grandes centros urbanos donde se concentran las actividades de los sectores secundario y terciario, provoca que la mayor parte de la producción agrícola municipal salga del territorio sin que se agregue valor, por lo menos en una primera fase.

Agricultura

Esta actividad se desarrolla en 80 mil hectáreas de riego ubicadas en los distritos número 41 y 38, se realiza en forma intensiva y su consolidación se dio a partir de la década de los cincuenta al extenderse la infraestructura hidroagrícola de los valles del yaqui y mayo. La tenencia de la tierra en el Municipio está distribuida de la siguiente forma: el 57 por ciento es propiedad ejidal, el 30 pequeña propiedad, el 10.7 colonos y el 1.8 por ciento es comunal.

Los cultivos más importantes son el trigo, que representa el 54 por ciento de la superficie sembrada total anual; el maíz se establece en 5 mil hectáreas. Problemática: la baja rentabilidad de los productos, falta de agua, incremento en insumos y carestía del crédito

Ganadería

En la economía del Municipio también ocupa un espacio la actividad pecuaria, a diferencia de la agricultura, ha registrado un crecimiento incipiente. Su débil contribución al desarrollo municipal se explica a partir de la atención preferencial que se otorgó a la agricultura intensiva.

En el Municipio los terrenos disponibles para la ganadería son aquellos que se localizan fuera de los distritos de riego, con potencial agrícola pero que no cuentan con agua, con una extensión de 10 mil hectáreas donde preparan gramíneas y leguminosas forrajeras con aguas superficiales en algunas áreas y acuíferos profundos en otras, aparte de 5,000 hectáreas ubicadas dentro del distrito que actualmente enfrentan problemas de salinidad.

La inversión destinada a la producción pecuaria se ha orientado a la porcicultura, avicultura, ganado bovino, caprino y ovino. El ganado porcino pertenece a 3 granjas, la avicultura se desarrolla en 3 granjas avícolas, el ganado caprino y bovino se cría a lo largo de los márgenes del río Mayo.

Comercio

El comercio del Municipio se compone de 203 establecimientos, 80 por ciento se encarga de vender productos de consumo básico y el resto se orienta a abastecer las mercancías que demandan las diferentes actividades del sector primario. La actividad comercial se concentra en la Cabecera Municipal y Bacobampo.

Sociedad

Educación

Al inicio del ciclo escolar 1997-1998 estaban en operación 182 escuelas de los diferentes niveles educativos, atendiendo en ellas a 15,975 alumnos; al inicio del período 2000-2001 se cuenta con 191 escuelas que atienden a 16,221 alumnos. Esto significa un incremento de 246 alumnos más con respecto al ciclo de referencia.

Para el ciclo escolar 2000-2001 las escuelas oficiales de educación básica atienden a un 98.3 por ciento del total de alumnos inscritos en los niveles educativos, preescolar, primaria, secundaria y especial.

Salud

La población del Municipio recibe la atención médica por parte del IMSS, ISSSTE, ISSSTESON con una cobertura del 98 por ciento. Las instituciones de salud ofrecen en el municipio una

atención de primer nivel a derechohabientes y población abierta, la atención de especialistas la reciben en hospitales de Secretaría de Salud, IMSS, ISSSTE e ISSSTESON localizados en Huatabampo, Navojoa y Cd. Obregón.

Urbanización y Vivienda

Vivienda

Existen en el Municipio un total de 11,836 viviendas, 11,834 son particulares y 2 colectivas, concentrándose el mayor número de estas en la Cabecera Municipal, las cuales tienen una densidad promedio de 4 habitantes por vivienda y generalmente predomina el tipo tabique con techo loza y de asbesto con piso de concreto y un gran porcentaje cuenta con los servicios de agua y energía eléctrica.

Agua potable

En el Municipio operan 62 sistemas de agua potable que abastecen a 10,233 viviendas, que representan el 88 por ciento del total de viviendas.

Drenaje

En el Municipio disponen del sistema de drenaje la Cabecera Municipal que beneficia al 3 % de la población municipal.

Electrificación

El servicio de energía eléctrica se presta a 49,702 habitantes, equivalente al 85 por ciento de la población total. Las líneas abastecedoras de energía eléctrica son alimentadas desde Navojoa.

Vías de comunicación

La ubicación de Etchojoa favorece la comunicación interna y enlace con los municipios circunvecinos. El Municipio comparte la extensa red de carreteras del Valle del Yaqui, además de las que enlazan a Navojoa-Huatabampo, entre sí y con el Valle del Yaqui, se cuenta con 185 km de carreteras pavimentadas, caminos vecinales y brechas, se cuenta con una red de 2,181 km, 731 km corresponden a caminos vecinales y 1,450 km a caminos y brechas improvisados sobre los bordos de canales y drenajes, la mayoría de los caminos entroncan con las carreteras pavimentadas.

Aun con esta infraestructura carretera se necesita la prolongación de algunas carreteras, requiriéndose pavimentar 67 km de caminos en diferentes puntos del Municipio. Etchojoa cuenta con el ramal ferroviario Navojoa-Huatabampo, en una longitud de 25 km.

1.1.3. Huatabampo

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Huatabampo cuenta con una población de 79,313 habitantes, 40,128 hombres y 39,185 mujeres. En la Tabla 7 se muestra el crecimiento de la población para los años de 1980 a 2010, mientras que en la Tabla 8 las características de la población anteriormente descrita.

Tabla 7 Crecimiento poblacional 1980-2010 (INEGI)

Población			
1980	1990	2000	2010
60,399	70,027	76,296	79,313

Tabla 8 Características poblacionales en el municipio de Huatabampo para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Huatabampo	Habitantes
Población total, 2010	79313
Población total hombres, 2010	40128
Población total mujeres, 2010	39185
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	24.5
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	25.1
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	24
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	11.9
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	11.6
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	12.2
Edad mediana, 2010	28
Edad mediana hombres, 2010	27
Edad mediana mujeres, 2010	28
Relación hombres-mujeres, 2010	102.4

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Huatabampo su población económicamente activa está representada por un total de 28,840 habitantes, y la no económicamente activa 32,627 habitantes (ver Tabla 9).

Tabla 9 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
28,840	27,340	1,500	32,627	351

Economía

Agricultura

La agricultura del Municipio cuenta con una superficie agrícola de 41,959 hectáreas que representan el 36 % del total municipal, además se tiene con una extensa red de canales que hacen posible el riego por gravedad, también se abastece de pozos profundos. Los principales cultivos son las hortalizas, legumbres y trigo. La producción hortícola estimada es de 41,908 toneladas.

Otra de las actividades productivas de gran importancia para el Municipio es la acuacultura, se cuenta con una vasta extensión de terrenos de zona federal marítima terrestre. A lo largo del litoral que le corresponde al municipio de Huatabampo se han construido 12 granjas para el cultivo de camarón, en terrenos de zona federal aledaños a esteros y bahías. La superficie afectada por estas granjas asciende a 652

hectáreas de estanquería construida y la mayoría se encuentra en operación. La superficie total solicitada por las diferentes figuras asociativas asciende a 2,224 hectáreas.

En el año de 1994, se logró obtener una producción de 822 toneladas de camarón con rendimientos de 1,500 2,000 kilogramos por hectáreas en sistemas semi-intensivos.

Los laboratorios de productores de postlarva de camarón, ubicados en la franja costera de Huatabampito, Las Bocas y Camahuiroa, enfrentan problemas para abastecer la demanda de postlarva para engordarlas en las granjas del Municipio, del Estado y Sinaloa, al ser afectada la variedad que se utilizaba como reproductor por enfermedades que repercutieron en el porcentaje de fertilidad de los huevos y de la sobrevivencia de las larvas obtenidas, teniendo que importar reproductores de camarón azul y que permite obtener postlarvas más resistentes a enfermedades y rápido crecimiento.

Esta situación favoreció solamente a uno o dos laboratorios en el estado de Sonora, manteniéndose el resto como simples maquiladores. Aún no se ha logrado disminuir el desabasto de postlarvas y los grandes parques acaparan mayor producción, generando el desabasto, esto ha ocasionado que se importe postlarva de los Estados Unidos y que se capture del medio natural. La captura de postlarva se ha venido dando de una manera sin control, viniendo de otros estados del país para extraerla de esteros que se encuentran dentro de la franja costera que le pertenece al municipio de Huatabampo; esto genera descontento entre el sector cooperativista y acuícola que ven afectado un recurso natural.

El recurso agua proviene de la presa Adolfo Ruiz Cortines que abastece a la agricultura del Valle del Mayo, el abastecimiento del agua proviene de los acuíferos explotados a través de 129 pozos profundos, de los cuales 70 se encuentran en operación, la distribución del agua se lleva a cabo mediante 1,247 kilómetros de canales, sus demasías se conducen a través de 809 kilómetros de drenes primarios y secundarios.

En la Zona Fuerte-Mayo, la Federación dotó a 3,391 jefes de familia en 30 ejidos con una superficie de 76,144 hectáreas, de las cuales 35,000 hectáreas son las proyectadas de acuerdo a su factibilidad para ser irrigadas. Se cuenta actualmente con una superficie abierta al cultivo aproximada de 4,200 hectáreas, las cuales son irrigadas con aguas de la nueva presa Luis Donaldo Colosio, ubicada en el municipio de Choix, Sinaloa, contando con una infraestructura todavía incipiente de canales y drenes consistente en una red de canales principales de 20.5 y alrededor de 51 kilómetros de canales secundarios.

El cultivo que ocupa mayor extensión en superficie es el trigo con el 35% de la superficie total anual y el maíz se ubica en segundo lugar de importancia.

La organización que han logrado conformar los productores agrícolas se expresa en el funcionamiento de una Unión de Crédito, dos agroindustrias abastecedoras de insumos, un fondo de aseguramiento agrícola, una asociación de legumbreros y otra de productores de papa.

Por otra parte, al margen de la estructura organizativa de los productores quedan ejidos que están inmersos en un ambiente asfixiante de desorganización a causa de conflictos internos, litigio de parcelas, desacato a las decisiones de las asambleas generales; además de carteras vencidas, que han conducido a un 90% de los ejidatarios a rentar sus parcelas a inversionistas municipales y

en algunos casos procedentes de ciudades vecinas y otros estados.

Ganadería

La ganadería representa la principal fuente económica y generadora de empleos e ingresos en el Municipio. Se desarrolla principalmente en su modalidad extensiva. Por su número de cabezas, la actividad pecuaria principal es la de bovinos, según la S.F.G., en 1997 se contaba con 71,573 hectáreas de agostadero y 9,438 hectáreas de praderas de temporal, lo que significa una utilización del 69% de la superficie municipal.

