

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**



**DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

**Proyecto Estratégico: Construcción de Pequeñas Obras  
Hidráulicas 2009**

**Por:**

**JUAN SANTIAGO DE JESÚS**

**Experiencia Profesional**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril de 2011.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**Proyecto Estratégico: Construcción de Pequeñas Obras  
Hidráulicas 2009**

Experiencia Profesional Realizada por:

**JUAN SANTIAGO DE JESÚS**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como  
requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**APROBADA**

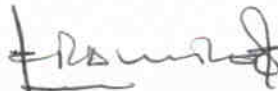
  
**Dra. Manuela Bolívar Duarte**

Asesor principal



**MC. Luis Samaniego Moreno**

Asesor



**MC. Luis E. Ramírez Ramos**

Asesor



**MC. Luis Rodríguez Gutiérrez**

Coordinador de la División de Ingeniería

# ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. ASPECTOS GENERALES DEL TERRITORIO MEXICANO.....</b>	<b>3</b>
2.1. Localización Geográfica y Extensión Territorial.....	3
2.2. Fisiografía.....	4
2.3. Clima.....	6
2.4. Suelos.....	11
2.4.1. Vegetación y Uso Potencial del Suelo.....	11
2.4.2. Vegetación y Uso Actual del Suelo.....	13
<b>III. SITUACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO.....</b>	<b>17</b>
3.1. El Agua en el Planeta.....	17
3.2. El Agua en México.....	18
3.2.1. Grado de Presión sobre el Recurso Agua.....	21
3.2.2. Usos del Agua.....	23
3.2.3. Manejo Integrado y Sustentable del Agua.....	24
3.3. Infraestructura Hidráulica de México.....	26
<b>IV. PROYECTO ESTRATÉGICO: CONSTRUCCIÓN DE PEQUEÑAS OBRAS HIDRÁULICAS (POH) 2009.....</b>	<b>28</b>
4.1 Marco legal.....	28
4.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012.....	28
4.1.2. Reglas de la SAGARPA.....	29
4.1.3. Marco Institucional.....	31
4.2. Ámbito de Atención y Objetivos del Proyecto Estrategico: Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas (POH) 2009.....	32
4.3. Aprovechamiento Sustentable del Agua.....	33
4.4. Protección de la Obra principal de Almacenamiento de Agua.....	33
<b>V. EJECUCIÓN DEL PROYECTO ESTRATÉGICO: CONSTRUCCIÓN DE PEQUEÑAS OBRAS HIDRÁULICAS (POH) 2009.....</b>	<b>35</b>
5.1. Resultados Financieros del POH.....	37
5.2. Resultados Físicos.....	38
5.3. Impactos de los Resultados Obtenidos.....	40
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>48</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 2.1. Provincias fisiográficas y estados que la comprenden.....	5
Cuadro 2.2. Superficies de la República Mexicana con el clima anual actual .....	8
Cuadro 2.3. Superficies de la República Mexicana con el Modelo Canadiense.....	9
Cuadro 3.1. Grado de presión sobre el agua en México.....	22
Cuadro 3.2. Clasificación de obras hidráulicas .....	26
Cuadro 4.1. Obras principales sujetas de apoyo.....	33
Cuadro 4.2. Obras complementarias sujetas de apoyo.....	33
Cuadro 4.3. Suministro, colocación y/o construcción de acabados en las obras principales apoyadas.....	34
Cuadro 5.1. Inversión autorizada por estado.....	36
Cuadro 5.2. Inversión ejercida por estado y reintegros.....	37
Cuadro 5.3. Resumen general de metas alcanzadas con el POH 2009.....	38
Cuadro 5.4. Resumen general de obras/acciones apoyadas con el POH 2009.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pagina</b>
Figura 2.1. Localización geográfica de la República Mexicana.....	3
Figura 2.2. Provincias fisiográficas de México.....	5
Figura 2.3. Clima anual actual de la República Mexicana.....	7
Figura 2.4. Clima de la República Mexicana con el Modelo Canadiense....	8
Figura 2.5. Grupos de Climas en México.....	10
Figura 2.6. Cobertura potencial de los principales tipos de vegetación en México.....	12
Figura 2.7. Vegetación y uso del suelo en México.....	14
Figura 3.1. Precipitación acumulada del 01 de Enero al 31 de Diciembre de 2004 en México.....	19
Figura 3.2. Regiones hidrológicas administrativas del agua en México.....	21
Figura 3.3. Principales usos del agua en México.....	23
Figura 5.1. Universo de atención del POH 2009.....	35
Figura 5.2. Pequeña presa de mampostería.....	40
Figura 5.3. Disponibilidad de agua para consumo humano.....	41
Figura 5.4. Bordo de abrevadero.....	41
Figura 5.5. Generación de jornales durante la ejecución de las obras.....	42
Figura 5.6. Presa filtrante de geocostales.....	42
Figura 5.7. Olla de agua recubierta con geomembrana.....	43

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por ser el dueño y motor de esta humilde vida, por enseñarme que más allá de esa cima tan alta, existe un nuevo reto cada día.*

*A mi **Alma Terra Mater** por abrirme las puertas al campo de la agronomía y darme todas las lecciones necesarias para ejercer esta humilde profesión y para la vida.*

*A la **Dra. Manuela Bolívar Duarte**, por su asesoría, dedicación, esfuerzo para la terminación de este trabajo y por todo su apoyo brindado durante el paso por la Universidad.*

*Al **M.C. Luis Samaniego Moreno** por brindarme su tiempo, por las revisiones y sugerencias realizadas a este documento y por todas sus enseñanzas de agronomía.*

*Al **MC. Luis E. Ramírez Ramos**, por su tiempo y dedicación, por las sugerencias hechas a este trabajo, por sus enseñanzas y experiencias compartidas.*

*Al **Biol. Felipe Villalobos Rodríguez**, por todos sus consejos y apoyo incondicional para la realización de este trabajo.*

*A todos mis **Maestros**, por su amistad y por compartir sus conocimientos para el desarrollo y formación profesional.*

### **A mis compañeros de Generación:**

*Juan Pablo Flores Escobar, Enrique Cervantes Ordóñez, Lázaro Núñez Ramos, Ofelia González Morales, Melquicedec Olea Valencia, Yonhy Rivera Zavaleta, Cornelio Luna Raso, Román Naranjo Trejo, Jacobo Alejandro López Hernández, Melquiades Linares Medina, Gregorio González Perea, Jorge Aimir Ríos Estudillo, Mario Roque Cruz, Ricardo Navarro Ramírez, Cesar Honorio Zapata Rosales, Avelino Peña Monroy.*

*Por todos los momentos compartidos en la carrera.*

### **A mis AMIGOS:**

*MC. Juan José Jaramillo Villanueva  
Ing. Juan Andrés Jiménez  
Ing. Bonifacio Andrés Jiménez  
Lic. Francisco Castro Dávila  
Ing. Ofelia González Morales  
Ing. Lázaro Núñez Ramos  
Ing. Rosendo García Vásquez*

*Por su valioso apoyo y sincera amistad.*

*A la **Comisión Nacional de las Zonas Áridas** y a mis **compañeros de trabajo**, Ing. Ricardo Ortiz Basio, MVZ. Américo de la Garza Castellanos, Ing. Luis Eusebio Yáñez Rodríguez, Ing. Felipe de Jesús Guillermo Arriaga, Alberto Macías Martínez, Ivonne Ávila Rodríguez, Biol. Felipe Villalobos Rodríguez, Ing. Juan Francisco González de Jesús, Ing. Héctor Jesús Santos Bolón, C.P. Cuauhtémoc Enríquez Rodríguez, Ing. David Martínez Medina, Ing. Jesús Villanueva Villa, por compartir conmigo sus conocimientos y enseñanzas de las zonas áridas, por todo su apoyo brindado.*

## DEDICATORIAS

A **mis Padres**, María Josefa Licona Juárez (q.e.p.d.) e Ignacio Santiago Gómez, por ser el medio de llegada a este mundo tan complejo como la vida misma, pero a la vez tan dulce como el amor. Por ser parte de este sueño, hecho realidad.

A mi padre, por forjarme en un ambiente de arduo trabajo, enseñándome que al final de la jornada, aún queda trabajo por hacer, dándome la fuerza necesaria para ir en contra del viento y de la marea, inculcando en mí sabiduría de lo alto y mostrarme siempre la honestidad y a caminar siempre con la frente en alto, aún después de la derrota.

A mi madre, por darme el aliento de cada día, porque eres quien cuidó de mis enfermedades, velando cada noche para que las heridas sanaran pronto y por todas tus plegarias al Dios Altísimo para aliviar el dolor y enseñarme a luchar cada día, con tu humildad, amistad y nobleza, porque eres mi motivo de estar aquí.

### **A mis queridos hermanos:**

José Santiago de Jesús

Juana Santiago de Jesús

María Asunción Santiago de Jesús

Ignacio Santiago de Jesús

*Por ser parte de este proyecto y estar conmigo en esos instantes de felicidad y tristeza, por haber compartido tantos momentos que hasta los días más amargos sabían tan dulces, Gracias por todo su apoyo.*

A **María de Jesús Rodríguez Canizales**, por ser parte de mi vida, por estar conmigo en los momentos tristes y alegres, por todo tu apoyo incondicional para la terminación de este trabajo.

## RESUMEN

Con el firme propósito de contrarrestar y frenar el deterioro de los ecosistemas, a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad, el Gobierno Federal ha realizado esfuerzos en distintas épocas y con esto, asegurar una mejor calidad de vida para las futuras generaciones. Como parte de las tareas del Gobierno actual, es imprescindible dar informes con objetividad y de manera responsable hacia la población en general sobre el uso y aplicación de los recursos, que todos los contribuyentes aportan a la nación con el pago de sus impuestos.

Durante cuatro años, se ha prestado servicios profesionales a la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA) cuyo ámbito de atención es para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas que ocupan alrededor de 61 por ciento del País (CONAZA – UACH, 2003), en el cual se ha apoyado en las labores de operación y seguimiento a nivel nacional en el “Programa Integral de Agricultura Sostenible y de Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente” (PIASRE) del 2005 – 2007 y del “Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria” en su componente de “Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua” (COUSSA 2008 – 2010) y del Proyecto Estratégico: “Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas” (POH) 2009, de acuerdo a la autorización de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Los programas institucionales gubernamentales para atender la carencia de agua en las zonas rurales no ha podido cubrir la demanda de este, pero con la ejecución del POH 2009, mediante la construcción de obras para la conservación y uso sustentable del suelo y la creación de infraestructura para el almacenamiento de agua para su uso posterior por parte de los habitantes de las zonas áridas y semiáridas del País, es posible coadyuvar de manera directa o indirecta en la alimentación de las familias más necesitadas; además, este tipo de obras llegan a ser la base para el establecimiento de nuevos proyectos como pueden ser huertos familiares, acuacultura, riegos de auxilio para cultivos básicos, reforestaciones, entre otros.

Palabras Clave: Obras hidráulicas, uso sustentable de suelo y agua.



## I. INTRODUCCIÓN

La Tierra es el tercer planeta del Sistema Solar y el cuarto de ellos de menor a mayor. Está situada a unos 150 millones de kilómetros del Sol. Es el único planeta en el que hasta ahora se conoce la existencia de vida (<http://es.wikipedia.org/wiki/Tierra>).

Muchos seres humanos han minimizado a la tierra como unidad habitacional, como unidad vital y como parte garante de su permanencia como especie. Se le destruye a cambio de disponer un vehículo, de enseres domésticos, de confort señorial y personal utilizando sus recursos naturales sin racionalidad alguna alterando al medio ambiente del cual vive. Hoy se abusa de un vehículo al recorrer 100 mph o a más alta velocidad y exceso de ruido; se abusa de aerosoles para ocultar el olor corporal varias veces al día; se abusa de los detergentes que paran en los ríos, lagunas y el mar. Demanda cada vez mayor cantidad de alimentos que obtiene forzando la capacidad natural productiva, auxiliándose de métodos químicos y físicos, que terminan por esterilizar la tierra, alterando las propiedades del agua y modificando la composición física de la atmósfera (Barrales, 2008).

Valencia (2005) menciona que la conservación se ha convertido en un tema de importancia mundial, al cual tanto los gobiernos de países industrializados como aquéllos que aún no se ubican en esta categoría, así como la sociedad en general, le han puesto gran atención. El porqué se ha convertido en una urgente actividad humana se debe a la necesidad explícita de conservar los ecosistemas naturales que aún permanecen en el planeta.

El mismo autor señala que los impactos negativos del modelo industrial sobre los recursos naturales del planeta y en general sobre la estructura y función de los ecosistemas naturales, generan cada día un incremento en el deterioro de la calidad de vida de la población. La deforestación de bosques y selvas y la desertificación de zonas áridas y semiáridas constituyen los problemas nacionales de mayor escala.

