

# **“CATÁLOGO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN POR REGIÓN HIDROLÓGICO- ADMINISTRATIVA PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO.”**

## **PROYECTO DP1711.1**

COORDINACIÓN DE DESARROLLO PROFESIONAL E INSTITUCIONAL  
SUBCOORDINACIÓN DE PLANEACIÓN, ECONOMÍA Y FINANZAS DEL  
AGUA

PARTICIPANTES:

DR. PEDRO ANTONIO GUIDO ALDANA

**México, 2017**

**CATÁLOGO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y  
MITIGACIÓN PARA LAS REGIONES  
HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS VI (RÍO  
BRAVO) Y XII (PENÍNSULA DE YUCATÁN) PARA  
ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO.**

## ÍNDICE

### PRÓLOGO

### INTRODUCCIÓN

- a. Generalidades
- b. Contexto de las 13 Regiones Hidrológico Administrativas
- c. Seguridad hídrica, nexos y cambio climático
- d. El financiamiento para atender el cambio climático
- e. Objetivo del Catálogo
- f. Estructura del Catálogo

### CAPÍTULOS Y SUBCAPÍTULOS

#### **CAPÍTULO 1.**

#### **LA REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VI (RÍO BRAVO)**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Aspectos ambientales
- 1.3 Aspectos económicos
- 1.4 Aspectos sociales
- 1.5 Retos en materia de cambio climático en la región
- 1.6 Identificación de acciones para enfrentar el cambio climático

#### **CAPÍTULO 2.**

#### **LA REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA XII (PENÍNSULA DE YUCATÁN)**

- 2.1 Introducción
- 2.2 Aspectos ambientales
- 2.3 Aspectos económicos
- 2.4 Aspectos sociales
- 2.5 Retos en materia de cambio climático en la región
- 2.6 Identificación de acciones para enfrentar el cambio climático

### **CAPÍTULO 3.**

## **CATÁLOGOS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y/O MITIGACIÓN PARA LA REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VI (RÍO BRAVO) Y XII (PENÍNSULA DE YUCATÁN)**

- 3.1 Catálogo de medidas de adaptación y/o mitigación con potencial de aplicación en la RHA VI Río Bravo y RHA XII Península de Yucatán
- 3.2 Catálogo de medidas de adaptación y/o mitigación para la RHA VI Río Bravo
- 3.3 Catálogo de medidas de adaptación y/o mitigación para la RHA XII Península de Yucatán

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **ANEXO TÉCNICO: FICHAS DESCRIPTIVAS**

## PRÓLOGO

La demanda de agua se prevé que aumente en un clima más cálido, situación que generará un aumento de la competencia por este bien entre la agricultura, el sector urbano y los usuarios industriales. Como consecuencia se necesitarán nuevas estrategias y tecnologías para garantizar la seguridad hídrica mediante un uso más eficiente de los recursos hídricos al mismo tiempo que se implementan medidas que favorezcan la conservación de los sistemas productores de agua.

Para una adecuada toma de decisiones en relación con el uso y la conservación de los recursos hídricos, es sumamente necesario realizar un análisis completo y detallado de todos los efectos directos e indirectos posibles del cambio climático en el ciclo hidrológico. Los efectos posibles del cambio y variabilidad climáticos apenas se han considerado en los planes de desarrollo y de administración del sector del agua, de ahí la necesidad de prever acciones que permitan reducir la vulnerabilidad a tales efectos.

En el contexto actual, resulta fundamental recopilar y organizar ideas, experiencias, proyectos y casos de éxito que puedan convertirse en insumos para que el tema del cambio climático se considere en los componentes programáticos de los distintos instrumentos de planificación del recurso hídrico, en todos niveles, nacional, estatal y municipal. Las medidas que se presentan en este Catálogo han sido seleccionadas por su alto potencial de implementación en la Región Hidrológico Administrativa VI Río Bravo y XII Península de Yucatán, además de poder implementarse en zonas de transición, de amortiguación, en condiciones de riesgo, vulnerabilidad o en recuperación como acciones de adaptación y mitigación al cambio climático.