Considerando los coeficientes de agostadero y praderas (25 y 3 ha por unidad animal) se tiene una sobreutilización de éstos en un 92%, lo que significa problemas de bajos pesos al destete, disminución de los índices de preñez, así como un agotamiento de los recursos naturales. La capacidad de carga anual es de 6,009 U.A. Otro tipo de ganadería bovina es el de lechería rústica, principalmente para la producción de leche y derivados.

Para la actividad pecuaria se cuenta con 156 pozos y abrevaderos, 34 represos y 17 aguajes. La población bovina en 1996 fue de 19,264 cabezas distribuidas por zonas productoras.

La problemática de la explotación bovina radica principalmente en la falta de praderas artificiales; mal manejo de los agostaderos, así como la falta de infraestructura, programas y cultura del productor para el mejoramiento genético de su hato, falta de organización para la comercialización y de financiamiento en créditos refaccionarios, entre otros.

En segundo lugar de importancia, está la actividad porcícola a través de 18 granjas con una población en 1997 de 11,800 vientres; cuya producción es comercializada hacia el centro del país.

De las 18 granjas, 12 son del sector ejidal que tienen 9 rentadas a particulares; las 6 granjas del sector privado cuentan con 7,872 vientres que representan el 66.71% y de las 12 rentadas con 3,125 vientres un 26.48% que hace un 93.19%, respecto al total.

Otro grupo de actividades es la crianza de ovinos y caprinos (960 y 1,363 cabezas, respectivamente en 1996) en hatos familiares, bajo un sistema de pastoreo en agostaderos naturales.

Pesca

En el Municipio la pesca es una actividad importante, ya que cuenta con 120 km de litoral, existen 3,000 pescadores agrupados en 5 comunidades pesqueras. El camarón es el principal producto del sector por su valor comercial, otros productos importantes son la sardina y el pescado de escama.

Huatabampo cuenta con 21 cooperativas establecidas que se dedican a la explotación del camarón y pescado de escama, tanto de bahía como de alta mar, con alrededor de 800 embarcaciones menores y 20 barcos de altamar. En cuanto a producción acuícola existen 5 granjas con 447 hectáreas, pertenecientes a 32 grupos del sector social y 6 privados, produciendo camarón.

En total, el sector pesquero del Municipio cuenta con 1,045 embarcaciones menores y 29 barcos, pertenecientes a cooperativas, pescadores libres y permisionarios.

Industria

La actividad agroindustrial se desarrolla en la Cabecera Municipal, donde se concentran las actividades de los sectores secundario y terciario, la planta agroindustrial la conforman dos enlatadoras y seis empaques de hortalizas y legumbres; además de dos

industrias productoras de insumos agrícolas.

La actividad agroindustrial no está ajena a la problemática de la agricultura, por lo que en los últimos años se ha visto afectada por diversos factores como la apertura comercial (T.L.C.), la devaluación de 1994, las altas tasas de interés, el proceso inflacionario y la descapitalización creciente del productor, así como la falta de agua suficiente que permita el establecimiento de dos cultivos por año.

Se requiere dar un mayor empuje a la planta agroindustrial, promoviendo su crecimiento y diversificación y de esta manera incrementar el porcentaje del empleo que se genera en el Municipio

Por otra parte, la industria pesquera está integrada por 8 empresas dedicadas a la captura, enlatado, reducción de la sardina y al empaquetado de carne de jaiba. La industria sardinera y de producción de harina de pescado se encuentran ubicadas en el Puerto de Yavaros y las dedicadas al empacado de carne de jaiba se encuentran en la Cabecera Municipal y otras comunidades.

La industria en Yavaros se instaló hace más de 2 décadas contando actualmente con 5 plantas industriales, una enlatadora de sardina, tres harineras de pescado, una de descabezamiento y desvicerado de sardina. Estas industrias enlatan alrededor de 90,000 cartones de sardina al año, producen anualmente 10,000 toneladas de harina y un promedio de 5,000 toneladas de aceite de pescado.

Este sector constituye un importante elemento de la economía local generando un total de 2,078 empleos directos, adicionalmente se generan 700 empleos indirectos y 500 jornales diarios durante la cosecha del tomate requerido por las enlatadoras, aproximadamente.

De los factores que afectan a la industria pesquera, además de los problemas financieros, es la ubicación del parque industrial en el interior de una bahía, otro factor negativo de origen es que nunca se concluyó la planta de tratamiento de aguas residuales que FONDEPORT había proyectado para dar servicio a la industria enclavada en la Bahía de Yavaros, así como la falta de una planta tratadora de aguas residuales que genera la industria.

Turismo

El Municipio presenta potencial turístico principalmente en sus playas, siendo Huatabampito, Las Bocas y Camahuiroa. Actualmente, se promueven estas playas a la inversión privada a fin de mejorar los servicios que el turista, tanto local como regional, requieren.

Comercio y servicios

El Municipio en la última década se ha visto favorecido con el incremento en establecimientos comerciales, modificando la capacidad de abasto y comercialización. El número de establecimientos ascienden a 781 generando en su conjunto 6,850 empleos, lo que representa el 33 % de la población ocupada. Los principales ramos existentes son abarrotes, farmacias, tiendas de ropa, calzado y muebles.

Población económicamente activa por sector

La población económicamente activa es de 20,611 e inactiva de 29,720; de los activos, 9,526 se ocupan en el sector primario, 3,248 en el sector secundario, 6,736 en el terciario, 465 se encuentra sin ocupación y 636 no especifican actividad.

Sociedad

Educación

La infraestructura del sector educativo del Municipio está compuesta por 90 escuelas de nivel preescolar donde se da atención a 2,650 alumnos y donde laboran 200 maestros, en este nivel la demanda municipal es atendida en un 90 % de niños en edad. La educación primaria es la que tiene mayor cobertura en el Municipio, ya que se cuenta con 105 escuelas, donde se atiende a 14,500 alumnos por 700 maestros, considerando que se cubre al 99 % de la demanda.

En educación secundaria, se cuenta con 32 escuelas y se atiende a 5,000 alumnos con una planta docente de 400 maestros. En educación media superior, se cuenta con un plantel tipo CONALEP que atiende a 402 alumnos; además, se tienen 9 planteles de este nivel, con 3,000 alumnos y una planta docente de 200 maestros. A nivel profesional se cuenta con un Instituto Tecnológico que atiende a 223 alumnos con una planta docente de 64 maestros.

Salud

Este servicio se presta en el Municipio a través del IMSS, Secretaría de Salud y Asistencia, ISSSTE, ISSSTESON y 2 clínicas privadas; distribuyéndose de la forma siguiente:

43 % Secretaría de Salud.

48 % IMSS.

7 % ISSSTE.

2 % ISSSTESON.

La atención que recibe la población municipal es hasta segundo nivel, a través del IMSS y Secretaría de Salud. La infraestructura del sector se basa en 35 unidades de salud entre hospitales y centros de salud y se cuenta con 69 camas, 25 consultorios, 2 salas de operación y 2 laboratorios.

Abasto

El comercio se lleva a cabo a través de tiendas de abarrotes, panaderías, farmacias, tortillerías, carnicerías, ferreterías, perfumerías y otros establecimientos; a través de ellos se distribuye lo básico para el consumo y servicio de la población. Asimismo, se cuenta con talleres de servicios, gasolineras, almacenes y mercado.

Deporte

En lo que respecta a la recreación y al deporte, se cuenta con cines y centros recreativos, todos con acceso popular. Los deportes se practican gracias a que el Municipio posee diversas canchas en las comunidades y parques deportivos en la Cabecera Municipal, donde se practica fútbol, béisbol, básquetbol y voleibol.

Urbanización y vivienda

Vivienda

Existen en el Municipio un total de 17,108 viviendas de las cuales 17,098 son particulares y 10 son colectivas, concentrándose el mayor número en la Cabecera, las cuales tienen una densidad promedio de 4 personas por unidad y generalmente predomina el tipo de vivienda de tabique con techo loza y de asbesto con piso de concreto. Un gran porcentaje cuenta con los servicios de agua y energía eléctrica.

Agua potable

El servicio de agua potable en el Municipio beneficia a una población de 63,593 habitantes, representando un 84 % de la población total. Las fuentes principales de agua potable son los pozos profundos ubicados en el distrito de riego No. 38. El número de tomas registradas es de 12,495 tomas domiciliarias.

Alcantarillado

Solamente la Cabecera Municipal, la Comisaría del Júpare y la delegación de

la Colonia Unión, cuentan con este servicio, cubriendo un 33 % del total de viviendas del Municipio y beneficiando a una población de 23,950 habitantes.

Electrificación

Este servicio tiene el 100 % de cobertura en la Cabecera Municipal, beneficiando a 50,000 habitantes, no así en el área rural, donde existen nuevos asentamientos y otros ya establecidos que no cuentan con éste. Actualmente se cubre un 90 % del total de viviendas del Municipio, beneficiando una población de 59,615.

Vías de comunicación

El municipio de Huatabampo cuenta con una amplia red de comunicaciones, lo que permite arribar a él por carretera, ferrocarril o avión.

La transportación terrestre puede efectuarse a través de la carretera federal número 15, que atraviesa al Municipio por el Sur; de esta carretera parten dos entronques, uno desde el lugar conocido como la Jaula y el otro de la ciudad de Navojoa. También cuenta con una red de carretera de terracería y caminos rurales que comunican a sus localidades con la Cabecera Municipal y con los municipios vecinos.

Las vías férreas permiten comunicar al Municipio de Norte a Sur, a través del ramal que parte de la estación de Navojoa; atraviesa el Echojoa y entronca con el lugar conocido como la Línea, dicho ramal corresponde al Ferrocarril del Pacífico.

Existe una aeropista que da servicio a la aeronavegación nacional; cuenta con transportación foránea de pasajeros.

La transportación urbana y rural se realiza por medio de taxis y autobuses públicos de pasajeros.

Respecto a medios de comunicación, el Municipio se tiene servicio de correos, telégrafos y teléfonos, también dispone de sistema de télex y recibe señales de televisión y periódicos.

1.1.4. Navojoa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Navojoa cuenta con una población de 157,729 habitantes, 78,242 son hombres y 79,487 mujeres. En la Tabla 10 se muestra el crecimiento de la población para los años de 1980 a 2010, en la Tabla 11 se muestran las características de la población anteriormente descrita.

Tabla 10 Crecimiento poblacional 1980-2010 (INEGI)

Población			
1980	1990	2000	2010
106,221	122,061	140,495	157,729

Tabla 11 Características poblacionales en el municipio de Navojoa para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Navojoa	Habitantes
Población total, 2010	157729
Población total hombres, 2010	78242
Población total mujeres, 2010	79487
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	25.2
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	25.5
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	24.9
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	10.6
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	10.3
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	10.9
Edad mediana, 2010	27
Edad mediana hombres, 2010	26
Edad mediana mujeres, 2010	28
Relación hombres-mujeres, 2010	98.4

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), el municipio de Navojoa en su población económicamente activa está representada por un total de 61,605 habitantes, y la no económicamente activa por 58,664 (ver Tabla 16).