Hoy en día es ampliamente reconocido que se requieren acciones urgentes para frenar la degradación continua de los suelos y la pérdida de nuestros ecosistemas con las que cuenta el territorio mexicano, de la disminución en la disponibilidad del agua, vital para las necesidades básicas del hombre y el desarrollo rural.

Cossío (2006) menciona que el desarrollo rural es un proceso complejo que está referido a múltiples variables, sectores y procesos; no se limita a la producción agropecuaria ni a la dimensión económica y de acuerdo con el mismo autor la condición básica para un abordaje exitoso del desarrollo rural con perspectiva territorial, es la capacidad de concertación de los actores y su comprensión acerca de la integralidad del desarrollo rural.

La información que contenida en el presente trabajo, pretende en primera instancia dar a conocer las obras para la conservación y uso sustentable de los recursos suelo y agua, además de compartir las experiencias y resultados - impactos obtenidos de la ejecución del Proyecto Estratégico “Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas” 2009.

## II. ASPECTOS GENERALES DEL TERRITORIO MEXICANO

### 2.1. Localización Geográfica y Extensión Territorial

La Republica Mexicana se localiza en el Continente Americano, las coordenadas extremas que enmarcan el territorio mexicano, se muestran en la Figura 2.1 (INEGI a, 2008) y como se describen a continuación.

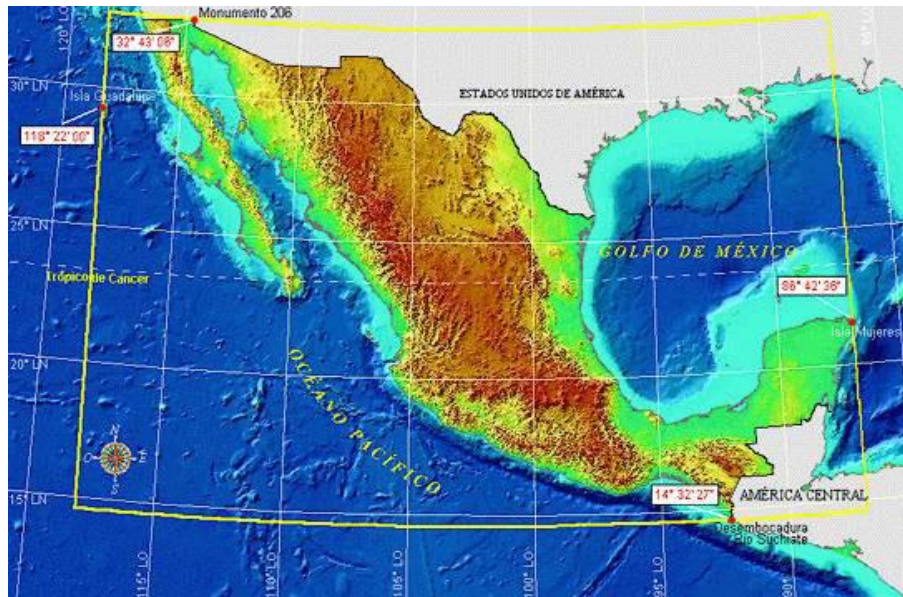


Figura 2.1. Localización geográfica de la Republica Mexicana ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).

#### **Norte:**

32° 43' 06" Latitud Norte, en el Monumento 206, en la frontera con los Estados Unidos de América.

#### **Sur:**

14° 32' 27" Latitud Sur, en la desembocadura del río Suchiate, frontera con Guatemala.

#### **Este:**

86° 42' 36" Longitud Este, en el extremo Sureste de la Isla Mujeres.

#### **Oeste:**

118° 22' 00" Longitud Oeste, en la Roca Elefante de la Isla de Guadalupe, en el Océano Pacífico.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática INEGI a (2008) la extensión territorial de México es de 1,964,375 Km<sup>2</sup> de los cuales 1,959,248 Km<sup>2</sup> son superficie continental y 5,127 Km<sup>2</sup> corresponden a superficie insular, políticamente se divide en 31 Estados y el Distrito Federal.

En el mismo documento se señala que la mayor longitud territorial de México es de 3,126 km de Noroeste a Sureste, partiendo del punto inicial en la costa del Pacífico, de la línea divisoria entre México y los Estados Unidos, hasta el rancho de Suchiate, cerca de la desembocadura del río del mismo nombre en el expresado océano.

Se menciona también que la mayor anchura de Este a Oeste, es de 1,226 km partiendo de la Boca del Río Bravo a la del Río Fuerte y la parte mas angosta es la del Istmo de Tehuantepec, donde sólo mide 216 km desde la barra de Coatzacoalcos a San Francisco del Mar.

## **2.2. Fisiografía**

Para INEGI a (2008) México tiene una diversidad de formas de relieve que lo convierte en uno de los países del mundo con mayores características y variedades topográficas. Éstas influyen en las condiciones climáticas, tipos de suelos y vegetación e incluso en las actividades económicas.

La misma Institución, menciona que con base en sus características geomorfológicas, el territorio mexicano se divide en 15 provincias fisiográficas; (como se muestra en el Cuadro 2.1 y Figura 2.2) cada una de ellas definidas como una región de paisajes y rocas semejantes en toda su extensión, en ellas hay variaciones que a veces determinan la existencia de dos o más subprovincias, así como de topoformas o discontinuidades que contrastan con la homogeneidad litológica y paisajística de la provincia; por ejemplo, la Sierra Volcánica del Pinacate, que interrumpe el paisaje propio de la Llanura Sonorense.

Cuadro 2.1. Provincias fisiográficas y estados que la comprenden (INEGI a, 2008).

Provincia	Estados que comprende
I Península de Baja California	Baja California y Baja California Sur
II Llanura Sonorense	Baja California y Sonora
III Sierra Madre Occidental	Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Durango, Zacatecas, Jalisco y Aguascalientes
IV Sierras y Llanuras del Norte	Chihuahua, Sonora, Coahuila de Zaragoza y Durango
V Sierra Madre Oriental	Coahuila de Zaragoza, Nuevo León, Chihuahua, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo, Puebla y Veracruz de Ignacio de la Llave
VI Grandes Llanuras de Norteamérica	Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Tamaulipas
VII Llanura Costera del Pacífico	Sonora, Sinaloa y Nayarit
VIII Llanura Costera del Golfo Norte	Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz de Ignacio de la Llave, Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí
IX Mesa del Centro	Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Querétaro y Guanajuato
X Eje Neovolcánico	Nayarit, Colima, Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán de Ocampo, México, Puebla, Veracruz de Ignacio de la Llave, Tlaxcala, Morelos, Distrito Federal, Guerrero y Oaxaca
XI Península de Yucatán	Yucatán, Quintana Roo y Campeche
XII Sierra Madre del Sur	Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán de Ocampo, Guerrero, Oaxaca, México, Morelos, Veracruz de Ignacio de la Llave y Puebla
XIII Llanura Costera del Golfo Sur	Veracruz de Ignacio de la Llave, Oaxaca, Tabasco, Chiapas y Campeche
XIV Sierras de Chiapas y Guatemala	Chiapas, Tabasco, Oaxaca y Veracruz de Ignacio de la Llave
XV Cordillera Centroamericana	Oaxaca, Chiapas y Veracruz de Ignacio de la Llave

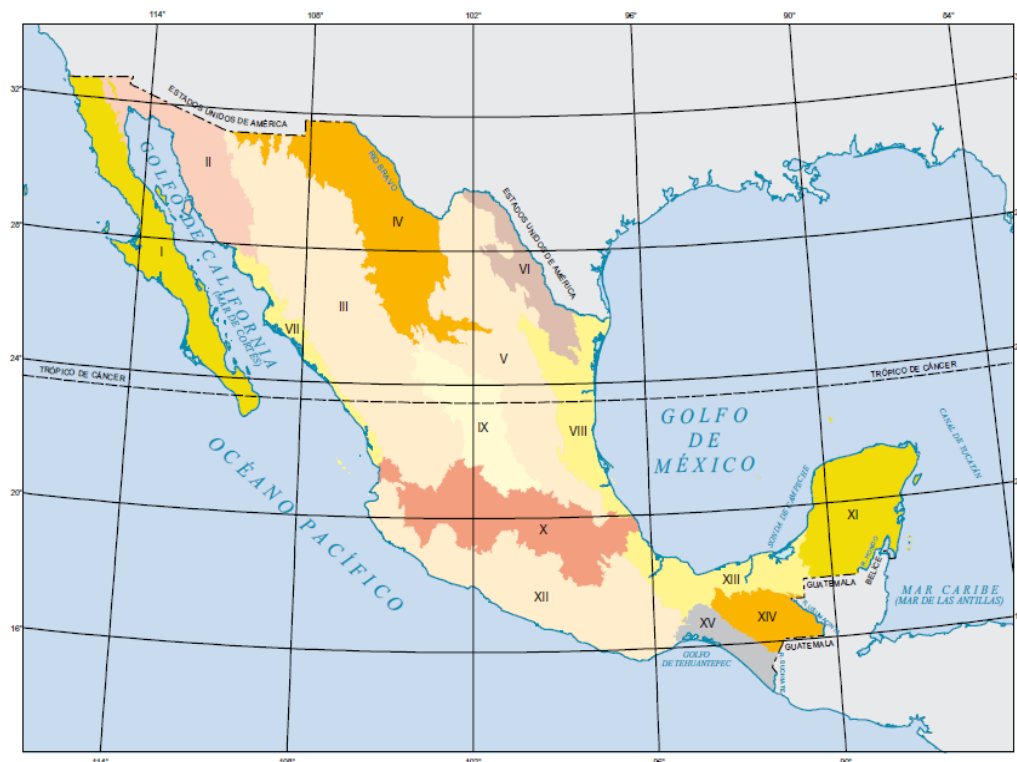


Figura 2.2. Provincias fisiográficas de México (INEGI a, 2008).

CONAZA – SEDESOL (1994) mencionan que más del 65 por ciento de la superficie del país está por encima de los 500 msnm y poco más del 50 por ciento se localiza en altitudes superiores a los 1,000 msnm.

Para SEMARNAT (2006) las condiciones fisiográficas y climáticas de México, así como su compleja historia geológica, han permitido el desarrollo de una gran variedad de tipos de suelo en el territorio.

### **2.3. Clima**

CONAZA - UACH (2003) y de acuerdo al criterio de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en países afectados por Sequía grave o Desertificación, utilizando la metodología Thornthwaite versión III modificada, mencionan que México cuenta con una superficie de 1,197,991.08 km<sup>2</sup>, con déficit de humedad muy severo, severo o moderado durante el año, que representa el 61.15 por ciento de la República Mexicana, distribuidos en áreas de todos los estados del País .

En el mismo documento se comenta que las zonas con déficit de humedad muy severos (color rojo) ocupan 233,766.70 km<sup>2</sup> que representan el 11.93 por ciento del territorio, estas áreas son las más agobiadas por los problemas de sequía y las más susceptibles de tener problemas de erosión eólica, ensalitramiento y sobre pastoreo, si son sometidas a manejos inadecuados de uso del suelo. Los estados que agrupan la mayor parte de esta superficie son: Sonora, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua y Coahuila, (Figura 2.3). Desde la perspectiva de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas, éstas son áreas cuyos habitantes rurales preferentemente deberán ser favorecidos con programas de desarrollo alternativos, que resalten la flora, fauna, paisaje o cualidad del lugar (o algún producto derivado). En este sentido se menciona a los de tipo artesanal y ecoturístico, tomando las reservas de ley para un manejo sustentable del entorno así como las reservas de la biósfera existentes en ellas.

También menciona que las zonas con déficit de humedad severos (colores amarillo y naranja) ocupan 659,156.56 km<sup>2</sup> que representan el 33.64 por ciento del país, estas áreas cuentan con períodos de humedad cortos, sujetas a

variaciones climáticas acentuadas que repercuten en un aprovechamiento principalmente pecuario y silvícola de especies no maderables. Los ecosistemas de estas áreas son muy frágiles, ya que si son degradados, su tiempo de recuperación es relativamente largo, por lo que el manejo de los agostaderos ubicados en estas áreas debe dar énfasis en evitar el sobrepastoreo y deterioro de la cubierta vegetal ajustándose a la biomasa disponible para el ganado, que año con año varia.