## INTRODUCCIÓN

### Generalidades

México es un país con una gran riqueza ambiental que enfrenta procesos de acelerada transformación, debido a las actividades económicas y sociales. Frente a los retos que imponen el cambio climático en el país y la necesidad de avanzar en el tema de la seguridad hídrica, resulta primordial la generación de insumos para su inclusión en los componentes programáticos de los instrumentos de planificación del recurso hídrico y avanzar hacia la seguridad hídrica. Este objetivo se puede lograr mediante la recopilación de ideas, experiencias, planes o proyectos.

Dada la coyuntura actual, las medidas de adaptación a los efectos del cambio climático deben ser consideradas en la etapa de formulación de cualquier proyecto de inversión pública, definiendo en cada uno de ellos la potencial afectación presente por las amenazas climáticas y cuál es la afectación futura. Teniendo como base este análisis y mediante un ejercicio prospectivo, es posible establecer las medidas que se deben incorporar en la estructura técnica de cada proyecto con el fin de reducir la vulnerabilidad del territorio y actuar bajo un principio de eficiencia en la administración pública.

La elaboración del Catálogo de Medidas de Adaptación y Mitigación por Región Hidrológico-Administrativa está propuesta por etapas, en cada una de las cuales se consideren al menos dos Regiones Hidrológico Administrativas - RHA. En esta primera etapa se han seleccionado las **RHAs VI Río Bravo y XII Península de Yucatán**.

La metodología propuesta para el desarrollo de este proyecto considera una amplia revisión bibliográfica, en particular los Informes de la Situación del

Medio Ambiente en México, los Programas Hídricos Regionales elaborados por el IMTA en conjunto con la Comisión Nacional del Agua **CONAGUA**, así como también los Programas Estatales de Cambio Climático que cada estado de la Federación, integrante de cada región objetivo, ha propuesto para mitigar los efectos de este fenómeno. Los escenarios que plantean estos documentos para México en relación con el cambio climático son la base para la propuesta de medidas de adaptación y/o mitigación que se proponen. El tema de la seguridad hídrica y el nexo con el cambio climático ha recibido especial atención.

La heterogeneidad que muestran las diferentes RHAs, misma que se ha verificado a través del análisis de algunas variables físicas y estadísticas y que se presenta en los siguientes párrafos, y los diferentes niveles de vulnerabilidad, es pertinente seleccionar acciones específicas de adaptación y/o mitigación para enfrentar el cambio climático para cada una de ellas, con potencial de ser implementadas en zonas de transición, de amortiguación, en condiciones de riesgo, vulnerabilidad o en recuperación.

### **a. Contexto general de las Regiones Hidrológico Administrativas**

En México, la entidad encargada de la gestión del agua es la Comisión Nacional de Agua (**CONAGUA**), la cual desempeña sus funciones administrativas, normativas y técnicas, a través de 13 Organismos de Cuenca, cuyo ámbito de competencia son las Regiones Hidrológico Administrativas (RHA). Dentro de este contexto, México se encuentra dividido en 13 RHA, cuyas delimitaciones están definidas con criterios hidrológicos, respetando la división política municipal para facilitar la administración e integración de la información

socioeconómica. En ellas se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, véase la Figura 1 y Tabla 1.



**Figura 1. Regiones Hidrológico-administrativas en México.**

*Fuente: Estadísticas del Agua en México 2015.*

Cada RHA presenta características particulares en los temas ambiental, económico y social, como se comenta a continuación (SEMARNAT, 2013).

- ✓ La **RHA VI Río Bravo** es la más grande de todas con una extensión de 379,604 km<sup>2</sup> que corresponden al 19.38 % del territorio nacional, mientras que la más pequeña es la RHA XIII Aguas del Valle de México con una extensión de 16,424 km<sup>2</sup> que equivalen apenas al 0.84 % de territorio nacional.