Tabla 12 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
61,605	57,989	3,616	58,664	484

Agricultura

El municipio de Navojoa cuenta con una superficie agrícola irrigada de 116 mil hectáreas, que representan el 26 por ciento de la superficie del Municipio. Se dedican a la producción de granos y oleaginosas, destacando el trigo, maíz y soya, cuya aportación conjunta en la producción total asciende al 87 por ciento, el resto de la superficie, se utiliza principalmente en la producción de hortalizas y una cantidad mínima en frutales.

Ganadería

Esta actividad se concentra en la porcicultura y la avicultura, registrándose volúmenes de producción del orden de 40,252 y 27,564 toneladas en carne de porcinos y aves, respectivamente, mientras que la producción bovina produjo 1,136 toneladas en 1993.

Cabe destacar que la porcicultura local mantiene una importante participación a nivel estatal, al representar casi un 50 por ciento, tanto en número de cabezas

como en volumen de producción. En lo referente a la población de ganado bovino, ésta asciende a 32,510 cabezas, con un total de 132 productores.

Industria

La industria municipal se caracteriza por ser aún incipiente, a pesar de la presencia de 2 grandes empresas dedicadas a la producción cervecera y empaques de cartón. La micro y mediana industria mantienen una importante presencia con 269 establecimientos, destacando los subsectores de productos en las ramas alimentos, bebidas, productos de madera y minerales no metálicos.

Ha mantenido un cierto desarrollo comercial y de servicios, tanto públicos como privados, atendiendo en buena medida las necesidades de los municipios aledaños. Este desarrollo ha permitido generar, junto con el sector servicios, 17,423 empleos convirtiéndose en una actividad muy importante para la economía del Municipio.

Sociedad

Educación

El municipio de Navojoa cuenta con una diversificada oferta educativa, que cubre todos los niveles y capaz de atender prácticamente al 100 por ciento de la población.

La infraestructura educativa asciende a 368 planteles, 127 jardines de niños, 15 centros de educación especial, 145 escuelas primarias, 45 secundarias, 11 profesional medio, 12 bachilleratos, 6 centros de capacitación para el trabajo y 7 de educación superior. Con lo que se atiende a 47,627 alumnos, con una planta docente de 2,320 maestros.

Cabe señalar que los niveles de educación preescolar, primaria e indígena presentan severas carencias de infraestructura como mobiliario, material de trabajo e instalaciones deportivas; además, el Municipio no dispone de los espacios y organizaciones suficientes para el fomento de la cultura y manifestaciones artísticas. Urge la implementación de programas especiales para discapacitados y sobre todo el rescate, impulso y promoción de la cultura mayo.

Salud

El municipio de Navojoa dispone de una infraestructura de salud que comprende un total de 29 unidades médicas, correspondientes a los sistemas de seguridad social, SEMESON, IMSS, ISSSTE, ISSSTESON, Instituciones privadas y un Hospital Municipal, cuyos recursos materiales y humanos mantienen una capacidad para atender al 99 por ciento de la población, ofreciendo servicios médicos de primer y segundo nivel.

Urbanización y vivienda

Agua potable

El suministro de agua potable en el Municipio se abastece con 52 pozos profundos y otras fuentes, tales como galerías, filtros y 39 norias 39. Se cuenta con 29,633 tomas domiciliarias, de las cuales 28,237 son domésticas, 1,336 comerciales y 60 industriales. Además de la Cabecera Municipal, 83 localidades cuentan con el servicio, atendiéndose al 93% de la población total municipal.

Los problemas que enfrenta son: sistema e infraestructura obsoleta, contaminación por manganeso disuelto en el agua en 6 pozos, superando los máximos permitidos por la Secretaría de Salud.

Drenaje

La infraestructura disponible de éste servicio permite alcanzar un 76.4 por ciento de las necesidades urbanas, pero ésta es nula en las comunidades rurales, ya que de un total de 23,861 viviendas, solo 7,116 están conectadas de la calle, 3,078 están conectadas a fosa séptica y

381 con desagüe al suelo, río o lago, pero además 12,713 no disponen de drenaje y 2,875 ni siquiera de letrina. Esto último se refiere sobre todo a viviendas del área rural y en menor proporción a la zona urbana.

En torno al emisor principal de la ciudad de Navojoa, funciona por gravedad y se encuentra completamente saturado y no es capaz de transportar las aguas de desecho, por lo que se requiere de un emisor adecuado con capacidad para descargar las aguas residuales.

Electrificación

En lo correspondiente a éste servicio, Navojoa cuenta con una cobertura de 95% ubicándose el déficit principalmente en pequeñas comunidades rurales, cuyo aislamiento y bajo nivel poblacional propicia costos muy altos para el suministro del servicio.

Vías de comunicación

Navojoa cuenta con importantes vías de comunicación terrestre, en primer lugar tiene acceso directo a la carretera internacional No. 15 de cuatro carriles, se enlaza al norte con Estados Unidos de Norteamérica y hacia el sur con el resto del País. En segundo lugar, cuenta con infraestructura ferroviaria ligada directamente al parque industrial, en la ciudad de Navojoa se presentan todas las rutas de tránsito vehicular nacional, regional y local, tanto de carga como de pasaje.

Por otro lado el Municipio cuenta con una longitud de carreteras principales de 208 kilómetros, secundarios 117.6 kilómetros y caminos rurales 108 kilómetros. Esta infraestructura permite el movimiento de carga derivada de la actividad económica desarrollada en la región.

1.1.5. Quiriego

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Quiriego cuenta con una población de 3,356 habitantes, 1,797 son hombres y 1,559 mujeres. En la Tabla 13 se muestra el crecimiento de la población para los años de 1980 a 2010, en la Tabla 14 se muestran las características de la población.

Tabla 13 Crecimiento poblacional 1980-2010 (INEGI)

Población			
1980	1990	2000	2010
4,474	3,346	3,335	3,356

Tabla 14 Características poblacionales en el municipio de Quiriego para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Quiriego	Habitantes
Población total, 2010	3356
Población total hombres, 2010	1797
Población total mujeres, 2010	1559
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	22.9
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	23.7
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	21.9
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	17.3
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	18
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	16.5
Edad mediana, 2010	29
Edad mediana hombres, 2010	29
Edad mediana mujeres, 2010	28
Relación hombres-mujeres, 2010	115.3

Hasta 1998, el 31% de la población se concentraba en la Cabecera Municipal y el 69 % restante vive en localidades rurales, ejidos, rancherías y comunidades como: Machilibampo, Tepahui, Goyjaquía, Bacusa, Los Bajíos, Batacosa, Cabora y El Tanque principalmente.

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Quiriego su población económicamente activa está representada por un total de 1,177 habitantes, mientras que la no económicamente activa es de 1,363 habitantes (ver Tabla 15).

Tabla 15 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
1,177	1,150	27	1,363	31

Agricultura

Esta actividad económica ocupa el segundo lugar en importancia después de la ganadería, se desarrolla en una superficie abierta al cultivo de 6,500 hectáreas, 5,300 de temporal y 1,200 de riego. Esta actividad genera 465 empleos, aproximadamente y representa un 47 por ciento de la población ocupada del Municipio.

Los principales cultivos son: ajonjolí, sandía, sorgo forrajero, maíz, frijol y

zacates. Esta actividad económica ocupa el segundo lugar en importancia después de la ganadería, se desarrolla en una superficie abierta al cultivo de 7,138 hectáreas, de las cuales 6,289 son de temporal y 849 de riego.

De la superficie destinada a la actividad agrícola en el Municipio, el 64% corresponde a propiedad privada y el 36% al sector social.

Sin embargo, la agricultura se considera de alta siniestralidad y baja productividad, la mayor parte de la superficie es de temporal, esta actividad presenta marcados problemas como carencias en infraestructura hidráulica, apoyos crediticios y la presencia de intermediarios en la comercialización de los productos.

Ganadería

Esta actividad en el Municipio representa la principal fuente de ingresos y generadora de empleo, actualmente ocupa el 40 por ciento de la población ocupada. La ganadería se desarrolla en 263,772 hectáreas de agostadero, con una población animal de 39,321 cabezas de ganado bovino, beneficiando a 432 productores.

La infraestructura con que cuenta el Municipio consta de potreros, pilas, básculas, trampas, baños garrapaticidas, corrales de manejo, represos y pozos a cielo abierto. El gremio ganadero se encuentra organizado en la Asociación Ganadera Local, la cual está integrada por ejidatarios y ganaderos particulares.

Servicios y comercio

Esta actividad económica a nivel municipal es mínima, abarca un 5 por ciento de la población ocupada, pero es muy importante como abastecedora de víveres para el total de los habitantes que integran este Municipio.

Actualmente, se cuenta con 9 tiendas CONASUPO y 27 tiendas particulares, todas con capacidad operativa pequeña. Los productos principales a comercializar son los básicos y son abastecidos por proveedores de Cd. Obregón y Navojoa, llegándose a adquirir un 30 por ciento más caro en relación a los costos de las ciudades antes mencionadas.

Explotación forestal

Esta actividad se explota en baja escala, la producción se destina para la elaboración de postes para cerco, carbón vegetal y varas para vid y hortaliza.

Minería

Esta actividad económica es incipiente. A la fecha se tienen concesionadas 10 minas a particulares, se extraen en pequeña escala grafito, yeso, molibdeno, oro, plata y cobre, la explotación se realiza en pequeños molinos empleando utensilios muy rudimentarios.

Sociedad

Educación

En este importante renglón, el Municipio cuenta con una población escolar de 919 alumnos, 92 en nivel preescolar, 667 en primaria y 160 en secundaria. La infraestructura educativa consta de 6 planteles de preescolar, 11 de primaria y 5 de telesecundaria. Para el ciclo escolar 2000-2001 las escuelas oficiales de Educación Básica atienden a un 96.6 por ciento del total de alumnos inscritos en los niveles educativos, preescolar, primaria y secundaria.

Salud

Los servicios de salud se otorgan a través del régimen de seguridad social que corresponde al ISSSTESON y por conducto de la Secretaría de Salud Pública. Se cuenta con 4 unidades médicas que operan servicios de primer nivel, ubicándose un Centro de Salud en la Cabecera Municipal y 3 Casas de Salud en las localidades de Tepahui,

Batacosa y Cabora, que proporcionan consulta externa.