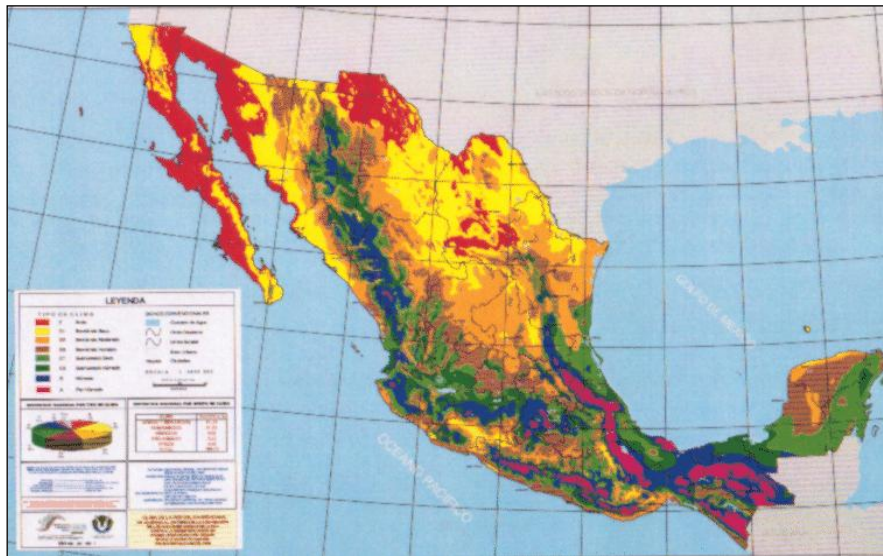


Figura 2.3. Clima anual actual de la República Mexicana (CONAZA – UACH, 2003).

Las zonas con déficit de humedad moderados (color café) ocupan 305,067.82 km<sup>2</sup> que representan el 15.57 por ciento de México (Cuadro 2.2), abarcan una gran cantidad de condiciones físicas, caracterizadas normalmente por un período de humedad bien definido que hace posible en la mayoría de los casos una agricultura de temporal marginal, sin embargo, dependiendo de los cultivos, son necesarios riegos de auxilio o de punta que permitan asegurar una cosecha. En estas áreas es donde se debe impulsar la agricultura y ganadería locales, complementada con el aprovechamiento de especies no maderables, cuidando de no degradar los ecosistemas, en especial con hatos ganaderos excesivos que sobrepastorean la cubierta vegetal.

Cuadro 2.2. Superficies de la República Mexicana con el Clima anual actual (CONAZA - UACH 2003).

Carencia de Humedad	Km <sup>2</sup>	%*
Muy Severo	233,766.70	11.93
Severo	659,156.56	33.65
Moderado	305,067.82	15.57
Total	1,197,991.08	61.15

\*Referido a la superficie nacional

CONAZA - UACH (2003), utilizando el Modelo Canadiense, realizaron una proyección del clima para dentro de 50 años y concluyen que de no hacer acciones preventivas y correctivas, se enfatiza el impacto del cambio climático de la República Mexicana tanto en un fuerte incremento de las temperaturas como en una drástica disminución de la precipitación, con un impacto un poco menor en las partes altas de las sierras de la República Mexicana, como se aprecia en la Figura 2.4. El impacto llega a tal grado con éste pronóstico, que prácticamente todo México con excepción de Tabasco, Veracruz, Chiapas, Quintana Roo, así como porciones de Oaxaca, Estado de México, Puebla, Hidalgo, Michoacán y Guerrero, presenta un grave riesgo de seguridad social por las alarmantes perspectivas en la disponibilidad de humedad en el año.

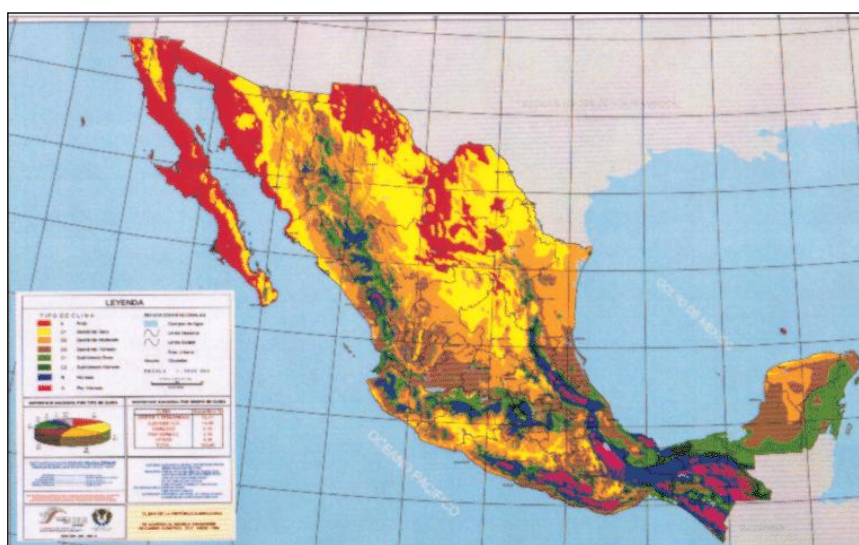


Figura 2.4. Clima de la República Mexicana con el Modelo Canadiense (CONAZA – UACH, 2003).



Comparando las superficies actuales de esta metodología, con respecto al Modelo Canadiense antes mencionado, la superficie con déficit muy severo de humedad pasa a 307,743.07 km<sup>2</sup> que representa el 15.71 por ciento del país, mientras que las áreas con carencias severas llegan a 782,933.11 km<sup>2</sup> (39.96 por ciento) que implica un incremento de 8 puntos porcentuales con respecto a las condiciones actuales (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3. Superficies de la República Mexicana con el Modelo Canadiense (CONAZA – UACH, 2003).

Carencia de Humedad	Km <sup>2</sup>	%*
Muy Severo	307,743.07	15.71
Severo	782,933.11	39.96
Moderado	335,099.86	17.10
Total	1,425,776.03	72.77

\*Referido a la superficie Nacional

SEMARNAT (2006) señala que la diversidad de climas se debe a que el territorio nacional se extiende a lo largo de un amplio rango latitudinal que comprende desde las regiones tropicales hasta las latitudes medias. También promueven la diversidad de climas factores como la complejidad topográfica del territorio, su anchura variable en dirección Este - Oeste, la temperatura de las corrientes marinas que bañan las costas y la trayectoria de las tormentas de verano y de las masas polares que invaden el país durante el otoño e invierno.

En México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua, como se muestra en el mapa Grupos de Climas en México. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura: cálido y templado; de acuerdo con la humedad existente en el medio: húmedo, subhúmedo y muy seco, (INEGI a, 2008).

La misma institución comenta también que el clima seco se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país, región que comprende el 28.3 por ciento del territorio nacional; se caracteriza por la circulación de los vientos, lo cual provoca escasa nubosidad y precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, con temperaturas en promedio de 22 a 26 °C en algunas regiones, y en otras de 18 a 22 °C.

El clima muy seco registra temperaturas en promedio de 18 a 22 °C, con casos extremos de más de 26 °C; presentando precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio, se encuentra en el 20.8 por ciento del país.

En relación al clima cálido, INEGI a (2008) lo subdivide en cálido húmedo y cálido subhúmedo. El primero de ellos ocupa el 4.7 por ciento del territorio nacional y se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 22 y 26 °C y precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm anuales. Por su parte, el clima cálido subhúmedo se encuentra en el 23 por ciento del país; en él se registran precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas que oscilan de 22 y 26 °C, con regiones en donde superan los 26 °C, Figura 2.5.



Figura 2.5. Grupos de Climas en México (INEGI a, 2008).

Finalmente, señala que el clima templado se divide en húmedo y subhúmedo; en el primero de ellos se registran temperaturas entre 18 y 22 °C y precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales; comprende el 2.7 por ciento del territorio nacional. Respecto al clima templado subhúmedo, se encuentra en el 20.5 por ciento del País, observa en su mayoría temperaturas entre 10 y 18 °C y de 18 a 22 °C. Sin embargo, en algunas regiones puede disminuir a menos de 10 °C; registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año.

## **2.4. Suelos**

Para Enkerlin, *et al.*, (1997) las rocas constituyen el material parental (de origen) del suelo. Éstas, se van fragmentando como resultado de diversos procesos de intemperización (exposición a lluvias, vientos, cambios de temperatura, a efectos de los elementos químicos del ambiente) y a la desintegración gradual que origina el establecimiento sobre ellas de organismos como líquenes, mismos que dan oportunidad al establecimiento de organismos cada vez más complejos, que a su vez, aceleran la formación del suelo. Además, señala que la cubierta vegetal participa tanto en el proceso de formación del suelo como en el de protección y en condiciones normales de los ecosistemas, es posible, un equilibrio natural del suelo y la pérdida del mismo.

SEMARNAT (2006) describe al suelo como la parte exterior de la corteza terrestre donde las rocas se desintegran por efecto de los agentes climáticos y biológicos y se forma una cubierta en la que la flora y la fauna microbianas transforman el material mineral en alimento para las plantas.

### **2.4.1 Vegetación y Uso Potencial del Suelo**

De acuerdo con el Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales, publicado por SEMARNAT (2003) la compleja fisiografía de México, su variedad climática y su ubicación geográfica permiten la existencia de una gran variedad de tipos de vegetación. A nivel mundial, México es reconocido como uno de los países con mayor diversidad en tipos de vegetación. En su territorio pueden encontrarse selvas, bosques templados y matorrales xerófilos,

pastizales, vegetación hidrófila y praderas de alta montaña, entre otros muchos tipos.

El mismo documento, comenta que la vegetación primaria potencial se refiere a las cubiertas vegetales que dados el clima, el suelo, la geología y la biogeografía deberían existir en sitios particulares en ausencia de actividades humanas. Con base en estos criterios, los matorrales xerófilos serían la cubierta vegetal más extensa en el país (cerca del 34 por ciento de la superficie) seguidos por las selvas (29 por ciento), los bosques templados (cerca de 24 por ciento) y los pastizales (10 por ciento). Las menores coberturas (inferiores al uno por ciento del territorio) corresponderían a los tipos de vegetación de condiciones particulares, como son los palmares, los matorrales submontanos, la vegetación de dunas costeras y los chaparrales, entre otros (Figura 2.6).

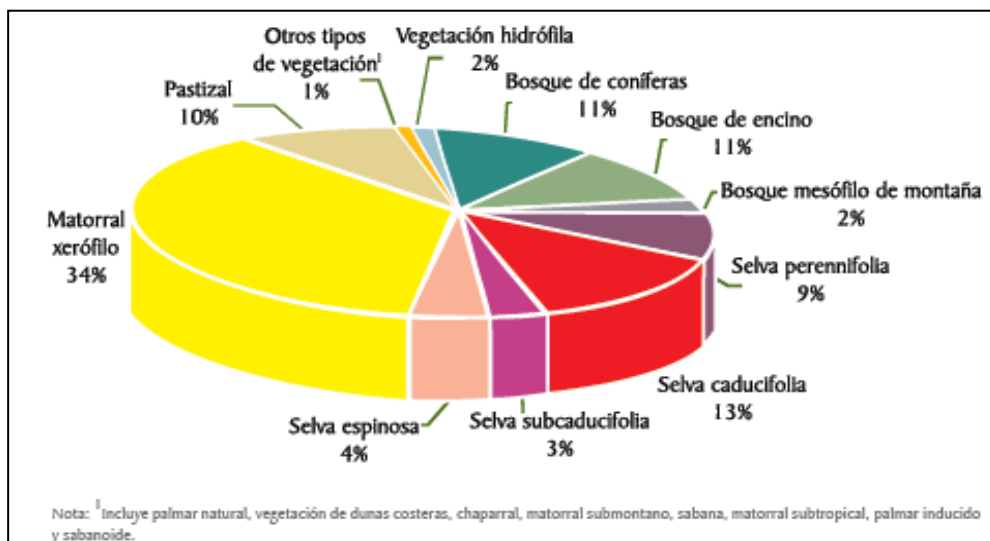


Figura 2.6. Cobertura potencial de los principales tipos de vegetación en México (SEMARNAT 2006).

INEGI a (2008) comenta que en casi dos millones de km<sup>2</sup> que constituyen el territorio nacional, se albergan casi todos los paisajes naturales que son posibles de encontrar en el planeta. Desde las condiciones más áridas representadas en las zonas desérticas hasta las selvas más exuberantes de las zonas húmedas, desde los matorrales tropicales más cálidos hasta los páramos de altura casi en contacto con nieves perpetuas. Lo anterior producto

de la localización geográfica del país, en una zona de transición entre la región tropical de Centroamérica y el subtropical y templado de Norteamérica. Si a esta condición geográfica de México se suma un colorido vitral de condiciones topográficas, geológicas, tipos de suelos y climáticas, entre las más importantes, da como resultado una gran diversidad biológica y cultural, esta última reflejada en los diferentes usos y aprovechamiento de los recursos naturales.

#### **2.4.2. Vegetación y Uso Actual del Suelo**

SEMARNAT (2003) menciona que las actividades humanas han modificado sustancialmente la vegetación natural del país. La desaparición de la cubierta natural o su alteración son los signos más evidentes. El crecimiento de las zonas urbanas y rurales, el cambio de uso del suelo para actividades productivas (principalmente para la agricultura y la ganadería) y el crecimiento de la infraestructura (camino, carreteras, tendidos eléctricos y presas, entre otros) son los principales impulsores de estos cambios.