- ✓ La **RHA XII Península de Yucatán** es la más dependiente de las aguas subterráneas. El 96.6% del agua consumida (4,009 Mm<sup>3</sup>) proviene de sus 4 acuíferos.
- ✓ En el caso de la RHA XIII Aguas del Valle de México, esta es la más densamente poblada con 1,262 hab/km<sup>2</sup>, además de ser la de mayor grado de presión, 138%, con apenas un índice de agua renovable per cápita de 150 m<sup>3</sup>/hab/año.
- ✓ La RHA XI Frontera Sur es la más húmeda con una precipitación normal anual (1981-2010) de 2,295.4 mm; mientras que la RHA I Península de Baja California es la más seca con solo 217.2 mm de precipitación normal anual, para el mismo periodo.
- ✓ La RHA XIII Aguas del Valle de México y la VII Cuencas Centrales del Norte son las únicas que no abarcan costa.

**Tabla 1.** Características de las Regiones Hidrológico Administrativas.

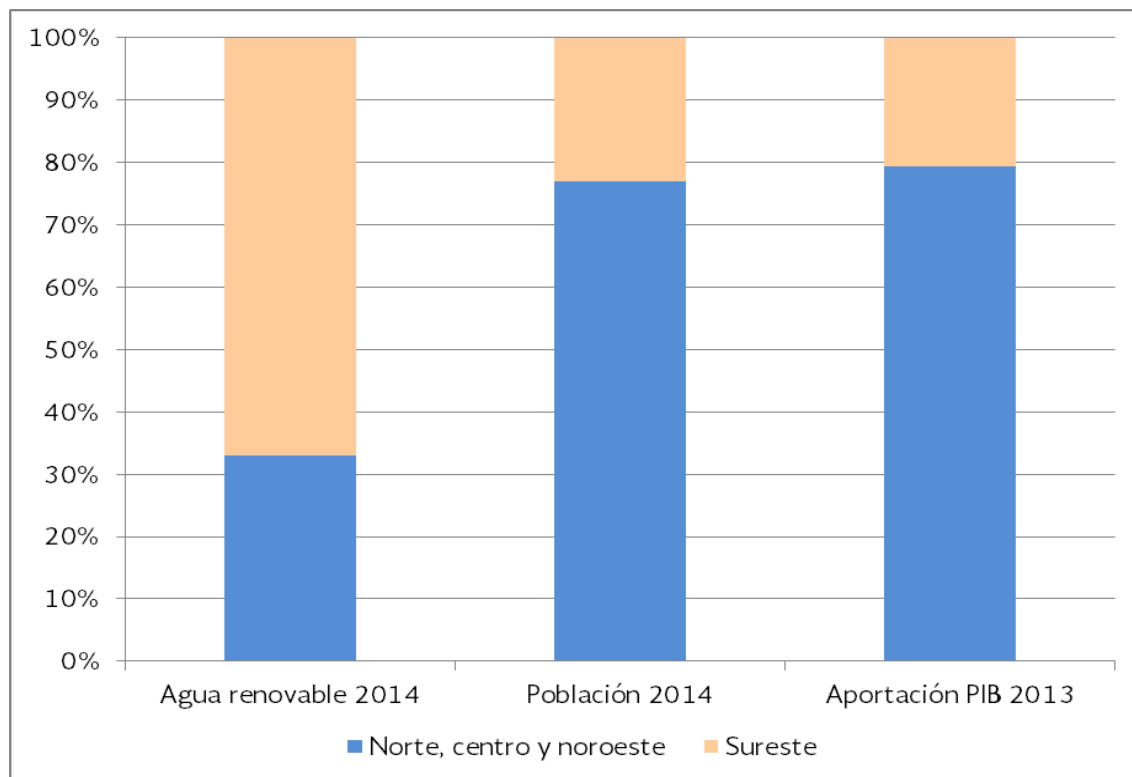
RHA	Superficie continental (km <sup>2</sup> )	Población 2014 (Mill hab)	Agua renovable 2014 (hm <sup>3</sup> /año)	Agua renovable per cápita 2014 (m <sup>3</sup> /hab/año)	Aportación PIB Nacional 2013 (%)	Municipio/ Del. del DF (No.)
I	154,279	4.37	4,958	1,135	3.77	11
II	196,326	2.80	8,273	2,951	2.96	78
III	152,007	4.47	25,596	5,730	2.81	51
IV	116,439	11.69	22,156	1,896	6.11	420
V	82,775	5.02	30,565	6,084	2.20	378
VI	390,440	12.15	12,316	1,014	14.32	144
VII	187,621	4.52	7,849	1,738	4.08	78
VIII	192,722	23.89	35,093	1,469	18.24	332
IX	127,064	5.23	28,085	5,366	2.21	148
X	102,354	10.48	95,129	9,075	5.67	432
XI	99,094	7.57	144,459	19,078	5.00	137