Se considera que la calidad de los servicios es deficiente y con frecuencia, los derechohabientes de las instituciones públicas, así como la población abierta tienen que acudir hasta Ciudad Obregón, para recibir atención médica de óptima calidad por lo que la cobertura de atención del 90 por ciento en dichas instituciones es relativa.

Las Casas de Salud prestan regularmente el servicio al resto de las localidades vecinas que carecen de este tipo de establecimiento.

Urbanización y vivienda

Vivienda

Existen en el Municipio un total de 859 viviendas, 858 particulares y una colectiva, concentrándose el mayor número de estas en la Cabecera Municipal, con una densidad promedio de 3 habitantes por vivienda y generalmente predomina el tipo de vivienda de tabique con techo loza y de asbesto con piso de concreto y un gran porcentaje cuenta con los servicios de agua y energía eléctrica.

Agua potable

En el Municipio todas las comunidades cuentan con este servicio, beneficiando al 98 por ciento de la población. Este servicio presenta de una forma muy constante el problema de descompostura de los equipos de bombeo existentes.

Drenaje

La Cabecera Municipal es la única que cuenta con este servicio con una cobertura del 40 por ciento.

Electrificación

Este servicio sólo se presta en 5 localidades del Municipio, beneficiando a 2,100 habitantes, dejando de recibir este servicio aproximadamente el 35 por ciento de la población municipal; actualmente se implementó un programa de electrificación con fotoceldas pero que no logra abatir el déficit de este servicio.

Vías de comunicación

Actualmente se encuentra establecido el sistema de comunicación vía telefónica en la Cabecera Municipal y en las localidades de Batacosa y El proyecto; opera a través de caseta en la comisaría de Tepahui.

El Municipio cuenta con una red carretera de terracería y caminos rurales en la gran mayoría de las poblaciones. La Cabecera Municipal está a 75 kilómetros de la carretera federal número 15, a donde se llega por caminos de terracería.

Se cuenta con una aeropista, en la cabecera municipal.

El transporte de pasajeros proporciona servicios directos a los pobladores de Batacosa, El Tanque, Caborca y la Cabecera Municipal, e indirectamente a los demás usuarios puesto que tienen que trasladarse a Quiriego para utilizarlos.

1.1.6. Rosario Tesopaco

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Rosario Tesopaco cuenta con una población de 5,226 habitantes, cuales 2,737 hombres y 2,737 mujeres. En la Tabla 16 se muestra el crecimiento de la población para los años de 1980 a 2010, y en la tabla 17 se muestran las características de la población.

Tabla 16 Crecimiento poblacional 1980-2010 (INEGI)

Población			
1980	1990	2000	2010
6,656	6,127	5,432	5,226

Tabla 17 Características poblacionales en el municipio de Rosario Tesopaco para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Rosario Tesopaco	Habitantes
Población total, 2010	5226
Población total hombres, 2010	2737
Población total mujeres, 2010	2489
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	22.7
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	23.1
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	22.3
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	16.4
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	16.3
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	16.6
Edad mediana, 2010	30
Edad mediana hombres, 2010	30
Edad mediana mujeres, 2010	29
Relación hombres-mujeres, 2010	110

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Rosario Tesopaco su población económicamente activa está representada por un total de 1,940 habitantes, y la no económicamente activa por 2,137, (ver Tabla 18).

Tabla 18 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
1,940	1,791	149	2,137	18

Agricultura

La agricultura de desarrolla en una superficie de 5,327 hectáreas, el 80 por ciento son de temporal y el resto de riego.

La mayor parte de los predios se consideran como minifundios. Los principales cultivos son ajonjolí, sorgo forrajero, maíz y frijol.

Ganadería

Se realiza en una superficie de 354,891 hectáreas de agostadero, en las que se manejan 35,055 cabezas de ganado bovino, 478 de caprino y 1,356 de equino.

En el Municipio se cuenta con 6,293 hectáreas de praderas de zacate buffel. Según cifras de COTECOCA-SAGAR el índice de agostadero recomendado es de 25.20 hectáreas por unidad animal; sin embargo, el índice de agostadero actual es de 16.71 hectáreas por unidad animal.

Industria

Se pueden gestionar proyectos para establecer una industria pecuaria y promover la generación de empleos con el propósito de erradicar el fenómeno de la emigración, el cual representa un serio problema y se ha acentuado en los últimos 20 años.

Comercio y servicios

Se tiene una cultura comercial de servicio de autoconsumo a nivel micro. El principal problema del sector comercial es que no se cuenta con suficiente abasto de mercancías. En el Municipio existen 62 establecimientos comerciales, destacando las tiendas de abarrotes donde se expenden todo tipo de artículos de primera necesidad, comestibles, ropa, bebidas, papelería, materiales de ferretería y construcción. Se cuenta con establecimientos de hospedaje, preparación de alimentos y bebidas, reparación automotriz y gasolinera.

Minería

El Municipio aporta importantes volúmenes de grafito y fierro, aunque no es un sector de expansión actualmente.

Sociedad

Educación

El Municipio cuenta con 9 jardines de niños y 23 planteles de educación primaria que atienden a la totalidad de la población estudiantil. Al nivel de secundaria, se cuenta con una secundaria técnica agropecuaria en la Cabecera Municipal y 4 telesecundarias en diferentes comunidades.

El nivel medio superior se presta únicamente en la Cabecera Municipal, a través de una extensión del Centro de Bachilleres Tecnológicos Agropecuarios No. 38. Para el ciclo escolar 2000-2001 las escuelas oficiales de Educación Básica atienden a un 95.6 % del total de alumnos inscritos en los niveles educativos de preescolar, primaria y secundaria.

Salud

La infraestructura del sector salud en el Municipio corresponde al IMSS, el cual presta sus servicios en la Cabecera Municipal y de la Secretaría de Salud y Asistencia, con un centro de salud y varias casas de salud en las localidades más importantes.

Urbanización y vivienda

Vivienda

Existen en el Municipio un total de 1,376 viviendas particulares, concentrándose el mayor número de éstas en la Cabecera Municipal, con una densidad promedio de 3 habitantes por vivienda y generalmente predomina el tipo de vivienda de tabique con techo loza y de asbesto con piso de concreto y un gran

porcentaje cuenta con los servicios de agua y energía eléctrica.

Agua potable

La demanda de agua potable es muy alta y el cubrirla es uno de los principales problemas del Municipio, debido a la falta de recursos y una infraestructura inadecuada y obsoleta. Del total de viviendas, el 67 % cuenta con agua potable.

Drenaje

El servicio de drenaje sólo se presta en la Cabecera Municipal, beneficiándose únicamente el 15 % de la población.

Electrificación

Sólo 2 comunidades cuentan con el servicio de energía eléctrica y alumbrado público. El resto de las comunidades cuentan con el servicio de luz con lámparas fotovoltaicas. Con respecto a la electrificación de vivienda únicamente cuentan con este servicio el 36 por ciento del total de la población.

Vías de comunicación

La red de carreteras del Municipio está integrada por la carretera pavimentada Cd. Obregón-Chihuahua que permite la comunicación a la Cabecera Municipal.

El acceso al interior del Municipio se realiza por caminos de terracería y brechas. La situación actual de estas carreteras se puede calificar de regular a mala, principalmente en períodos lluviosos, debido a la falta de conservación y mantenimiento.

El Municipio cuenta con otros servicios de comunicación como son: teléfono, telégrafo, correo y recibe señales de radiodifusoras de otros municipios, así como de televisión a través del servicio de parabólicas. La mayor parte de estos servicios se encuentran en la Cabecera Municipal y el servicio es regular.

Hay servicio de transporte de pasaje prestado por una línea de transporte foráneo, que transita de paso por el Municipio. El transporte de carga se presta regularmente y se aprovecha para transportar la producción pecuaria y minera, principalmente.

1.1.7. Chínipas

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Chinipas, Chihuahua, cuenta con una población de 8,441 habitantes, 4,448 hombres y 3,993 mujeres. En la Tabla 19 se muestran las características de la población.

Tabla 19 Características poblacionales en el municipio de Chinipas para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Chinipas	Habitantes
Población total, 2010	8441
Población total hombres, 2010	4448
Población total mujeres, 2010	3993
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	28.4
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	28.8
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	28.0
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	9.1
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	9.2
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	8.9
Edad mediana, 2010	22
Edad mediana hombres, 2010	22
Edad mediana mujeres, 2010	21
Relación hombres-mujeres, 2010	111.4

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Chinipas, Chihuahua su población económicamente activa está representada por un total de 2,549 habitantes, y la no económicamente activa por 3,530 habitantes (ver Tabla 20).

Tabla 20 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
2,549	2,287	262	3,530	52

1.1.8. Moris

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Moris, Chihuahua, cuenta con una población de 5,312 habitantes, 2,775 hombres y 2,537 mujeres. En la Tabla 21 se muestran las características de la población del Municipio.

Tabla 21 Características poblacionales en el municipio de Moris para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Moris	Habitantes
Población total, 2010	5312
Población total hombres, 2010	2775
Población total mujeres, 2010	2537
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	25.7
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	25.8
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	25.6
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	10.9
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	11.1
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	10.7
Edad mediana, 2010	24
Edad mediana hombres, 2010	25
Edad mediana mujeres, 2010	23
Relación hombres-mujeres, 2010	109.4

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Moris, Chihuahua, su población económicamente activa está representada por un total de 1,774 habitantes, y la no económicamente activa por 2,115 habitantes (ver Tabla 22).

Tabla 22 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
1,774	1,670	104	2,115	23

1.1.9. Ocampo

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 elaborado por INEGI, el municipio de Ocampo, Chihuahua cuenta con una población de 7,546 habitantes, 3,935 hombres y 3,611 mujeres. En la Tabla 23 se muestran las características de la población del Municipio.

Tabla 23 Características poblacionales en el municipio de Ocampo para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Ocampo	Habitantes
Población total, 2010	7546
Población total hombres, 2010	3935
Población total mujeres, 2010	3611
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	28.4
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	27.7
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	29.1
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	8.6
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	8.9
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	8.2
Edad mediana, 2010	23
Edad mediana hombres, 2010	24
Edad mediana mujeres, 2010	23
Relación hombres-mujeres, 2010	109.0

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Ocampo, Chihuahua su población económicamente activa está representada por un total de 2,724 habitantes, y la no económicamente activa por 2,805 habitantes (ver Tabla 24).

Tabla 24 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
2,724	2,617	107	2,805	34

1.1.10. Uruachi

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por INEGI, el municipio de Uruachi, Chihuahua, cuenta con una población de 8,200 habitantes, 4,150 hombres y 4,050 mujeres. En la Tabla 25 se muestran las características de la población del municipio.