En el mismo documento, se señala que en el año 2002, la vegetación natural ocupaba cerca del 73 por ciento del territorio nacional. Los matorrales xerófilos se extendían en mayor proporción (cerca del 26 por ciento de la superficie nacional) mientras que las selvas y los bosques ocuparon cerca del 34 por ciento, aproximadamente en proporciones similares (16 y 18 por ciento, respectivamente). Sin embargo, no toda la vegetación natural se conservaba intacta; una fracción importante se encontraba en estado secundario, es decir, estructural y funcionalmente distinta de la cobertura vegetal intacta o primaria. Para ese mismo año, por ejemplo, 65 por ciento de las selvas remanentes era considerada secundaria.

La superficie utilizada por las actividades productivas (agrícolas, pecuarias y forestales) ocupaba en 2002 cerca de 22 por ciento de la superficie nacional, localizándose principalmente en la región centro y en las planicies costeras del Golfo (desde Tamaulipas hasta Tabasco) y el Pacífico (principalmente en Sonora y Sinaloa). Los estados con mayor superficie agropecuaria y que han

transformado más profundamente sus ecosistemas naturales son Tabasco, Tlaxcala y Veracruz, como se aprecia en la Figura 2.7.

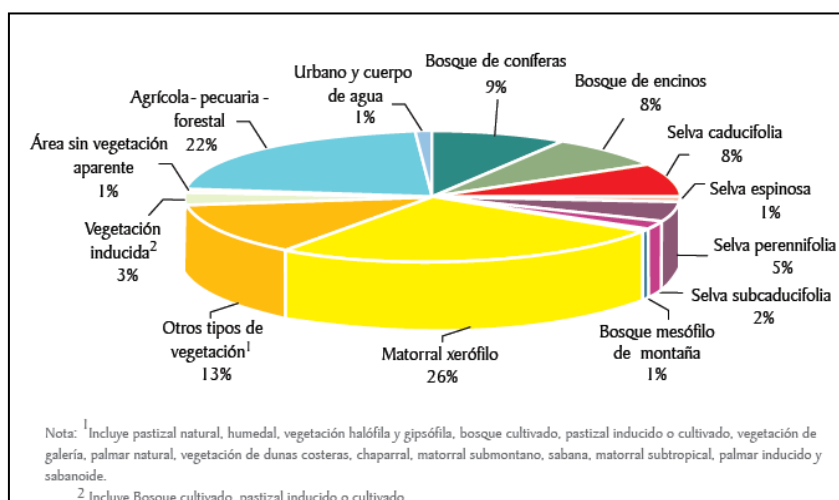


Figura 2.7. Vegetación y uso del suelo en México (SEMARNAT, 2003).

Para el 2002 aún se conservaba poco más de 70 por ciento de la superficie original de bosques, 56 por ciento de las selvas, 77 por ciento de los matorrales y sólo 55 por ciento de los pastizales (<http://www.riodmex.org/ctx-nacional.html>).

En la misma página electrónica se comenta que, aunque la mayor parte de estas transformaciones habrían ocurrido antes de los años setentas, en las últimas décadas (1970's–2002) se han seguido registrando pérdidas importantes (superiores a las 100 mil hectáreas anuales) particularmente en el caso de las selvas y los matorrales.

SEMARNAT y el Colegio de Postgraduados (2004) mencionan que los suelos afectados por algún tipo de degradación en el país representan el 45 por ciento de la superficie (es decir, cerca de 88 millones de hectáreas). De esta superficie, 5 por ciento presenta un nivel de deterioro severo (irrecuperables a menos que se realicen proyectos de restauración) o extremo (cuya recuperación es materialmente imposible). El restante 95 por ciento de la superficie presenta niveles de degradación considerados ligeros o moderados.

Entre las principales causas de la degradación de los suelos en México están la agricultura y la ganadería, principalmente por el cambio de uso de suelo que se destina a las actividades.

CONAZA SEDESOL (1994) de acuerdo al Plan Nacional de Acción para Combatir la Desertificación (PACD-México), como resultado de variables climáticas y al manejo equivocado que el hombre hace de los recursos, el 97 por ciento de la superficie del País presenta algún grado de afectación de la desertificación, vulnerabilidad a la sequía y/o degradación de tierras, tal como se muestra a continuación:

En el documento Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México, arrojó los siguientes datos:

- El 97 por ciento del País está afectado en diferentes grados por algún proceso de degradación del suelo.
- La erosión hídrica se extiende sobre el 85 por ciento de los suelos nacionales, siendo más preocupante en los suelos agrícolas. Se estima que más del 45 por ciento del territorio nacional está afectado en forma severa a extrema.
- La erosión eólica está presente en el 80 por ciento de la superficie total de México, con pérdidas de suelo que van de 2.7 a 300 Ton.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.
- Por deforestación se pierden de 0.5 a 1.0 M de ha.año<sup>-1</sup>, y el 85 por ciento de los predios ganaderos están afectados por sobrepastoreo.
- A causa de la salinización, 500,000 ha presentan anualmente problemas graves, presentándose en algunas regiones severos fenómenos de intrusión marina.
- La degradación física (encostramiento, reducción de la permeabilidad, compactación, cementación y pérdida de la estructura del suelo), afecta al 20 por ciento de la superficie del País.

- La degradación biológica (pérdida de materia orgánica), ocurre en el 80 por ciento del territorio nacional.
- La degradación química por pérdida de nutrimentos en el suelo (lixiviación), se presenta en un 15 por ciento del País.
- Como consecuencia de la desertificación en México emigran 400,000 personas anualmente a los centros urbanos de mayor desarrollo o al extranjero, debido a que sus tierras han dejado de ser productivas.
- Se abandonan 100,000 ha.año<sup>-1</sup> a causa de suelos improductivos.



### III. SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN MÉXICO

#### 3.1. El Agua en el Planeta

El agua es un recurso esencial para la vida y soporte del desarrollo económico y social de cualquier país; es un elemento fundamental para los ecosistemas y requisito para la sustentabilidad ambiental (INEGI b, 2008).

Se menciona que el 70 por ciento de la superficie de la Tierra es agua y tan sólo 30 por ciento es tierra firme y que se tiene un planeta cubierto de una delgadísima película de agua. Para darnos una idea: si se moja una naranja, la capa que permanece en la cáscara equivale a la proporción que existe en la Tierra, concluyendo que no es un planeta de agua. Sin embargo, esa poca agua es la que ha hecho posible la vida (<http://www.agua.org.mx/content/section/5/27/>).

El mismo sitio web señala que la Tierra es un planeta apenas mojado, pero en su mayoría de agua salada: 97.5 por ciento es agua de los mares, de los océanos. El restante 2.5 por ciento es agua dulce, pero casi toda esta congelada en los polos y en los glaciares.

En 2006, en México existía una disponibilidad natural promedio de 465 mil 137 hectómetros cúbicos (hm<sup>3</sup>) de agua al año, ubicándose en el mundo como uno de los países con disponibilidad baja, situación que se agudiza en años de precipitación escasa (INEGI b, 2008).

CONAGUA (2010) estima que a nivel mundial la disponibilidad de agua promedio anual es de 1,386 Mkm<sup>3</sup>. De ésta, 35 Mkm<sup>3</sup> son agua dulce (el 2.5 por ciento). Del agua dulce, 24.4 Mkm<sup>3</sup> no son disponibles por encontrarse en glaciares, nieve, hielo y permafrost; 10.5 Mkm<sup>3</sup> se encuentran en el agua subterránea, y solamente 135,000 km<sup>3</sup> se encuentran en lagos, ríos, humedad en suelo y aire, humedales, plantas y animales.

La misma institución señala que a la baja disponibilidad del agua dulce se agrega la distribución de la misma en el mundo: América del Norte cuenta con

el 15 por ciento de agua disponible y concentra el ocho por ciento de la población mundial; Europa tiene el ocho por ciento del agua y el 13 por ciento de la población mundial; Asia dispone del 36 por ciento y el 60 por ciento de la población mundial; América del Sur el 26 por ciento y el seis por ciento de la población mundial; África el 11 por ciento y el 13 por ciento de la población mundial y; Australia y Oceanía el cinco por ciento y menos del uno por ciento de la población mundial.

### **3.2. El Agua en México**

SEMARNAT (2006) señala que la precipitación pluvial es muy variada a lo largo del Territorio Nacional. Mientras que en el norte predominan rangos de precipitación que varían entre los 100 y los 400 mm (en una superficie cercana al 40 por ciento del territorio), el Sureste y la costa Sur del Pacífico presentan rangos de precipitación pluvial entre los 800 y los 4,500 mm.

Las bajas eficiencias en el uso del agua, aunadas al incesante crecimiento poblacional y a la poca disponibilidad de agua, han ocasionado que el agua de los ríos y lagos sean insuficientes en algunas zonas, que las fuentes de abastecimiento subterráneas estén sobreexplotadas y que la calidad natural del agua se haya deteriorado. Lo anterior ha ocasionado una creciente competencia por el agua, que se ha traducido en conflictos en diferentes zonas del territorio nacional y empieza a limitar el bienestar social y el desarrollo económico (SEMARNAT, 2006).

Garza (2007) señala que el agua disponible es insuficiente en las zonas áridas, y se sigue trabajando con métodos muy antiguos y se ha buscado como solución, mover aguas que están disponibles en otras partes, con un enorme costo.

CONAGUA (2005) señala que el 67 por ciento de las lluvias mexicanas cae en los meses de Junio a Septiembre y que (promedio histórico 1941 – 2004) el País recibe unos 772 mm de lluvia cada año (1 mm de lluvia = 1 litro por m<sup>2</sup>). No es mucho comparado con otros países. En el Norte, México es muy ancho con poca lluvia (árido o semiárido). En el Sur es angosto, pero llueve más. El

mayor porcentaje de la superficie la tienen los estados norteños y ahí llueve tan sólo 25 por ciento del total. En la parte angosta del país, que ocupa el menor porcentaje del territorio, cae la mayor parte del agua de lluvia (49.6 por ciento) en los Estados del Sur-Sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco) (Figura 3.1).

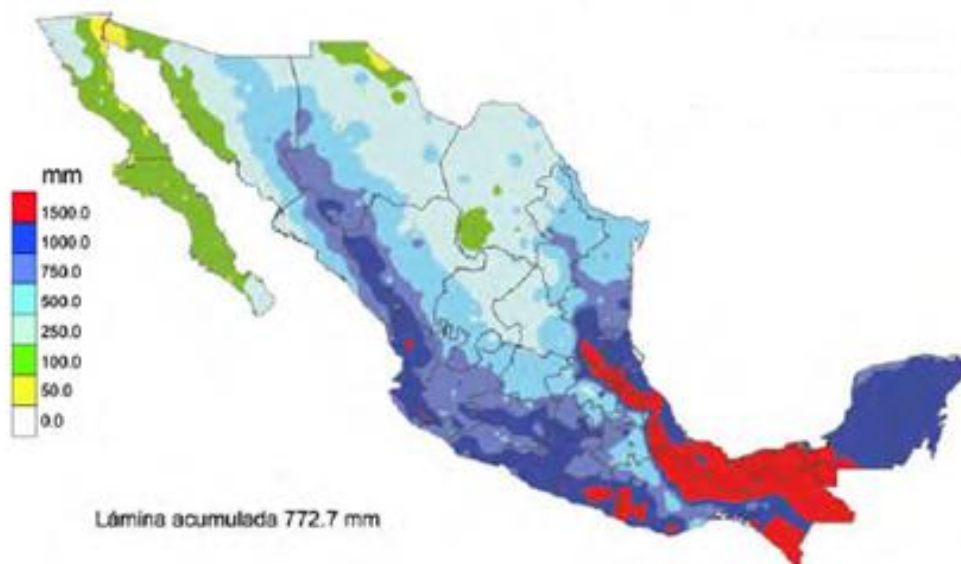


Figura 3.1. Precipitación acumulada del 1 de Enero al 31 de Diciembre de 2004 en México (CONAGUA, 2005).

Entre los Estados más secos está Baja California; tan sólo llueve un promedio de 199 mm por año. En contraste está Tabasco, que recibe 2,588 mm de agua cada año (CONAGUA, 2005).

Otra fuente de disponibilidad de agua son los ríos y arroyos del país constituyen una red hidrográfica de 633 mil kilómetros, en la que destacan cincuenta ríos principales por los que fluye el 87 por ciento del escurrimiento superficial del país y cuyas cuencas cubren el 65 por ciento de la superficie territorial continental del país (CONAGUA, 2010).

INEGI b (2008) menciona que entre las fuentes de agua superficial existentes en el país, se encuentran 39 ríos principales, localizados en las vertientes interiores del Pacífico y el Golfo de México, por los que escurre 87 por ciento del agua, destacando el río Grijalva-Usumacinta, con un escurrimiento medio de 115,536 hm<sup>3</sup>, un área de cuenca de 83,553 km<sup>2</sup> y una longitud de 1,521 km.