Tabla 25 Características poblacionales en el municipio de Uruachi para el año 2010 (INEGI)

Características poblacionales en el municipio de Uruachi	Habitantes
Población total, 2010	8200
Población total hombres, 2010	4150
Población total mujeres, 2010	4050
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	28.2
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	27.8
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	28.6
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	9.7
Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	10.4
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	8.9
Edad mediana, 2010	22
Edad mediana hombres, 2010	22
Edad mediana mujeres, 2010	22
Relación hombres-mujeres, 2010	102.5

Población económicamente activa

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI), en el municipio de Uruachi, Chihuahua, su población económicamente activa está representada por un total de 2,690 habitantes, y la no económicamente activa por 3,384 habitantes, (ver Tabla 26).

Tabla 26 Condiciones de actividad económica

Condición de actividad económica				
Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
Total	Ocupada	Desocupada		
2,690	2,555	135	3,384	17

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE PROGRAMA NACIONAL CONTRA LA SEQUÍA

HOJA DE TRABAJO A - IMPACTOS DE SEQUÍAS HISTÓRICAS, IMPACTOS POTENCIALES FUTUROS Y MITIGACIÓN

Impactos de sequías históricas, existentes y potenciales [1]	Paso 2 - Evaluación de sequías históricas						Paso 3 - Evaluación de la vulnerabilidad		Paso 4 - Estrategias de respuesta a sequías	
	Impacto histórico [2]	Impacto existente [3]	Jerarquización de la severidad del impacto de sequía [4]	Estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [5]	Efectividad de la estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [6]	Comentarios [7]	Impacto potencial futuro [8]	Prioriad del impacto potencial [9]	Mitigación [10]	Estrategias de respuesta [11]
Organismo operador de agua potable										
Reducción en producción de pozos municipales										
Incremento en las necesidades de información para monitorear e implementar un plan de mitigación	X		3				X	3		
Costos para incrementar la eficiencia del uso del agua										
Percepción pública favorable/desfavorable de los OO relativa a la respuesta por sequía	X		3	Educación pública	2	Críticas mixtas del público	X	2		
Comunidad										
Incremento de conflictos políticos										
Reducción o modificación de actividades recreativas	X		1				X	2		Comunicación de tiempos de almacenamiento para mejorar los flujos en la tubería en momentos clave
Economía										
Reducción de superficies de riego en cultivos anuales	**X**	**X**	**1**	**Cambios a cultivos protegidos**	**1**					
Cambios en los patrones de cultivos	**X**	**X**	**1**		**1**					
Reducción de rendimientos en los cultivos	**X**	**X**	**3**		**1**					
Pérdida de plantíos de arboles frutales y maderables	**X**	**X**	**3**		**1**					
Disminución o desaparición de los hatos ganaderos	**X**	**X**	**2**	**Disminución de vientres y venta prematura de animales improductivos**	**1**					
Pérdidas totales o parciales de cultivos de subsistencia, tanto de riego como especialmente de temporal	**X**	**X**	**3**							
Reducción o pérdida de jornales	**X**	**X**	**3**							
Incremento en los costos de los insumos y de la producción	**X**		**3**							
Decremento de los precios de terrenos			1							
Subsidencia del suelo como resultado de extracción de agua subterránea	**X**	**X**	3	**Estudios de aguas subterráneas e identificación de acuíferos**	**2**					
Pérdida de ingresos a productores que indirectamente afectan los negocios y la economía	**X**	**X**	3				X	2		
Pérdida de recreación y de la industria del turismo	**X**	**X**	1				X	2		
Reducción de desarrollo económico			2							
Incremento en precios de alimentos	**X**	**X**	3							
Restricciones/limitaciones sobre daños al paisaje por empresas							X	2		Promover el paisajismo
Impactos a usuarios de agua de gran escala comercial (campos deportivos, turismo, navegación, ...)							X	2		Trabajar con muchos usuarios para minimizar impactos
Pérdida de generación de energía hidroeléctrica										
Ambiental y recreacional										

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA PRONACOSE PROGRAMA NACIONAL CONTRA LA SEQUÍA

HOJA DE TRABAJO A - IMPACTOS DE SEQUÍAS HISTÓRICAS, IMPACTOS POTENCIALES FUTUROS Y MITIGACIÓN

Impactos de sequías históricas, existentes y potenciales [1]	Paso 2 - Evaluación de sequías históricas						Paso 3 - Evaluación de la vulnerabilidad		Paso 4 - Estrategias de respuesta a sequías	
	Impacto histórico [2]	Impacto existente [3]	Jerarquización de la severidad del impacto de sequía [4]	Estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [5]	Efectividad de la estrategias de respuesta de mitigación histórica y existentes [6]	Comentarios [7]	Impacto potencial futuro [8]	Prioriad del impacto potencial [9]	Mitigación [10]	Estrategias de respuesta [11]
Subsidencia del terreno	X	X	3							
Altos índices de deforestación y erosión; pérdida de cobertura vegetal acelerada	X	X	1							
Desertificación y degradación del suelo	X	X	1							
Tasa de azolvamiento en vasos, cauces y cuerpos de agua	X	X	3							

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Elementos del Programa de manejo de sequía								
Establecer principios, objetivos y prioridades de respuestas a la sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Establecer nivel de autoridad y el proceso para la declaración de una emergencia de sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Desarrollar etapas de la sequía, factores detonantes, y metas de respuesta	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Preparar instrucciones para las medidas de sequía	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Evaluar impactos de sequías históricas	X		N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Monitorear indicadores de sequías	X	X	E	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Monitorear calidad del agua	X	X	E	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Rastrear percepción pública y efectividad de las medidas contra la sequía	X	X	N	X		5	X	Componente de un buen plan de sequía
Mejorar la precisión de los pronósticos de escurrimientos y oferta de agua	X		N	X		5	X	Abordarse a través de la planificación de la fiabilidad del suministro de agua
Respuesta en emergencias								
Declarar una emergencia de sequía		X	E		X	5	X	Componente de un buen plan de sequía
Establecer programas de transporte de agua	X	X						
Restringir/prohibir nuevas tomas de agua		X						
Identificar asistencia estatal o federal	X	X	N		X	5	X	Bien aceptado, puede ser beneficioso
Proveer de agua a usuarios domésticos con norias		X						
Importar agua por pipas o ferrocarril		X						
Educación pública								
Establecer un comité asesor público	X	X	X					No es tiempo & efectividad de costo
Desarrollar campañas de educación pública de sequía con estrategias de corto y largo plazo (ver hoja de trabajo D)	X	X	X					Marco de trabajo desarrollado durante este esfuerzo de planeación - mitigación. Plan detallado y desarrollado durante la estrategia de respuesta a la sequía
Extender rampas y muelles para recreación cuando los embalses estén a niveles bajos	X	X	X					No es rentable
Aumento de la oferta de agua								
Establecer reservas de agua contra sequía	X		N	X		5	X	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Extraer agua de las reservas		X						
Incrementar el bombeo de agua subterránea		X						
Profundizar pozos	X	X						
Desarrollar uso conjunto suplementario de agua subterránea	X		N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Reactivar pozos abandonados		X						
Limpiar pozos para desarrollar mayores gastos de extracción	X	X				3		
Mezclar agua de primer uso con agua de menor calidad para incrementar oferta		X	N	X			Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2012
Rehabilitar pozos en operación	X	X				3		Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2013
Emplear desalación o agua subterránea salobre	X					3		Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2014
Incrementar el uso de agua reclicada	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2015

HOJA DE TRABAJO B - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA DEL LADO DE LA OFERTA

Estrategias de mitigación y respuesta del lado de la oferta [1]	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Selección preliminar de las estrategias de mitigación y respuesta [4]	Selección del horizonte de planeación [5]		Valor de prioridad del filtrado [6]	Selección pos-filtrado de estrategias de mitigación y respuesta	Comentarios [8]
				Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategias de respuesta de corto plazo			
Utilizar agua tratada para irrigar parques y jardines	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2016
Construir nuevas instalaciones para mejorar la derivación de agua o desarrollar nuevas obras de oferta	X		N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2017
Habilitar tomas bajas en embalses	X	X	N	X		3	Opción potencial	Ha sido evaluado durante el plan maestro de aguas residuales 2018
Manejo de derechos de agua y acuerdos de cooperación								
Utilizar derechos de agua que otros usuarios lo permitan		X						
Pagar a usuarios para que no coloquen una demanda en el río		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Pagar a usuarios aguas arriba para que permitan la derivación de mayor cantidad de agua		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Comprar agua de otros entidades		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Arreglar intercambios	X	X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Rentar derechos de irrigación de productores		X	N		X	4	X	Opción potencial para construir en el futuro
Rentar pozos privados		X						
Cancelar permisos de agua municipal a productores		X						
Utilizar decretos de irrigación		X						
Invocar reservas por sequía que permitan la reducción de de los requerimientos de bypass		X						
Negociar compras de agua a otros usuarios	X	X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro
Renegociar abastecimientos controlados contractualmente	X	X						
Desarrollar transferencias de agua desde otras entidades	X	X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro
Desarrollar bancos de agua para facilitar transferencias de agua en tiempos de sequía	X							
Desarrollar interconexiones con otras entidades	X	X	N	X				No es rentable
Negociar el abastecimiento comercial de agua con otras entidades para incrementar la producción		X	N		X			Opción potencial para construir en el futuro
Mejorar la eficiencia en la distribución de agua								
Conducir auditorias de los sistemas de distribución de agua	X	X	E	X		5		Prácticas actuales
Reducir fugas en los sistemas de distribución	X	X	E	X		5		Prácticas actuales
Reducir la presión en los sistemas de distribución		X						
Reemplazar medidores inexactos	X		E	X		5		Prácticas actuales
Calibrar los medidores domésticos, comerciales, industriales	X							
Instalar medidores en puntos clave de distribución para aislar areas de sobreconsumo y probables fugas	X							
Minimizar derrames en embalses	X	X	E	X		4		Operaciones estándar

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO C - ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y RESPUESTA POR EL LADO DE LA DEMANDA

Estrategias de mitigación y respuesta por el lado de la demanda [1]	Tipo de estrategia		Selección de estrategias de mitigación y respuesta [4]				Selección del horizonte de planeación [5]		Valor del rango para filtrar [6]	Selección post-filtrado de las estrategias de mitigación y respuesta [7]	Comentarios [8]
	Acciones de mitigación de largo plazo [2]	Estrategias de respuesta de corto plazo [3]	Promocionado/voluntario	Con incentivos	Obligatorio	Coordinado con otras instituciones	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta a corto plazo			
Organismo Operador APyA/Municipalidad											
Implementar recargos a tarifas en la época de sequías		X			N			X	4	X	Sólo cuando es necesario aumentar la recaudación
Establecer tiempos límite para el riego	X	X			E						Práctica usual o estandar. Considerar medidas de conservación
Prohibir el riego durante el verano, otoño y los primeros meses de primavera		X			N			X	4	X	Bajo sequías muy severas y preservar árboles
Cambiar aspersores a irrigación de bajo volumen, donde sea apropiado	X				E		X		5	X	Práctica usual o estandar
Restringir dispositivos de rocío o aspersores en exteriores		X			E		X		5	X	Práctica usual o estandar
Reducir la limpieza, lavado de calles, banquetas y acceso a garages		X			E						Práctica usual o estandar. Considerar medidas de conservación
Limitar o prevenir lavado de flotillas de vehículos de la ciudad o el municipio		X			N			X	5	X	
Limitar el lavado con hidrantes		X			N			X	4	X	
Limitar el uso de del agua para entrenamiento en incendios		X			N			X	4	X	
Inhabilitar, desconectar todos los hidrantes de incendio, excepto aquellos requeridos para seguridad pública		X			N			X	4	X	
Hacer auditorías de agua en interiores de instalaciones	X	X				N		X	4	X	
Instalación de Grupo Técnico Directivo del Programa de Mitigación de la Sequía		X	N								
Buscar nuevas fuentes de abastecimiento para las comunidades con este problema		X		N	N	N					
Apoyar la distribución de agua potable con pipas en zonas de problemas extremos		X		N	N	N					
Racionalizar la distribución de Agua Potable (Tandeos)		X		N	N	N					
Optimizar la red de distribución con mecanismos como la sectorización		X									
Hacer un estudio sobre la confiabilidad de la provisión de aguapotable en las comunidades y establecer medidas preventivas que permitan asegurar su abastecimiento	X										
Sector Residencial											
Realizar auditorías de agua en zonas exteriores	X	X	E			E	X		5	X	Programa actual. Bien recibido
Realizar auditorías de agua en el interior de residencias	X	X		N		N	X				En el plan de conservación
Promover instalación de dispositivos eficientes de agua	X	X		N			X				En el plan de conservación
Proveer medidores acústicos para ayudar a los consumidores a identificar fugas en tuberías	X	X	E				X				En el plan de conservación
Sector Comercial											
Destinar fondos para desarrollar planes de conservación específicos en oficinas y negocios	X	X		N		N	X		4	X	Programa estrella de la administración
Sector Industrial											
Establecer el gasto ecológico de los sistemas riparios y costeros	X		X			X					
Evaluar la Minería como un Usuario importante		X		X	X						
Analizar los aspectos normativos para la aplicación de sanciones por el mal uso del agua		X				X					
Establecer mecanismos de coordinación entre las diferentes dependencias en la aplicación de programas que incidan en el manejo del agua											
Sector Agropecuario											
Considerar la regionalización existente en subcuencas y analizar las políticas adecuadas para cada una de ellas		X	N								
Manejar los escenarios de cambio climático en los planes de sequía		X	N								
Promover la investigación científica de mecanismos de ahorro del agua en todos los sectores y la evaluación de la eficiencia de las medidas tomadas	X										
Implementar medidas tendientes a optimizar el riego en parcelas, como trazos de riego, mejoras de medición		X		X		X					
Continuar los programas de difusión y capacitación de usuarios para un mejor uso del agua y un esquema de certificación de los trabajadores que manejan el agua asi como la formación de personal capacitado formalmente para el riego	X		X								
Continuar las acciones tendientes a mejorar la eficiencia de la red de canales, como mecanismos de medición entre otros		X		X							
Promover la siembra de cultivos de baja demanda de agua y gestionar los apoyos necesarios		X									
Considerar en los planes de riego all inicio de cada ciclo, las medidas acerca de la sequía		X									
Impulsar la implementación de mecanismos de cosecha de lluvia en parcela		X									
Conformar los grupos de vigilancia en los módulos de riego y aplicar sanciones por mal uso dell agua, en base a la Ley de Aguas Nacionales		X									
Reglamentar las extracciones del Acuífero, de acuerdo a su capacidad de recarga		X									
Promover acciones de cosecha de agua, reactivando el grupo ya establecido para lo propio		X									

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO D - CAMPAÑA DE INFORMACIÓN PÚBLICA SOBRE SEQUÍA

Información pública Componentes de campaña	Filtrado [1]		Audiencia meta [2]																		
	Acciones de mitigación de largo plazo	Estrategia de respuesta de corto plazo	Hacedores de decisiones/actores de política	Cuerpos gubernamentales/departamentos de la ciudad (parques, departamentos de incendios)	Instalaciones comunitarias de recreación	Media	Residencial unifamiliar	Residencial multifamiliar	HOAs	Propietarios de negocios comerciales	Empleados de negocios comerciales	Gerentes de instalaciones escolares	Niños de escuela	Negocios industriales	Negocios metas específicos (estancias infantiles, restaurantes del paisaje, instalaciones de salud)	Grandes consumidores (campos de golf)	Inserte otros miembros de la audiencia [3]	Coordinar con otras entidades [4]
Información sobre sequía para llevar al público																					
Estatus de las condiciones actuales de la sequía y etapa de la sequía	Sí	Sí	s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, d, g, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		X
Medidas y/o impactos que los consumidores pueden esperar si la sequía continúa o se intensifica		Sí	s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, d, g, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		X
Aplicación de políticas de sequía		Sí	s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, d, g, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		
Explicación de incrementos en la tasa /sobrecargo de sequía	Sí		s,t	s,t	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h		N/A	d, g, n, r, h	d, g, n, r, h		
Incrementar anuncios de incentivos de conservación y planes de sequía		Sí	s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, d, g, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	l, p	N/A	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		
Ideas de conservación de ahorro de agua	Implementado a través del programa de conservación												l, p	N/A				
Instrucciones de cómo rastrear el uso de agua dentro de las casas	No	No												N/A				
Anunciar los esfuerzos de individuos y negocios como ejemplos de cómo reducir el uso del agua	Sí - Programa de negocios estrella ya implementado a		s,t	s,t	a, b, g, k, s, t, u	a, d, g, n, r, u	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		a, b, d, g, h, k, m, n, q, r	l, p	N/A	a, b, d, g, h, k, n, q, r	a, b, d, g, h, k, m, n, q, r		
Hacer campañas de difusión sobre los programas gubernamentales a fin de que los recursos dispuestos sean ejercidos adecuadamente				si	si							**a, b, d, g, h, k, m. n. q. r**			**a, b, d, g, h, k, m. n. q. r**	**a, b, d, g, h, k, m. n. q. r**		
Hacer campañas de difusión sobre la sequía y la cultura del ahorro del agua para cada uno de los sectores de usuarios, así como del cuidado de la infraestructura de la distribución del agua												**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**	**l, p**		**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**	**a, b, d, g, h, k, m, n, q, r**		

d Artículos en periódicos.
e Television
f Alcance al los medios generales
g Sitios web de la ciudad o municipios
h Insertos de facturas de agua
i Distribución de panfletos
j Seminarios/programas especiales
k Distribución amplia de correos electrónicos
l Programas educacionales (viajes al campo, conferencistas, currículos)
m Anuncios en correos
n Reuniones públicas
o Distribución de herramientas para la conservación de agua (medidores de lluvia, aereadores, etc)
p Mamparas en eventos especiales
q Tableros
r Redes sociales
s Correos electrónicos
t Conferencia por teléfono
Inserte cualquiera otra idea al respecto

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

HOJA DE TRABAJO E - ETAPAS DE LA SEQUÍA, FACTORES INICIALES Y RESPUESTAS A LAS MEDIDAS PARA LLEGAR A LA META

Identificación de indicadores e indicadores clave para desarrollar acciones

Indicadores de sequía [1]	Monitoreado actualmente [2]	Nuevos indicadores de sequía [3]	Indicador clave seleccionado para desarrollar acciones [4]	Tiempo [5]
Índice de precipitación estándar (SPI)		X		
Índice modificado de Palmer		X		
Escurrimientos	X			
Niveles de almacenamiento	X		X	15-ene
Registros de precipitación	X			
Nivel freático	X			
Niveles en ríos diarios (reporte)		X		
Humedad del suelo				
Evapotranspiración				
Índice de estado (I_e)		X		
Índice de escurrimiento (SDI)		X	X	

Etapas de sequía, factor inicial y respuesta esperada (nivel almac.)

Etapa [6]	Factor inicial [7]	Meta [8]
Observación	Menos del 85%	Conservar al 80%
Alerta	Menos del 60%	Ahorrar 15% de usos
Crítica	Menos del 40%	Ahorrar el 60%
Emergencia	Menos del 25%	Ahorrar el 80%
		Alertar a usuarios
		Medidas de ahorro del 15%
		Medidas de ahorro del 60%
		Medidas de ahorro del 80%