Entre los lagos más importantes, se encuentra el de Chapala, con un área de cuenca de 1,116 km<sup>2</sup> y una capacidad de almacenamiento de 8,126 hm<sup>3</sup>, además de una gran cantidad de pequeños ríos y embalses.

El 65 por ciento del escurrimiento superficial pertenece a siete ríos: Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Coatzacoalcos, Balsas, Pánuco, Santiago y Tonalá, cuya superficie representa el 22 por ciento de la del país. Los ríos Balsas y Santiago pertenecen a la vertiente del Pacífico y los otros cinco a la vertiente del Golfo de México. Por la superficie que abarcan destacan las cuencas de los ríos Bravo y Balsas. Por su longitud destacan los ríos Bravo, Grijalva-Usumacinta (CONAGUA, 2005).

SEMARNAT (2006) define como cuenca hidrológica al territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras aún sin desembocar en el mar. Las cuencas son las unidades mínimas de manejo del agua y son útiles en la gestión de los recursos naturales incluidos en ellas.

INEGI b (2008) menciona que México comparte tres cuencas transfronterizas con Estados Unidos, cinco con Guatemala y una con Belice. Las aguas de los ríos Bravo, Colorado y Tijuana son compartidos entre Estados Unidos y México conforme a lo indicado en el tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales, signado por los dos países. La cuenca más importante compartida por México y Guatemala es la Grijalva-Usumacinta.

Con la finalidad de organizar la administración y preservación de las aguas nacionales, CONAGUA (2008) ha definido 37 regiones hidrológicas en el país, administradas por 13 regiones hidrológico-administrativas, como se muestra en la Figura 3.2.



Figura 3.2. Regiones hidrológicas administrativas del agua en México (CONAGUA, 2008).

### 3.2.1. Grado de Presión sobre el Recurso Agua

A nivel país, el mayor crecimiento poblacional y económico se ha generado en las zonas con menor disponibilidad de agua; así, en el centro y Norte, donde se tiene el 31 por ciento de la disponibilidad nacional se concentra el 77 por ciento de la población, situación que contrasta con la zona Sureste, donde existe el 69 por ciento de la disponibilidad y únicamente se ubica el 23 por ciento de la población (CONAGUA, 2008).

En el país se utiliza el 15 por ciento del volumen de disponibilidad natural media de agua. Sin embargo, en la porción Norte se utiliza más del 40 por ciento de la disponibilidad natural media, lo que se considera por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como una fuerte presión sobre el recurso hídrico (INEGI, 2005).

CONAGUA (2005) menciona que la región con menor grado de presión sobre el recurso hídrico<sup>1</sup> es la Frontera Sur (XI) con uno por ciento, con un volumen total de agua concesionado de 1,999 hm<sup>3</sup> mientras que su disponibilidad natural media total es 158 260 hm<sup>3</sup>; en contraste, la que presenta el mayor grado de presión es la región Aguas del Valle de México con 120 por ciento con un volumen total de agua concesionado de 4,706 hm<sup>3</sup> y una disponibilidad natural media del agua de 3,934 hm<sup>3</sup> (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Grado de presión sobre el agua en México (CONAGUA 2005).

Región Administrativa	Disponibilidad natural media total (hm <sup>3</sup> )	Volumen total de agua concesionado (hm <sup>3</sup> )	Grado de Presión (%)
I Península de Baja California	4 423	3 807	86
II Noroeste	8 213	6 419	78
III Pacífico Norte	24 839	10 491	42
IV Balsas	28 924	10 417	36
V Pacífico Sur	32 508	1 264	4
VI Río Bravo	14 182	8 539	60
VII Cuencas Centrales del Norte	6 841	3 745	55
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	36 977	13 210	36
IX Golfo Norte	23 347	4 503	19
X Golfo Centro	102 544	4 622	5
XI Frontera Sur	158 260	1 999	1
XII Península de Yucatán	29 646	1 708	6
XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	3 934	4 706	120
Total Nacional	474 637	75 430	16

Fuente: Integrado por la Subdirección General de Programación. CNA.

Un parámetro de referencia en el contexto internacional en relación con el agua es la disponibilidad per cápita. México en tan sólo 56 años pasó de una disponibilidad de 18,035 a tan sólo 4,416 m<sup>3</sup>.hab<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, lo que lo ubica en una situación delicada (CONAGUA, 2008).

<sup>1</sup> Grado de presión sobre el recurso hídrico = (Volumen total de agua concesionado / Disponibilidad natural media de agua) \*100.

### 3.2.2. Usos del Agua

CONAGUA (2005) distingue dos tipos de usos del agua:

- Usos fuera del cuerpo de agua o usos consuntivos, en los cuales ésta es transportada a su lugar de uso y la totalidad o parte de ella no regresa al cuerpo de origen.
- Usos en el cuerpo de agua o usos no-consuntivos, en los cuales el agua se utiliza.

CONAGUA (2008) en su publicación del Programa Nacional Hídrico 2006 – 2012, señala que en los aspectos de usos del agua, el volumen concesionado a Diciembre de 2006, sin incluir la generación de energía hidroeléctrica, era de 77,321 Mm<sup>3</sup>. De este volumen, el 77 por ciento corresponde al uso agrícola, 14 por ciento al público y nueve por ciento a las industrias que obtienen agua de ríos y acuíferos (Figura 3.10); es oportuno comentar que en el uso agrícola se están incluyendo los usos agrícola, pecuario, acuacultura y múltiples, que se establecen en la clasificación de la Ley de Aguas Nacionales.

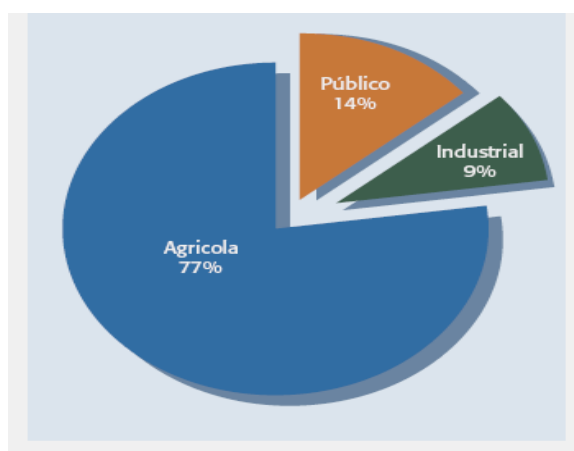


Figura 3.3. Principales usos del agua en México (CONAGUA 2008).

Por lo que se refiere a la generación de energía hidroeléctrica, el volumen concesionado a diciembre del año 2006 era de 158,566 Mm<sup>3</sup>. De ellos, en dicho año se emplearon 140,295 Mm<sup>3</sup>, con lo que se generó el 13.2 por ciento de la energía eléctrica del país (la capacidad en las centrales hidroeléctricas representa el 21.5 por ciento de la total instalada en nuestro territorio) (CONAGUA, 2008).

La misma Institución menciona que en lo que respecta al aprovechamiento del agua, las eficiencias en el uso son aún muy bajas, ya que, en el sector agrícola oscilan entre el 33 y 55 por ciento, en tanto que en las ciudades su valor fluctúa entre el 50 y 70 por ciento.

Así mismo, señala que además, no se ha logrado crear conciencia entre la población sobre la importancia y necesidad del buen uso, preservación y pago del agua. Es importante también considerar que las fuentes de abastecimiento de agua e infraestructura hidráulica, tanto en materia de agua potable como de saneamiento en diversas zonas metropolitanas del país son insuficientes para atender los requerimientos de la población. Un ejemplo de ello lo constituye el Valle de México, cuyo sistema de drenaje es particularmente vulnerable durante la época de lluvias.

### **3.2.3. Manejo Integrado y Sustentable del Agua**

Garza (2007) menciona que el agua de los ríos se utiliza desde tiempos muy antiguos, las presas se procuraban construir en las zonas de captación y se abarata el costo del m<sup>3</sup> almacenado. Así mismo, la otra técnica conocida, también muy antigua, era la de utilizar el agua del subsuelo, se desarrollaron bombas de pozo profundo y en la actualidad se tiene una gran parte de los acuíferos sobreexplotados por lo anterior, permite suponer que los métodos utilizados para administrar el agua subterránea son inadecuados.

En 1995, el vicepresidente del Banco Mundial, Ismail Sergeldin, pronosticó que “las guerras del siguiente siglo se librarán por el agua”. Mas allá de pensar que la lucha será por disfrutar de la última gota del preciado líquido, la idea que subyace en este vaticinio es la batalla que se librará por detentar la propiedad del agua (Herrera, *et al.*, 2006).

El mismo autor comenta que el agua no es un bien que pueda convertirse en una mercancía. El abasto del vital líquido no debe gestionarse y distribuirse desde el sector privado en función de la capacidad adquisitiva del consumidor.



Para Zúñiga (2006) la lucha por el control del agua no responde sólo a la importancia de la misma para la vida y a la producción primaria de alimentos; está definida también por la escasez y la contaminación del recurso. En consecuencia, en las diferentes regiones de nuestro país han proliferado los conflictos políticos, abusos de poder e incluso corrupción; pero también existen experiencias de gestión adecuada, con equidad en el acceso y conservación de los cuerpos de agua.

El mismo autor comenta que la gestión del agua en México se ha definido desde el Gobierno Federal bajo una visión que privilegia sólo la distribución del agua entre usuarios, sin considerar normalmente el papel fundamental que juegan las cuencas en la colección de la lluvia y en el mantenimiento de la dinámica ecológica de la cuenca en su conjunto. Dicho de otro modo, no se ha considerado a las cuencas como sistemas integrales y, por tanto, no siempre se establecen acciones de protección y aprovechamiento del recurso que coordinen adecuadamente a los diferentes usuarios y usos (energía, centros urbanos, producción de alimentos, procesos ecológicos, etcétera).

En este contexto, el proceso de planeación hidráulica que se desarrolla en nuestro país desempeña un papel fundamental, al ser el punto de origen de las políticas, estrategias y acciones emprendidas.

Entonces, el papel de los distintos órganos de gobierno requiere una mejor coordinación para garantizar una gestión equitativa y sustentable del agua, considerando variables hidrológicas, cambios socioeconómicos, procesos ecológicos, planes integrales de desarrollo rural y los valores de los grupos poblacionales.

El agua es considerada en México como un elemento estratégico y de seguridad nacional, ya que dada su condición de escasez, de su adecuado manejo y aprovechamiento depende en buena medida el bienestar social, el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente (CONAGUA, 2008).

### 3.3. Infraestructura Hidráulica de México

Villaseñor (1979) define como obras hidráulicas aquellas estructuras que son destinadas para trabajar con líquidos (especialmente el agua) y soportar la acción de los mismos.

Se señala que una obra hidráulica o infraestructura hidráulica es una construcción, en el campo de la ingeniería civil, donde el elemento dominante tiene que ver con el agua. Se puede decir que las obras hidráulicas constituyen un conjunto de estructuras construidas con el objeto de manejar el agua (<http://es.wikipedia.org/wiki/Tierra>).

Arteaga (1985) considera una obra de capacidad reducida aquella que no exceda la cortina de 5 m de altura.

Por su parte CONAGUA (2010) clasifica el tipo de obras de almacenamiento (siguiendo el criterio International Commission on Large Dams, ICOLD) de acuerdo a la altura de la cortina, como se muestra en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Clasificación de obras hidráulicas (CONAGUA, 2010).

Tamaño	Altura de la cortina	Almacenamiento
Grande	$\geq 15$ m	$\geq 3$ hm <sup>3</sup>
Pequeña	$5 \text{ m} \leq h < 15$ m	Entre $0.5 \text{ hm}^3$ y $h < 3 \text{ hm}^3$
Bordo	$< 3$ m	$\leq 0.5 \text{ hm}^3$

Rojas (2002) clasifica a las obras hidráulicas de acuerdo a su finalidad de las técnicas e instalaciones hidráulicas, de lo que resultan las siguientes:

1. Provisión de agua potable para poblaciones humanas y animales (ganadería) y otros servicios urbanos: drenaje, aguas negras.
2. Irrigación agrícola.
3. Control de inundaciones y drenaje en zonas lacustres y pantanosas.
4. Fuerza motriz.
5. Recreación.

De acuerdo con las Estadísticas del Agua en México publicado por CONAGUA (2010) la infraestructura hidráulica del país, está constituida por aproximadamente:

- 4,462 presas y bordos de almacenamiento.
- 6.50 Mha con riego.
- 2.74 Mha con temporal tecnificado.
- 604 plantas potabilizadoras municipales en operación.
- 1,833 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación.
- 2,082 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación.
- 3,000 km de acueductos.

En el mismo documento se menciona que el Servicio Meteorológico Nacional, cuenta con la siguiente infraestructura:

- Red sinóptica de superficie, integrada por 72 observatorios meteorológicos.
- Red sinóptica de altura con 15 estaciones de radiosondeo.
- Red de 12 radares meteorológicos distribuidos en el territorio nacional.
- Estación terrena receptora de imágenes de satélite.