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA · PRONACOSE

HOJA DE TRABAJO F - ETAPAS DEL PROGRAMA DE ESTRATEGIAS A LA SEQUÍA

Estrategias del lado de la oferta					
Estrategias [1]	**Etapas de la sequía [2] y [3]**				
	Etapa 1	**Etapa 2**	**Etapa 3**	**Etapa 4**	**Etapa 5**
Aumento de la oferta de agua					
n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Administración de los derechos del agua y la coordinación con otras instituciones					
Compensación a usuarios para permitir derivación de mayor cantidad de agua	n/d	Estas opciones serán exploradas al inicio de cada una de la etapas de sequía y podrían ser implementadas para cualquiera de ellas			
Comprar agua de otras entidades	n/d				
Arreglos para intercambio de aguas	n/d				
Renta de derechos de agua de riego	n/d				
Negociar compras de agua	n/d				
Desarrollar transferencias de agua con otras entidades	n/d				
Aumentar la eficiencia en el uso del agua					
Cambiar el patron de almacenamiento y extracciones para optimizar eficiencia	n/d				
Modificar extracciones en los embalses durante tiempos críticos para mantener niveles adecuados para recreación	n/d	Impactos mínimos - no tomar acciones	Extracciones mayores entre las 12 y 15 hrs durante julio y agosto	Extracciones mayores entre las 12 y 15 horas durante julio y agosto	Oferta de agua demasiado estresada como para tomar acciones
Minimizar los impactos en la calidad del agua ajustando las extracciones de los embalses para mantenerlos al 50% de su capacidad	n/d	Impactos mínimos a la calidad del agua - no se requieren ajustes a las operaciones	Realizar ajustes según se requiera	Realizar ajustes según se requiera	Oferta de agua demasiado estresada como para tomar acciones
Estrategias del lado de la demanda					
Organismo Operador de Agua					
Implementar un sobreprecio en las tarifas	n/d	No implementar sobreprecio en las tarifas	No implementar sobreprecio en las tarifas	Implementar sobreprecio a las trafidas de agua para soportar las restricciones al uso del agua y alcanzar la respuesta meta	Implementar sobreprecio a las trafidas de agua para soportar las restricciones al uso del agua y alcanzar la respuesta meta
Eliminar/reducir el riego de parques	n/d	Seguir prácticas estándar consistentes en practicar auditorías y el uso eficiente del agua	Seguir prácticas estándar consistentes en practicar auditorías y el uso eficiente del agua	Eliminar el riego de parques públicos. Mantener el riego en campos deportivos, regar árboles y setos vegetales	Eliminar el riego el parques públicos, regar solo árboles
Limitar el lavado de vehículos oficiales	n/d	Sin restricción	Limitar el lavado de autos oficiales a cada dos semanas	Prohibir el lavado de autos oficiales	Prohibir el lavado de autos oficiales
Elimirar el uso de hidrantes públicos excepto para fines de seguridad pública	n/d	Sin restricción	Sin restricción	Se restringe el uso de hidrantes públicos con excepción de aquellos esenciales para la seguridad pública	Se restringe el uso de hidrantes públicos con excepción de aquellos esenciales para la seguridad pública
Eliminar el uso de fuentes ornamentales en edificios y parques públicos	n/d	Sin restricción	Salen fuera de servicio las fuentes ornamentales y bebederos en parques públicos	Salen fuera de servicio las fuentes ornamentales y bebederos en parques públicos y edificios	Salen fuera de servicio las fuentes ornamentales y bebederos en parques públicos y edificios
Uso residencial					
Aplicar restricciones al riego de parques públicos	n/d	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias (ver hoja de trabajo G)	Restricciones obligatorias (ver hoja de trabajo G)	Prohibido el riego de jardines
Prohibir el riego de jardines en los meses de estiaje	n/d	Restricciones voluntarias	Voluntario	Obligatorio	Prohibido todo el riego en áreas exteriores
Aplicar restricciones al uso de agua en las casas habitación	n/d	n/d	n/d	n/d	Fijar como meta el consumo máximo de 160 l/h/día y aplicar multas a quien exceda ese límite
Aplicar restricciones al uso de enfriadores a base de agua	n/d	Promover reducciones voluntarias del usos de enfriadores y aire acondicionado y ajustar temperaturas	Promover reducciones voluntarias del usos de enfriadores y aire acondicionado y ajustar temperaturas	Promover reducciones voluntarias del usos de enfriadores y aire acondicionado y ajustar temperaturas	Promover reducciones voluntarias del usos de enfriadores y aire acondicionado y ajustar temperaturas
Prohibir el lavado de calles y banquetas	n/d	Restricciones voluntarias	Prohibido el lavado de áreas impermeables	Prohibido el lavado de áreas impermeables	Prohibido el lavado de áreas impermeables
Uso comercial					
Prohibir/eliminar el uso de agua para la construcción	n/d	Aplicar restricciones de agua en la construcción donde sea factible	Aplicar restricciones de agua en la construcción donde sea factible	Aplicar restricciones de agua en la construcción donde sea factible	Aplicar restricciones de agua en la construcción bajo una base de negociación
Prohibir el llenado de albercas	n/d	Promover las mejores prácticas de manejo de albercas (uso de cubiertas térmicas, reúso del agua y reparación de fugas)	Promover las mejores prácticas de manejo de albercas (uso de cubiertas térmicas, reúso del agua, y reparación de fugas)	Se prohibe el llenado de albercas privadas. Promover las mejores prácticas de manejo de albercas (uso de cubiertas térmicas, reúso del agua, y reparación de fugas)	Se prohibe el llenado de albercas privadas
Aplicar restricciones en el uso de agua en los lavados de autos	n/d	Reducción voluntaria en el uso de agua en un 10%. Promover el uso de las mejores prácticas	Reducción voluntaria en el uso de agua en un 10%. Promover el uso de las mejores prácticas	Implementar las mejores prácticas y limitar el consumo de agua a 160 l por vehículo.	Se prohibe el el lavado comercial de automóviles
Promover la reducción de la frecuencia del lavado de ropa de cama en hoteles	n/d	Hacer uso de señales que promuevan la conservación (reducir el uso de toallas)	Hacer uso de señales que promuevan la conservación (reducir el uso de toallas)	Hacer uso de señales que promuevan la conservación (reducir el uso de toallas)	Hacer uso de señales que promuevan la conservación (reducir el uso de toallas)
Uso industrial					
n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Actividades dentro de la campaña de educación al público					
n/d	n/d	Ver la sección de la campaña de educación al público de la Guía			

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA — PRONACOSE PROGRAMA NACIONAL CONTRA LA SEQUÍA

HOJA DE TRABAJO H - RESUMEN DEL PROGRAMA DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE LA SEQUÍA

Estrategias de respuesta por el lado de la Oferta [1]						
	Etapas de la sequía [2] [3]					
Etapa de la sequía	**Mitigación Pre-sequía**	**Monitoreo**	**Alerta y Prevención**	**Crítica**	**Emergencia**	**n/a**
Detonador	n/a	Presas a menos del 90% de su capacidad	Presas a menos del 80% de su capacidad	Presas a menos del 65% de su capacidad	Presas a menos del 50% de su capacidad	n/a
Meta de Respuesta	n/a	Ahorros del 10%	Ahorros del 25%	Ahorros del 40%	Ahorros del 50%	n/a
Aumento del agua abastecida						
n/a		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Administración de los derechos del agua y la coordinación con otras instituciones						
-Pagar a concesionarios de aguas nacionales por no usar o reclamar agua del río - Pagar a usuarios aguas arriba para permitir mayores extracciones de agua -Comprar agua de otras instituciones o entidades (p. ej. ciudades vecinas, proyectos federales, tierras de riego) -Negociar intercambios -Rentar derechos de riego de campesinos -Negociar compras o subastas de agua -Desarrollar transferencias de agua de otras entidades - Intercambiar abastecimientos de agua con otras entidades para incrementar rendimientos	n/a	Estas alternativas serán analizadas al comenzar una sequía y pueden ser implementadas en cualquiera de las cuatro etapas de sequía dependiendo de los términos del acuerdo (s)				n/a
Aumentar la eficiencia en el uso del agua						
Cambiar el patrón de almacenamientos de agua y sus reglas o políticas de operación para optimizar la eficiencia	n/a					
Modificar las descargas de agua de las presas para mantener escurrimientos durante los tiempos críticos del día en la temporada turística.	n/a	No hay acciones si los impactos son mínimos al flujo en el río	Las mayores descargas de la presa deben ser de 12:00 a 3:00 durante julio-agosto	Las mayores descargas de la presa deben ser de 1:00 a 3:00 durante julio-agosto	Las fuentes de abastecimiento de agua están muy presionadas como para tomar vacaciones o medidas	n/a
Minimice la contaminación de aguas mediante el ajuste a las descargas de una presa determinada (Castle Reservoir) al 50% de su capacidad	n/a	Impactos mínimos en la calidad del agua. No son necesarios ajustes en la operación	Ajustar las descargas o tomas de las presas en consecuencia	Ajustar las descargas o tomas de las presas en consecuencia	Las fuentes de abastecimiento de agua están muy presionadas como para tomar vacaciones o medidas	n/a
Estrategias de respuesta por el lado de la demanda [1]						
Organismo Operador de APyA/Municipio						
Aplicar mayores tarifas durante la sequía	n/a	No aumento de tarifas	No aumento de tarifas	Se aplicarán mayores tarifas para apoyar las restricciones de uso de agua y alcanzar el resultado deseado.	Se aplicarán mayores tarifas para apoyar las restricciones de uso de agua y alcanzar el resultado deseado.	n/a
Eliminar o reducir el riego de jardines y parques del OOAPyA o del municipio	n/a	Seguir la práctica estándar de auditorías y uso eficiente de aguas	Seguir la práctica estándar de auditorías y uso eficiente de aguas	Eliminar el riego de pastos en parques y paisajes. Conservar el riego en campos deportivos, árboles y arbustos.	Eliminar todo el riego de pastos y sólo regar árboles.	n/a
Prohibir el riego durante el verano, otoño y el inicio de la primavera	n/a	Sin restricción	Eliminar el riego de pastos durante verano, otoño e inicio de la primavera	Eliminar todo riego a excepción de árboles durante verano, otoño e inicio de la primavera	Eliminar todo riego durante verano, otoño e inicio de la primavera	n/a
Reducir o eliminar el lavado de las flotillas de vehículos de uso público	n/a	Sin restricción	Limitar el lavado de vehículos públicos de campo a dos veces por semana y una vez al mes todos los otros vehículos.	Prohibir el lavado de todos los vehículos públicos	Prohibir el lavado de todos los vehículos públicos	n/a
Limitar el lavado y purgado de hidrantes	n/a	Sin restricción	Reducir la limpieza y purgado de hidrantes una vez cada 3 meses	Reducir la limpieza y purgado de hidrantes una vez cada 3 meses	Reducir la limpieza y purgado de hidrantes una vez cada 6 meses	n/a
Limite el uso de agua en entrenamientos de incendios	n/a	Sin restricción	Sin restricción	Se prohíbe uso de agua en entrenamientos de incendios	Se prohíbe uso de agua en entrenamientos de incendios	n/a

HOJA DE TRABAJO H - RESUMEN DEL PROGRAMA DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE LA SEQUÍA

Elimine todos los usos de hidrantes para incendio excepto los requeridos por la seguridad pública	n/a	Sin restricción	Sin restricción	El uso de hidrantes para incendios está restringido a sólo los usos de seguridad pública	El uso de hidrantes para incendios está restringido a sólo los usos de seguridad pública	n/a
Desconecte las fuentes ornamentales en edificios y parques	n/a	Sin restricción	Fuentes ornamentales y para beber se desconectan en parques	El uso de fuentes ornamentales y para beber se prohíbe en parques y edificios	El uso de fuentes ornamentales y para beber se prohíbe en parques y edificios	n/a
Realizar auditorías de agua en el interior de instalaciones	n/a	En todos los edificios públicos	Hacer auditorías de agua al interior de todos los edificios públicos	Hacer auditorías de agua al interior de todos los edificios públicos	Auditorías obligatorias en todos los negocios con más de 5 empleados y para todos los edificios públicos. Ofrecer auditorías gratis a todos los otros usuarios	n/a
Uso residencial						
Aplicar restricciones de riego en jardines	n/a	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Riego de jardines está prohibido	n/a
Limitar el número de días a la semana de riego permitido	n/a	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Riego de jardines está prohibido	n/a
Prohibir el riego de céspedes durante el verano, otoño e inicio de primavera	n/a	n/a	Voluntario	Obligatorio	n/a - todo riego en exteriores se prohíbe	n/a
Limite el riego a regaderas de mano o dispositivo no aspersor	n/a	n/a	n/a	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Se prohíbe el riego de jardines	n/a
Limitar o prohibir la siembra de nuevos arbustos, semillas y/o otras plantas en jardines y parques	n/a	Sin restricciones	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias.	Restricciones obligatorias a excepción de una pequeña cantidad para asegurar la sobrevivencia de árboles	n/a
Restricciones obligatorias al riego de superficies "inmunes"	n/a	Restricciones voluntarias	El lavado de superficies inertes está restringido	El lavado de superficies inertes está restringido	El lavado de superficies inertes está restringido	n/a
Prohibir o limitar el lavado de vehículos	n/a	Restringido con la condición de no usar aspersores de nariz (incluye agencias de coches)	Restringido con la condición de no usar aspersores de nariz (incluye agencias de coches)	Prohibido (incluyendo las agencias de autos)	Prohibido (incluyendo las agencias de autos)	n/a
Limitar o prohibir fuentes sin sistema de recirculación de aguas	n/a	Sin restricciones	Fuentes sin sistemas de recirculación de agua están prohibidas	Todas las fuentes prohibidas	Todas las fuentes prohibidas	n/a
Limitar o prohibir el llenado y uso de albercas y de tinas -jacuzzies-	n/a	Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Llenado de albercas privadas se prohíbe. Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Llenado de albercas privadas y comerciales está prohibido	n/a
Aplicar restricciones obligatorias al uso del agua al interior de domicilios	n/a	n/a	n/a	n/a	Límite de uso de agua a 150 lpd. Se pueden establecer multas a quien rebase ese límite	n/a
Promueva y obligue la reducción de aires acondicionados enfriados por agua incluyendo enfriadores sumergidos y humidificadores.	n/a	Promueva la reducción voluntaria de aires acondicionados y ajuste las temperaturas. Promueva el uso de humidificadores y enfriadores sumergidos en habitaciones individuales en vez de casas habitación enteras	Promueva la reducción voluntaria de aires acondicionados y ajuste las temperaturas. Promueva el uso de humidificadores y enfriadores sumergidos en habitaciones individuales en vez de casas habitación enteras	Promueva la reducción voluntaria de aires acondicionados y ajuste las temperaturas. Promueva el uso de humidificadores y enfriadores sumergidos en habitaciones individuales en vez de casas habitación enteras	Promueva la reducción voluntaria de aires acondicionados y ajuste las temperaturas. Promueva el uso de humidificadores y enfriadores sumergidos en habitaciones individuales en vez de casas habitación enteras	n/a
Uso comercial						
Prohibir o limitar el uso del agua en la construcción	n/a	Buscar reducir el uso de agua en la construcción	Buscar reducir el uso de agua en la construcción	Buscar reducir el uso de agua en la construcción	Negociar las bases para prohibir el uso de agua en la construcción	n/a

HOJA DE TRABAJO H - RESUMEN DEL PROGRAMA DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA Y DE RESPUESTA A LAS ETAPAS DE LA SEQUÍA

Implantar guías de política y restricciones en la instalación de nuevos arreglos y otros diseños de parques y paisaje	n/a	Sin restricciones	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias	Restricciones obligatorias	n/a
Establecer restricciones al riego de áreas verdes exteriores	n/a	Restricciones voluntarias	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	Restricciones obligatorias. Ver hoja de trabajo G	n/a
Promover y solicitar auditorías del agua fuera y dentro de los establecimientos donde sea aplicable	n/a	Ofrecer auditorias voluntarias de agua gratis en exteriores	Ofrecer auditorias voluntarias de agua gratis en exteriores	Requerir auditorias de agua en exteriores. Ofrecer el servicio gratuito	n/a - El riego está prohibido	n/a
Desconectar fuentes ornamentales interiores y exteriores	n/a	Sin restricciones	Se prohíben fuentes sin recirculación de agua	Se prohíben todas las fuentes	Se prohíben todas las fuentes	n/a
Limitar o prohibir el llenado y uso de albercas y de tinas -jacuzzies-	n/a	Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Se prohíbe el llenado de albercas privadas. Promover mejores prácticas (cubiertas de albercas, reúso del agua al final de la temporada para riego de jardines y reparación de fugas)	Llenado de albercas privadas y comerciales está prohibido	n/a
Implantar restricciones de uso de agua en los lavados comerciales de autos	n/a	Reducciones voluntarias en el uso anual de agua del 10%. Alentar mejores prácticas de manejo de agua.	Reducciones voluntarias en el uso anual de agua del 10%. Alentar mejores prácticas de manejo de agua	Obligar mejores prácticas de manejo del agua y limitar el uso del agua a 150 l por vehículo	Prohibir el lavado comercial de autos	n/a
Promover y aplicar el no servir agua en restaurantes a menos que sea solicitada	n/a	Reducciones voluntarias de uso de agua. No servir agua a menos que lo pidan comensales	Promover el uso de menos platos en el servicio y no servir agua a menos que lo pidan comensales	Obligar el uso de menos platos en el servicio y no servir agua a menos que lo pidan comensales	Obligar el uso de menos platos en el servicio y no servir agua a menos que lo pidan comensales	n/a
Promover y obligar la reducción en la frecuencia del lavado de sábanas y toallas en hoteles	n/a	Aliente el uso de letreros que promuevan la conservación de agua (duchas cortas, lavado de sábanas una vez por semana por huésped, reducir el uso de toallas)	Aliente el uso de letreros que promuevan la conservación de agua (duchas cortas, lavado de sábanas una vez por semana por huésped, reducir el uso de toallas)	Aliente el uso de letreros que promuevan la conservación de agua (duchas cortas, lavado de sábanas una vez por semana por huésped, reducir el uso de toallas)	Aliente el uso de letreros que promuevan la conservación de agua (duchas cortas, lavado de sábanas una vez por semana por huésped, reducir el uso de toallas)	n/a
Uso industrial						
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Actividades dentro de la campaña de educación del público ***[4], [5]***						
No se utiliza en el ejemplo	n/a	Ver la Sección 4.4.				n/a
Actividades obligatorias ***[6]***						
No se utiliza en el ejemplo	n/a	No se usa en este plan				n/a

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

HOJA DE TRABAJO I - PLAN DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN

Mitigación	Actividades de implementación	Fechas límite	Administración	Financiamiento
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Plan de mitigación de la sequía	Completar el proceso de consulta	junio, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Completar el plan	junio, 2012		n/a
	Relación de sequías ordinarias pasadas	agosto, 2011		n/a
Desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento	Plan maestro de tratamiento de aguas residuales	diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Estudios de factibilidad de nuevas fuentes de abastecimiento	junio, 2012		n/a
	Diseño de las instalaciones necesarias	marzo,2012		n/a
	Construcción de las instalaciones necesarias	marzo a septiembre 2013		n/a
Actuales actividades de manteniento y operación para eficientar la distribución de agua				
Auditorias de la red de distribución de agua	Realización anual (auditoria de 1/4 del sistema por año)	Realización en primavera	Dirección de servicios públicos	n/a
Reparación de fugas	Realización en función a las necesidades	n/a	Dirección de servicios públicos	n/a
Monitoreo y corrección de metros cúbicos desperdiciados	Realización anual (revisión de 1/4 de m3 por año)	n/a	Dirección de servicios públicos	n/a
Operación de presas para evitar derrames	Gestión continua del sistema de suministro de agua	n/a	Dirección de servicios públicos	n/a
Nuevas actividades de manteniento y operación para eficientar la distribución de agua				
Cambios de operación para incorporar nuevas fuentes de abastecimiento	Estudio operacional completo del plan maestro de tratamiento de aguas residuales	diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Realización de los ajustes en línea de la operación de las nuevas fuentes de abastecimiento	septiembre, 2013	Dirección de servicios públicos	n/a

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

HOJA DE TRABAJO I - PLAN DE ACCIONES PARA LA MITIGACIÓN

Mitigación	Actividades de implementación	Fechas límite	Administración	Financiamiento
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Modificación de plantas de tratamiento de agua residual para reuso de agua	Completar el plan maestro de tratamiento de aguas residuales	diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Asignar fondos y contratar al contratista	diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
	Completar la construcción	diciembre, 2011	Dirección de servicios públicos	n/a
Medidas específicas de conservación del plan de conservación				
Programas específicos de conservación en la Tabla 1	Implementación vía del plan de conservación	Específicado en el plan de conservación	Grupo de conservación de la dirección de servicios públicos	n/a
Prácticas standarizadas del departamento de servicios públicos y usuarios				
Auditorias de riego en parques y áreas verdes	Contratación del auditor en cada abril	Las auditorias iniciarán cada mayo y durarán varias semanas	Dirección de parques y jardines públicos	n/a
Educación sobre el cuidado del agua	Reuniones celebradas dos veces al año	n/a	Grupo de conservación de la dirección de servicios públicos	n/a
Reemplazo de aspersores y rociadores por sistemas de ahorro de agua	n/a	n/a	Dirección de parques y jardines públicos	n/a
Instalación de equipos ahorradores en edificios públicos	Reemplazo de inodoros, lava platos y regaderas ahorradoras, migitorios sin agua	Proyecto de sustitución de sanitarios eficientes al 100% en 2012. Accesorios ahorradores restantes completado en 2014	Dirección de obras públicas	n/a

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA
Cuenca del río Mayo

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA PRONACOSE PROGRAMA NACIONAL CONTRA LA SEQUÍA UNIVERSIDAD DE SONORA 1942

HOJA DE TRABAJO J - DEMANDA PROYECTADA Y PRIORIDAD EN LA ASIGNACIÓN

Demandas proyectadas por la sequía y su asignación							
MES	Demandas normales [4]	Demandas totales [1]	Prioridad de demandas [2],[3]			Total prioridades	Por ciento respecto al total
			Agua potable	Industrias	Riego		
Enero	150	90	50	10	30	90	3%
Febrero	150	90	50	15	25	90	3%
Marzo	200	120	70	10	40	120	4%
Abril	400	200	120	20	60	200	7%
Mayo	600	400	244	12	144	400	15%
Junio	850	700	410	10	280	700	26%
Julio	400	300	135		165	300	11%
Agosto	350	270	145		125	270	10%
Septiembre	400	270	140		130	270	10%
Octubre	200	120	68	10	42	120	4%
Noviembre	150	85	50	10	25	85	3%
Diciembre	120	85	50	10	25	85	3%
Total anual	***3,970***	***2,730***	***1,532***	***107***	***1,091***	***2,730***	**100%**

Demanda por periodo	**Total**				
Lluvia (jun.-oct.)	1,660.00	54%	1%	45%	100%
Estiaje (nov.-may.)	1,070.00	59%	8%	33%	100%