De las 4,662 clasificadas como grandes embalses, destacando la Dr. Belisario Domínguez (conocida como La Angostura) con una capacidad de almacenamiento de 10,727 hm<sup>3</sup> en 2006, seguida por la presa Netzahualcóyotl (Malpaso) (9,605 hm<sup>3</sup>) e Infiernillo (9,340 hm<sup>3</sup>), localizadas las dos primeras en Chiapas y la tercera en Michoacán, destinadas principalmente para la generación de energía eléctrica, mientras que para la irrigación y uso público la principal proveedora es la presa General Vicente Guerrero (3,900 hm<sup>3</sup>), ubicada en Tamaulipas (INEGI a 2008).

## **IV. PROYECTO ESTRATÉGICO: CONSTRUCCIÓN DE PEQUEÑAS OBRAS HIDRÁULICAS (POH) 2009**

### **4.1. Marco Legal**

Para lograr el desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza y en cumplimiento al Artículo 130 de la Ley de Desarrollo Rural sustentable, donde se menciona que “con el objeto de reducir los índices de siniestralidad y la vulnerabilidad de las unidades productivas ante contingencias climatológicas, la comisión intersecretarial, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, establecerá programas de reconversión productiva en las regiones de siniestralidad recurrente y de baja productividad”

#### **4.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012**

La Presidencia de la República (2007) en su publicación del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, presenta los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la Administración 2007 -2012, guían la acción del gobierno, con un rumbo y una dirección clara. Representa el compromiso que el Gobierno Federal estableció con los ciudadanos y que permitirá, por lo tanto, la rendición de cuentas, que es condición indispensable para un buen gobierno.

Además, se establece los objetivos y estrategias nacionales que son la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste (Presidencia de la República, 2007).

El PND está articulado por cinco ejes de política pública, que establecen acciones transversales que confluyen en distintos ámbitos, como el económico, social, político y ambiental. En este contexto, el Proyecto Estratégico: Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas (POH) 2009, es congruente con el Eje 2 Economía Competitiva y Generadora de Empleos, en especial con el punto 2.7 Sector Rural, que establece que la finalidad de la política económica es lograr un crecimiento sostenido más acelerado y generar los empleos formales que permitan mejorar la calidad de vida de todos los mexicanos, con el Eje 3 Igualdad de Oportunidades, en específico al 3.1 Superación de la pobreza y 3.5 Igualdad entre mujeres y hombres; así como con el Eje 4

Sustentabilidad Ambiental y Protección del Medio Ambiente, en específico con el punto 4.1 Agua; 4.3 Biodiversidad, 4.5 Ordenamiento ecológico.

#### **4.1.2. Reglas de la SAGARPA**

Las Reglas de Operación de los Programas de la SAGARPA, se apegan al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 donde se establece el Desarrollo Humano Sustentable como principio rector, planteando que “el propósito del desarrollo consiste en crear una atmósfera en que todos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse para las generaciones presentes y futuras”.

Y de conformidad con el programa sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero de la SAGARPA 2007-2012, el 31 de diciembre de 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el ACUERDO por el que se establecen las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA b, 2009).

De acuerdo con la SAGARPA, los recursos gubernamentales destinados al desarrollo rural deberán de ser utilizados de una manera eficiente para atender la problemática en la que está inmerso el sector, en virtud, de que gran parte de los productores agropecuarios y pesqueros enfrentan limitantes por bajos niveles de capitalización de sus unidades económicas, insuficiente acceso a servicios financieros en el medio rural, deterioro de los recursos naturales para la producción primaria, reducidos márgenes de operación, bajas capacidades para la inserción sostenible de sus productos en los mercados, dificultad de reincorporarse a sus actividades productivas ante la ocurrencia de contingencias climatológicas, e insuficiente profesionalización de las organizaciones sociales y económicas; teniendo como efecto bajos niveles de ingreso de los productores, provenientes de sus actividades económicas, que en algunos casos significa altos índices de pobreza; este fenómeno afecta con mayor intensidad al segmento de productores pequeños y a los productores medianos (SAGARPA b, 2009).

Por lo anterior y para atender esta problemática, la SAGARPA ha establecido materializar la consecución de cinco objetivos que se propone alcanzar en forma conjunta con los tres órdenes de gobierno y la sociedad rural:

1. Elevar el nivel de desarrollo humano y patrimonial de los mexicanos que viven en las zonas rurales y costeras.
2. Abastecer el mercado interno con alimentos de calidad, sanos y accesibles provenientes del campo y los mares.
3. Mejorar los ingresos de los productores incrementando la presencia en los mercados globales, vinculándolos con los procesos de agregación de valor y la producción de bioenergéticos.
4. Revertir el deterioro de los ecosistemas, a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad.
5. Conducir el desarrollo armónico del medio rural mediante acciones concertadas, tomando acuerdos con todos los actores de la sociedad rural.

En las mismas Reglas señala que para el logro de estos objetivos planteados, se ha realizado un esfuerzo de reordenamiento de los subsidios que administra a través de la redefinición y simplificación de sus programas, procurando la especialización de los mismos al considerar componentes únicos e irrepetibles en cada uno de ellos. Esta nueva estructura programática se compone de ocho programas.

Entre otros, las correspondientes al programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria mismo que considera a la vez, como uno de sus componentes el de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA) (SAGARPA b, 2009).

En el marco de este ordenamiento, el COUSSA parte de considerar que la base productiva del sector rural se encuentra en sus recursos humanos y materiales y que dentro de los segundos, el suelo, el agua y la vegetación representan el principal activo con el que cuentan los habitantes del medio rural. Por ello, se ha considerado como estratégico el Proyecto Estratégico: Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas, el cual fue motivo de

autorización por parte del Comité Técnico Nacional para el Ejercicio Fiscal 2009 (SAGARPA a, 2009).

#### **4.1.3. Marco Institucional**

La CONAZA es una Entidad Descentralizada del Gobierno Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propio, está sectorizada a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), con base en la naturaleza de las atribuciones que tiene conferidas para promover el empleo y realizar acciones que fomenten la productividad de las actividades económicas rurales.

La CONAZA dentro de sus actividades operó los Programas de Vinculación y Transferencia de Tecnología, de Desarrollo para los Habitantes del Semidesierto y a partir de 2003 hasta 2007 ha sido el Agente Técnico de la SAGARPA para la implementación del Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente (PIASRE).

Para el año 2008, con la estructura actualizada de los Programas de la SAGARPA, la CONAZA participa como Operador del Programa Uso Sustentable de los Recursos Naturales para la Producción Primaria, en su Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA), en nueve Entidades Federativas y como Supervisor del COUSSA en 20 estados en apoyo a las Delegaciones de la SAGARPA y/o Gobierno de los estados.

Para el ejercicio 2009, la participación de la CONAZA dentro del componente COUSSA fueron en nueve Entidades Federativas, llevando a cabo las acciones como Operador y en 13 Estados como Supervisor y en la modalidad de Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua – Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria (COUSSA-PESA) en ocho Estados como operador de dicho componente.

De igual forma, para el Proyecto Estratégico: Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas (POH) 2009, se designa a la CONAZA como la Unidad Ejecutora en

ocho Estados del País y se le asigna un presupuesto de 330.5 millones de pesos, para la construcción de pequeñas obras de captación y almacenamiento de agua para su uso posterior por parte de los productores agropecuarios (CONAZA, 2011).

La implementación de este Proyecto involucró la interacción de las instituciones, la población, los recursos naturales y económicos, así como la aplicación de la tecnología disponible. Actualmente un Proyecto de esta naturaleza es prioritario y estratégico para el País, con el propósito de lograr mayores niveles de competitividad y generar más y mejores empleos para la población rural, lo que es fundamental para el desarrollo humano sustentable (CONAZA, 2011).

#### **4.2. Ámbito de Atención y Objetivos del Proyecto Estratégico:**

##### **Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas (POH) 2009**

Como se ha mencionado anteriormente la CONAZA, en congruencia con las políticas del Gobierno Federal y ante las actuales circunstancias por la importancia que significa el avance del deterioro de los ecosistemas, colabora en el establecimiento de proyectos integrales con el fin de disminuir los riesgos para la producción y mejorar la calidad de vida de la población más desprotegida, a través de la conservación del suelo, el agua y la reconversión productiva.

Por su carácter subsidiario, es importante destacar que los apoyos del Componente Conservación y Uso sustentable de Suelo y Agua buscaron posibilitar el acceso a los productores a realizar obras y prácticas que por su costo y especificidad técnica, por su propia cuenta les sería difícil realizar. En el caso específico del POH, su objeto es apoyar la construcción de pequeñas obras de captación y almacenamiento de agua para su uso posterior en la etapa de estiaje por parte de los productores agropecuarios o para el consumo doméstico en las localidades rurales que carecen de abasto permanente, además de que en su implementación a nivel de los municipios y localidades, por la alta demanda de mano de obra no especializada que requieren las obras que se apoyaron con este proyecto, se convirtió en fuente de empleo para sus pobladores durante la etapa de construcción ( SAGARPA a, 2009).



### 4.3. Aprovechamiento Sustentable del Agua

De acuerdo con los lineamientos operativos del Proyecto estratégico: Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas (POH) 2009 las obras sujetas de apoyo así como sus unidades de medida de inventario y de impacto se describen en los cuadros 4.1.

Cuadro 4.1. Obras principales sujetas de apoyo (SAGARPA a, 2009)

OBRA	UNIDAD DE MEDIDA (CONSTRUIDO/PAGADO)	UNIDAD DE MEDIDA (IMPACTO)
Bordo, Jagüey, Represo (Bordo o cortina de tierra compactada)	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Pequeñas presas de mampostería	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Pequeñas presas de concreto	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Ollas de agua, Cajas de captación o Aljibes (Excavación en terrenos de baja pendiente que carece de area de almacenamiento de agua adicional a la construida)	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>

### 4.4. Protección de la Obra principal de Almacenamiento de Agua

Los lineamientos del POH considera para cada uno de los proyectos presentados por los comités Pro- proyecto, para protección de la obra principal se permite apoyar las obras descritas en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Obras complementarias sujetas de apoyo, (SAGARPA a, 2009).

OBRA	UNIDAD DE MEDIDA (CONSTRUIDO/PAGADO)	UNIDAD DE MEDIDA (IMPACTO)
Estructuras para el cabeceo de cárcavas	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>
Sauvizado de taludes de cárcavas	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Presas filtrantes de costales rellenos de tierra	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Presas filtrantes de gaviones	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Presas filtrantes de troncos o ramas	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>

Además, para alargar la vida útil de de la obra principal apoyada, complementación con acabados y para asegurar la funcionalidad, se otorgaron apoyos descritos en el Cuadro 4.3

Cuadro 4.3. Suministro, colocación y/o construcción de acabados en las obras principales apoyadas (SAGARPA a, 2009).

OBRA, ADQUISICIÓN O CONCEPTO DE APOYO	UNIDAD DE MEDIDA (CONSTRUIDO, ADQUIRIDO/PAGADO)
Afine de corona y taludes en obra nueva	m <sup>2</sup>
Vertedor de demasías (recubrimiento)	m <sup>3</sup>
Canales de llamada	m <sup>3</sup>
Desarenadores	m <sup>3</sup>
Compuertas o válvulas para obras de toma en obras de almacenamiento nuevas	# piezas / dimensiones
Adquisición de líneas de conducción	ml / diametro
Instalacion de lineas de conducción	m <sup>3</sup>
Colchón hidraulico	m <sup>3</sup>
Recubrimiento con geomembrana	m <sup>2</sup> / densidad
Cercado con malla ciclonica para protección de ollas de agua, cajas de captación y aljibes	m <sup>2</sup> / especificaciones
Tanque elevado para almacenamiento para consumo humano	m <sup>3</sup> / material
Zampeado seco	m <sup>3</sup>
Materiales y suministros menores	Conforme a especificaciones

## V. EJECUCIÓN DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PEQUEÑAS OBRAS HIDRÁULICAS (POH) 2009

De acuerdo con lo anterior, con fecha 12 de Enero del 2009, el Comité Técnico Nacional (COTEN) autorizó a la SAGARPA el Proyecto Estratégico “Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas” (POH) para la implementación en los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas, como se muestra en la Figura 5.1 y que la CONAZA fuera la Unidad Ejecutora (CONAZA, 2009).



Figura 5.1. Universo de atención del POH 2009 (CONAZA, 2009).

Se autorizó una inversión total de 330.5 M de pesos (de origen Federal), para construir obras de infraestructura para captación y almacenamiento de agua para consumo humano y productivo y así mejorar las condiciones de abasto y producción primaria de la población rural de alta marginación. De los cuales 313.98 M de pesos fueron destinados para el apoyo directo y ejecución de las obras y acciones que integran los proyectos planteados por los productores agropecuarios y 16.52 M de pesos para los gastos asociados a la operación del POH (CONAZA, 2009).

El detalle de lo anterior a nivel Estado se muestra en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Inversión autorizada por estado (CONAZA, 2009).

Estados	Recursos Financieros Autorizados (Pesos)		
	Total	Inversión 95%	Operación 5%
Guanajuato	49,540,000.00	47,063,000.00	2,477,000.00
Jalisco	43,700,000.00	41,515,000.00	2,185,000.00
Michoacan	37,400,000.00	35,530,000.00	1,870,000.00
Queretaro	41,270,000.00	39,206,500.00	2,063,500.00
San Luis Potosí	38,580,000.00	36,651,000.00	1,929,000.00
Tlaxcala	33,400,000.00	31,730,000.00	1,670,000.00
Veracruz	42,510,000.00	40,384,500.00	2,125,500.00
Zacatecas	44,100,000.00	41,895,000.00	2,205,000.00
<b>Total</b>	<b>330,500,000.00</b>	<b>313,975,000.00</b>	<b>16,525,000.00</b>

Una vez autorizado el POH, se apoyó en la revisión de los expedientes de los proyectos, considerando para ello el guión para la integración de expedientes de las Reglas de la SAGARPA 2009, apoyando fuertemente en los aspectos de hidrológicos (cálculos de volumen medio de escorrentías, gasto máximo instantáneo con el método racional modificado, análisis de estabilidad de presas, longitud de vertedor) diseño y calculo de volúmenes de obras (verificar m<sup>3</sup> terraplén, mampostería, concreto, excavación).

## 5.1. Resultados Financieros del POH

El papel de Unidad Ejecutora, se realizó por la CONAZA a través de sus Delegaciones Regionales y se aplicaron 309.99 M de pesos, que representó un 98.73 por ciento del total del recurso para el apoyo de los proyectos. Al final del ejercicio se registró un saldo por 3.98 millones de pesos que correspondieron a economías y cancelaciones de los proyectos, dicho saldo, fue reintegrado por parte de la CONAZA a la Tesorería Federal de la Federación (TESOFE) en tiempo y forma. El detalle a nivel entidad federativa se detalla en el Cuadro 5.2 (CONAZA, 2011).

Cuadro 5.2. Inversión ejercida por estado y reintegros (CONAZA, 2011).

Estado	Inversion		Reintegros (Economías y cancelaciones)
	Convenida con	Ejercida	
Guanajuato	47,063,000.00	44,205,449.17	2,857,550.83
Jalisco	41,515,000.00	41,515,000.00	
Michocán	35,530,000.00	35,530,000.00	
Querétaro	39,206,500.00	39,206,500.00	
San Luis Potosí	36,651,000.00	36,651,000.00	
Tlaxcala	31,730,000.00	30,606,495.86	1,123,504.14
Veracruz	40,384,500.00	40,384,500.00	
Zacatecas	41,895,000.00	41,895,000.00	
<b>Total</b>	<b>313,975,000.00</b>	<b>\$ 309,993,945.03</b>	<b>\$ 3,981,054.97</b>

La CONAZA manifiesta que la documentación soporte de los recursos federales ejercidos, se encuentra bajo su resguardo en los archivos de sus Delegaciones: Región IV, Región V, Región VI y en las Oficinas Centrales; disponible para cualquier revisión, que en su momento, se implemente por parte de los órganos de fiscalización.

## 5.2. Resultados Físicos

Con los apoyos otorgados dentro del POH, se ejecutaron 1,809 obras/acciones (bordos de abrevadero, pequeñas presas, ollas de agua, tanques de almacenamiento, como se detalla en el Cuadro 9) que integraron 518 proyectos, mismos que se distribuyeron en 524 localidades de 100 municipios en los ocho estados mencionados anteriormente (CONAZA 2011). El detalle a nivel entidad federativa se presenta en el Cuadro 5.3.

Cuadro 5.3. Resumen general de metas alcanzadas con el POH 2009 (CONAZA, 2011).

Estados	Nº de Municipios	Nº de Localidades	Nº de Proyectos	Nº Beneficiarios	Nº de Obras	Nº Jornales	Almacenamiento de Agua M³
Guanajuato	10	75	75	3,805	306	164,546	1,645,010.00
Jalisco	5	10	10	1,777	11	168,452	857,567.09
Michoacan	12	36	36	944	47	188,357	1,473,557.59
Queretaro	17	140	143	3,762	205	133,547	2,444,497.74
San Luis Potosí	16	72	72	3,667	286	156,240	1,480,094.84
Tlaxcala	6	35	31	1,849	145	73,690	485,745.36
Veracruz	14	77	72	5,521	444	192,152	507,740.90
Zacatecas	20	79	79	3,873	365	164,777	2,437,778.49
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>524</b>	<b>518</b>	<b>25,198</b>	<b>1,809</b>	<b>1,241,761</b>	<b>11,331,992</b>

Con la aplicación de 309.99 M de pesos se logró apoyar la ejecución de 518 proyectos que incluyeron la construcción de infraestructura para la captación de agua de lluvia principalmente y aguas arriba para asegurar la alargar la vida útil de la obra principal y aguas abajo obras que aseguren la funcionalidad del proyecto, a continuación se presenta en el Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Resumen general de obras/acciones apoyadas con el POH 2009 (CONAZA, 2011).

Concepto de inversión de apoyado de acuerdo a la apertura programática del POH 2009	Numero de obras
Adquisición e instalacion de líneas de conducción	111
Bordo, jagüey, represo (bordo o cortina de tierra compactada)	526
Canales de llamada	11
Cercado con malla ciclónica para protección de ollas de agua, cajas de captación y aljibes*	1
Compuertas o válvulas para obras de toma en obras de almacenamiento nuevas	1
Desasolve	2
Materiales y suministros menores	2
Muro de contención con gaviones	1
Muro de contención con mampostería	1
Ollas de agua, cajas de captación o aljibes (Excavación en terrenos de baja pendiente que carece de área de almacenamiento de agua)	476
Pequeñas presas de concreto	3
Pequeñas presas de mampostería	292
Presa Filtrante de Gaviones	4
Presas Filtrantes de piedra acomodada	216
Presas Filtrantes de troncos o ramas	13
Tanque elevado para almacenamiento de agua para consumo humano	3
Vertedor de demasías (conformación y afine)	96
Vertedor de Demasías (Recubrimiento)	48
Zampeado seco	2
<b>Total</b>	<b>1809</b>

En esta etapa se apoyó a la Dirección en las labores de supervisión física de obras cuando se registró un avance al 70 por ciento y en la conclusión de las obras, para verificar la correcta ejecución de los proyectos en apego a la normatividad vigente de la SAGARPA y constatar la funcionalidad de los mismos. En el ANEXO A, se detalla una muestra de las visitas realizadas por el personal de la Dirección de operación y seguimiento.

### 5.3. Impactos de los Resultados Obtenidos

En las tierras áridas de grandes áreas de México y del mundo, la disponibilidad de agua dulce para consumo humano, la ganadería y el riego de los cultivos es el factor más limitante para lograr objetivos.

Es importante recalcar que todos y cada uno de los proyectos planteados por los productores incluyeron trabajos orientados a mejorar las actividades agrícolas y pecuarias y de modo similar se tuvo un fuerte apoyo en labores conservacionistas de suelo, como las que se detallan a continuación.

- Creación de infraestructura para la captación y almacenamiento de 3.11 Mm<sup>3</sup> de almacenamiento de agua proveniente de los escurrimientos superficiales, mediante 296 pequeñas presas mampostería y concreto (Figura 5.2) tres tanques y 476 Ollas de agua.



Figura 5.2. Pequeña presa de mampostería (CONAZA, 2010).

Considerando el dato de la FAO, en cuanto al consumo de agua en la zona rural de 15 L.hab<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>, se garantiza el abasto de agua para 568,036 hab.año<sup>-1</sup> de las comunidades atendidas, consideradas como de alta marginación (Figura 5.3).





Figura 5.3. Disponibilidad de agua para consumo humano (CONAZA, 2010).

- Construcción de 526 bordos de abrevadero para la captación y almacenamiento de agua pluvial para aumentar la capacidad de suministro de agua para 25,207 cabezas de ganado durante la época de estiaje (Figura 5.4).



Figura 5.4. Bordo de abrevadero (CONAZA, 2010).

Considerando los datos consultados en la página electrónica [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx) el consumo de una vaca adulta seca correspondiente de  $57 \text{ L.día}^{-1}$  se garantiza la disponibilidad de agua para 386,349 cabezas de ganado.año<sup>-1</sup>.

- Durante el proceso de ejecución de las obras y/o acciones que no requerían mano de obra especializada se generó 1.2 millones de jornales y que además fue una fuente de ingreso y apoyo a la economía del productor (Figura 5.5).



Figura 5.5. Generación de jornales durante la ejecución de las obras (CONAZA, 2010).

Recordando que el apoyo fue hasta 2.5 veces el salario mínimo (\$136.47) en el proceso de ejecución las obras fue detonador de jornales y se garantizó el ingreso en la economía de 8,812 habitantes.

- Con la construcción de 233 presas filtrantes (de piedra acomodada, de gaviones, de troncos o ramas) para la recarga de acuíferos y retención de azolves así como para el aprovechamiento y control de escurrimientos (Figura 5.6).



Figura 5.6. Presa filtrante de geocostales (CONAZA, 2010).

- Con la construcción de 476 ollas de agua se beneficio a 25,198 para consumo humano principalmente y también para las actividades agrícolas y pecuarias (Figura 5. 7).



Figura 5.7. Olla de agua recubierta con geomenbrana (CONAZA, 2010).

## **VI. CONCLUSIONES**

Si bien es cierto que se requieren acciones urgentes para la restauración de los ecosistemas del país, se debe tener claro que no sólo depende del Gobierno Federal y que siga trabajando de manera aislada, depende también de la participación y apoyo consciente y desinteresado de todas las instituciones y/o dependencias públicas, pero sobre todo, de la sociedad en general que deberá continuar enfrentando los desafíos presentes y futuros con la misma aplicación y fortaleza empleadas en la ejecución del Proyecto Estratégico: Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas (POH).

Para lograr lo anterior, es necesario que en los trabajos de conservación de suelos, aprovechamiento de escorrentías, se sumen también las instituciones de educación superior que pueden reforzar los trabajos de promoción, difusión, del POH en comunidades identificadas como prioritarias y realizar los trabajos de capacitación y organización de comités pro proyecto, manejo integral de los ecosistemas y con esto se tendrá la oportunidad de aprovechar los recursos naturales de las zonas áridas y semiáridas del país con un enfoque de sustentabilidad.

La presencia de programas institucionales gubernamentales para atender la carencia de agua en las zonas rurales no ha podido cubrir la demanda de este tipo de infraestructura por posibles factores relacionados con la especialización de los mismos o a una inadecuada focalización. Sin embargo, la participación de las diferentes instancias del Gobierno Federal se ha tratado de establecer una estrategia clara y visible para avanzar en la transformación del País sobre bases sólidas, realistas y sobre todo, responsables.

Con la ejecución del Proyecto Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas 2009, es posible coadyuvar en el desarrollo de las localidades marginadas, al asegurar el abasto de agua mediante la construcción de obras descritas en el ANEXO A y directa o indirectamente influir en la alimentación de las familias beneficiadas (siembra de tilapias, establecimiento de huertos familiares, mejora del ganado) además de que dichas obras son el detonante para el desarrollo de las comunidades consideradas como de alta marginación.

## VII. LITERATURA CITADA

- Arteaga, T. E., 1985. Normas y criterios generales que rigen el proyecto de un bordo de almacenamiento Universidad Autonomía Chapingo, Septiembre.
- Barrales, D, J. S., 2008. 19º Ofrenda de Nuestra Madre Tierra. Primera Edición México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua, 2005. Estadísticas del agua en México 2005. 1ª Edición México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua, 2008. Programa Nacional Hídrico 2007 - 2012, 1ª reimpresión Junio 2008, México D.F.
- Comisión Nacional del Agua, 2010. Estadísticas del agua en México 2010, 1ª Edición. México, D.F.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas – Secretaría de Desarrollo Social, 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACD-MEXICO) Primera edición, Saltillo, Coahuila, página 29.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas y Universidad Autónoma Chapingo, 2003. Escenarios climatológicos de la Republica Mexicana ante el cambio climático. 1ª Edición, UACH, México.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas, 2009. Sesión 110 del Honorable Consejo Directivo de la CONAZA celebrada en la ciudad de México, D.F.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas, 2010. Sesión 117 del Honorable Consejo Directivo de la CONAZA celebrada en la ciudad de México, D.F.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas, 2011. Sesión 118 del Honorable Consejo Directivo de la CONAZA celebrada en la ciudad de México, D.F.
- Cossío, C. I., 2006. Seminario Internacional sobre Desarrollo Rural y el Sector Agroalimentario, México, D.F.
- Enkerlin, H. E. C., Cano G., Garza R. y Vogel, E., 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible, International Thomson Editores, México, D. F.
- Herrera, A. R., Hernández, A. N. G. y Velázquez, O. A. B., 2006. Revista 3 Rumbo Rural, Abril 2006, publicado por el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria páginas 10-13.
- Garza, G. R., 2007. Revista No. 5 La Cuenca, de la Comisión Nacional del agua, pagina 18 -20. Torreón, Coahuila, México.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2005. II Censo de Población y Vivienda 2005, Panorama General, Octubre 2005, México D.F.
- Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI a), 2008. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2008, Aguascalientes, Ags, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI b), 2008. Estadísticas a propósito del día mundial del agua. Datos Nacionales. 22 de Marzo.
- Presidencia de la República, 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2012, 1ª edición Mayo 2007, México D.F.
- Rojas, R, T. 2002. Las obras mesoamericanas en la transición novohispana. XIII Economy History Congress. Sesión 117 "Transferencia de técnicas, modelos de producción y uso del agua en Europa y América Latina (Desde la antigüedad hasta la el siglo XX)", Buenos Aires, Argentina, Julio 2002.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA) a, 2009, Lineamientos Operativos para el Proyecto Estratégico "Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas" en el marco del componente de Conservación y Uso sustentable de Suelo y Agua, del Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria, emitidos por la SAGARPA en Enero de 2009, publicados en el diario oficial de la Federación.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA) b, 2009. Reglas de operación de los programas de la SAGARPA publicadas en el Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2003. Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales Boulevard Adolfo Ruiz Cortínez No. 4,209 Jardines en la montaña C.P. 14210 Tlalpan, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2006. Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales Boulevard Adolfo Ruiz Cortínez No. 4,209 Jardines en la montaña C.P. 14210 Tlalpan, México.
- SEMARNAT y Colegio de postgraduados, 2004. Evaluación de la degradación de los suelos causada por el hombre en la república mexicana a escala 1:250000.- Memoria Nacional 2001 – 2002 México, D.F.

Valencia, C. C. M., 2005. Conservación de ecosistemas naturales en la Comarca Lagunera. Revista publicada por la Universidad Autónoma Chapingo, serie Zonas Áridas. VOL. 4 NÚM. 2, Octubre 2005, Bermejillo, Durango, México.

Villaseñor, C. J., 1979. Proyectos de Obras Hidráulicas Universidad Autónoma Chapingo 1ª Edición Chapingo, México.

Zúñiga, I., 2006. Agua para el desarrollo como prioridad y como derecho. Revista 3 Rumbo Rural, Abril, publicado por el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria páginas 60-65.

#### Páginas web consultadas

- [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)
- <http://www.riodmex.org/ctx-nacional.html>
- [ww.ine.gob.mx/emapas/download/lch\\_degradacion.pdf](http://www.ine.gob.mx/emapas/download/lch_degradacion.pdf) –
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Tierra>
- <http://www.agua.org.mx/content/section/5/27/>

# ANEXO A



## **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES OBRAS APOYADAS CON EL POH 2009**

### **Bordo de abrevadero**

Finalidad:

Captar y almacenar agua de escurrimientos superficiales, para uso principalmente pecuario (Figura 1).

Descripción Constructiva:

Estructura principal o cortina, a base de tierra compactada preferentemente arcilloso, con diversas formas de acuerdo a las características del terreno.

Estructuras complementarias:

Canales de llamada, desarenador, vertedor de demasías, colchón hidráulico.



Figura 1. Bordo de abrevadero, Jagüey, Estanque, Presón, Represa, Aguaje (CONAZA, 2010).

## **Pequeñas presas (mampostería, concreto)**

Finalidad:

Captar y almacenar agua de escurrimientos superficiales, para uso pecuario y agrícola, favoreciendo la disminución de la velocidad del agua y la sedimentación de las partículas que están en suspensión, como se aprecia en la Figura 2.

Descripción Constructiva:

Consisten en la colocación de estructura permanente, a base de mampostería o concreto, perpendicular al cauce, con diversas formas en función de su ubicación.

Estructuras complementarias:

Vertedor de demasías, colchón hidráulico, obra de toma, líneas de conducción, entre otras.



Figura 2. Pequeña presa, Represa (CONAZA, 2010).

## Jagüey

Finalidad:

Captar y almacenar agua de escurrimientos superficiales, para uso principalmente pecuario (Figura 3).

Descripción Constructiva:

Es un bordo de tierra compactada, generalmente semicircular, excavado en el centro para aumentar la capacidad de almacenamiento, con el tiempo, el fondo se sella casi totalmente, disminuyendo las pérdidas por infiltración.



Figura 3. Jagüey, Bordo de abrevadero, Estanque, Presón, Represa, Aguaje (CONAZA, 2010).

## Ollas de Agua, Cajas de Captación, Aljibes o Estanques

Finalidad:

Captar y almacenar agua de escurrimientos superficiales, para uso humano principalmente (Figura 4).

Descripción Constructiva:

Los aljibes son estructuras que permiten conservar y almacenar los escurrimientos de aguas de lluvia en un vaso de almacenamiento, construido a base de mampostería o concreto, generalmente ubicada en un punto específico de una cuenca y lo más cercano posible a una localidad.

Estructuras complementarias:

Canal de llamada, desarenadores, vertedor de demasías, líneas de conducción, filtro, tomas de distribución, cerco de protección.



Figura 4. Aljibe, Olla de Agua o Estanques (CONAZA, 2010).

## **Estructuras para el cabeceo de cárcavas**

Finalidad:

Es prevenir y detener la erosión remontante (aguas arriba) de una cárcava, como se observa en la Figura 5.

Descripción Constructiva:

Consiste en el recubrimiento con material inerte como piedras, cemento o material vegetativo, para proteger el desprendimiento del suelo por fricción.

Estructuras complementarias:

Presas filtrantes en algunas secciones de la cárcava, zanja derivadoras, zanjas bordos, terrazas de formación sucesiva, entre otras.



Figura 5. Cabeceo de cárcava (CONAZA, 2010).

## **Presas filtrantes de Costales Rellenos de Tierra**

Finalidad:

Reducir la velocidad del agua y favorecer la disposición de sedimentos para proporcionar protección al suelo y dar tiempo a que crezca la vegetación (Figura 6).

Descripción Constructiva:

Son estructuras temporales de 2 a 8 años de vida útil, transversales a la pendiente del cauce, consistentes en sacos de polipropileno rellenos usualmente con la misma tierra del sitio, cosidos con fibra acrílica; alcanzan alturas de hasta 1.5 m. Se recomienda su uso en pendientes menores al 35 por ciento.

Estructuras complementarias: Vertedor, colchón hidráulico, entre otras.



Figura 6. Presa Filtrante de costales rellenos de tierra (CONAZA, 2010).

## **Presas filtrantes de Gaviones**

### **Finalidad:**

Disminuir la velocidad y fuerza del torrente inicial mediante el estancamiento provisional del agua en diversos puntos, se logra el control de los dos recursos naturales involucrados: el suelo y el agua (Figura 7).

### **Descripción Constructiva:**

Las presas de gaviones están armadas con una serie de cajones de malla de alambre galvanizado, rellenos de piedras, amarrados unos a otros, por lo que tienen gran resistencia para enfrentar corrientes turbulentas, se orientan de manera transversal a la pendiente del cauce.

### **Estructuras complementarias:**

Vertedor, taludes, colchón hidráulico, canal de conducción, tomas de distribución, entre otras.



Figura 7. Presa filtrante de gaviones (CONAZA, 2010).

## **Presas filtrantes de Piedra Acomodada**

Finalidad:

Retener los materiales sólidos aguas arriba y permitir una infiltración del líquido con menor velocidad, facilitando su control y alargando el tiempo de escurrimiento, como se aprecia en la Figura 8.

Descripción Constructiva:

Consiste en una pared perpendicular a la dirección de la corriente, edificada simplemente acomodando y superponiendo piedras. De modo que quedan hendiduras entre ellas por donde puede filtrarse el agua.

Estructuras complementarias:

Vertedor, colchón amortiguador, entre otras.



Figura 8. Presa filtrante de piedra acomodada (CONAZA, 2010).



## Presas filtrantes de Troncos o Ramas

Finalidad:

Disminuir la erosión hídrica, a través de la reducción de la velocidad del agua en los cauces, y aumentar su infiltración al subsuelo (Figura 9).

Descripción Constructiva:

Es una estructura conformada con troncos y ramas, la cual se usa temporalmente y se construye orientado de manera transversal a la pendiente del cauce, con dimensiones variables en función de la pendiente y caudal. Se recomienda su uso en pendientes moderadas y que el ancho del cauce no exceda los 4.0 m.



Figura 9. Presas filtrantes de troncos o ramas (CONAZA, 2010).

## Vertedor de demasías

Finalidad:

Es dar paso al agua que ya no es posible almacenar en los vasos, y que sirve como elemento de seguridad para evitar daños a la estructura principal, es decir por donde se eliminan las demasías en una presa, Figura 10.

Descripción Constructiva:

Colocación de muros y pisos de concreto o mampostería, debidamente anclados al terraplén, por medio de dentellones laterales (Mampostería).

Estructuras complementarias:

Estructuras disipadoras, colchón hidráulico.



Figura 10. Vertedor de demasías (CONAZA, 2010).

## Colchón hidráulico

Finalidad:

Estructura utilizada en vertederos de excedencias rápidas y de caída libre, con el fin de proteger de las socavaciones y evitar posibles asentamientos (Figura 11).

Descripción Constructiva:

Es un revestimiento realizado a base de material de mampostería, en la zona inmediata aguas abajo de la estructura principal, para evitar los efectos erosivos del agua que pasa a través del vertedor.



Figura 11. Colchón hidráulico, Delantal (CONAZA, 2010).

## **Cercado de Ollas, Cajas, Aljibes o estanques**

Finalidad:

Protección perimetral en obras de captación y almacenamiento de agua, a fin de resguardar la vida útil de éstas y evitar accidentes, como se aprecia en la Figura 12.

Descripción Constructiva:

Los cercos son estructuras que pueden ser fabricadas en hierro, metal, plástico o madera. No existen cercos prefabricados ya que cada uno debe hacerse a medida.

Estructuras complementarias:

Postas de retención, puertas de acceso, cordón cuneta, entre otras.



Figura 12. Cercado de olla (CONAZA, 2010).

## Adquisición e instalación de líneas de conducción

Finalidad:

Es la conducción del agua desde la captación hasta el lugar de aprovechamiento o a un reservorio (Figura13).

Descripción Constructiva:

Se denomina obra de conducción a los materiales como canales y tuberías construidas a base de materiales de concreto, acero sin costura, polietileno, entre otros. En algunos casos los sistemas de conducción están cubiertos por tierra, para protección de materiales.

Estructuras complementarias:

Válvulas de desfogue, válvulas de control, cajas de distribución, entre otras.



Figura 13. Instalación de línea de conducción (CONAZA, 2010).

## Tanques para almacenamiento de agua

Finalidad:

Almacenaje de líquidos de los cuales el más común es el agua, y considerando los objetivos del Proyecto Estratégico “Construcción de Pequeñas Obras hidráulicas, el uso posterior es para consumo humano (Figura 14).

Descripción Constructiva:

La forma de los depósitos puede variar, pero la mayoría son de forma circular o rectangular. Los materiales utilizados en su construcción incluyen hierro, acero reforzado o concreto, cemento armado, mampostería, mortero o arcilla, polietileno y fibra de vidrio. Generalmente techada, ubicada en un lugar estratégico que facilite la distribución del agua por gravedad.

Estructuras complementarias:

Línea de alimentación, línea de distribución, escalera y desagüe, entre otras.



Figura 14. Pilas o Depósitos de almacenamiento de agua (CONAZA, 2010).

## Recubrimiento con Geomembrana

Finalidad:

Recubrir una superficie para la contención de agua potable o residual y evitar las fugas por infiltración, como se aprecia en la Figura 15. Lo cual representa un mejor aprovechamiento del recurso.

Descripción Constructiva:

Es la lámina impermeable que se utiliza en sistemas de captación y almacenamiento de agua, para recubrir aljibes, ollas de agua, cajas de captación o estanques, para uso humano, entre otros) fabricada a partir de diferentes resinas plásticas, con diversos materiales sintéticos y en presentaciones laminares de diversos calibres.

Estructuras complementarias:

Obras de toma y extracción, canal de conducción, desarenador, cerco de protección, entre otras.



Figura 15. Recubrimiento con geomembrana (CONAZA, 2010).

Las obras o prácticas y conceptos de apoyo no considerados en esta Apertura Programática, y que fueron apoyados dentro de un proyecto integral, se registró en el Sistema de Información de la Secretaría, previa obtención de la autorización oficial de la SAGARPA.