<b>XII</b>	139,897	4.52	29,324	6,494	7.83	127
<b>XIII</b>	18,229	23.01	3,458	150	24.81	121
<b>Total</b>	<b>1,959,248</b>	<b>119.71</b>	<b>447,260</b>	<b>3,736</b>	<b>100.00</b>	<b>2,457</b>

**Fuente: Estadísticas del Agua en México 2015**

Con la información contenida en la Tabla 1 es posible realizar un ejercicio afín de resaltar el contraste entre las RHAs. Las RHAs V, X, XI y XII, ubicadas en el sureste del país, se pueden agrupar y contrastar con las regiones restantes, como se muestra en las Figuras 2 y 3.

En las regiones del sureste se concentran dos terceras partes del agua renovable en el país, ubicándose en ellas la quinta parte de la población, la cual aporta la quinta parte del PIB nacional. Las regiones del norte, centro y noroeste cuentan con una tercera parte del agua renovable en el país, cuatro quintas partes de la población y de la aportación regional al PIB nacional.



**Figura 2. Contraste regional entre agua renovable y desarrollo.**

**Fuente: Estadísticas del Agua en México 2015.**

Es de resaltar que en cuanto al agua renovable per cápita, la disponibilidad en las regiones del sureste es siete veces mayor en el resto de las regiones hidrológico-administrativas del país, véase Figura 3. La región sureste de México constituye una importante reserva natural por su biodiversidad y porque allí se localiza la mayor riqueza hidrológica de México. Cuenta con la cuenca hidrológica Grijalva-Usumacinta, la más importante del país por su tamaño 91,345.00 km<sup>2</sup> y volumen de agua 36,500 millones de m<sup>3</sup> anuales.



**Figura 3. Agua renovable per cápita 2014.**  
**Fuente: Estadísticas del Agua en México 2015.**

Particularmente la Cuenca del río Grijalva alberga cuatro presas hidroeléctricas (La Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas) que en su conjunto representan

aproximadamente el 45 %, de la capacidad hidroeléctrica en operación del país, véase la Figura 4.



**Figura 4. Ubicación de las presas del sistema hidroeléctrico Grijalva.**  
*Fuente: Elaboración propia.*

Estudios realizados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM demuestran que el cambio climático puede afectar el suministro de agua superficial a través de reducción de los flujos en los vasos de almacenamiento o aumentar la variabilidad en el flujo de entrada, lo que afectará los rendimientos de los almacenamientos. Además precisan que las medidas de adaptación, para los sistemas naturales y humanos, ante afectaciones en la disponibilidad del agua, inducida por el cambio climático en la cuenca del río Grijalva, deben responder al incremento en la temperatura, la disminución de la lluvia anual y el un

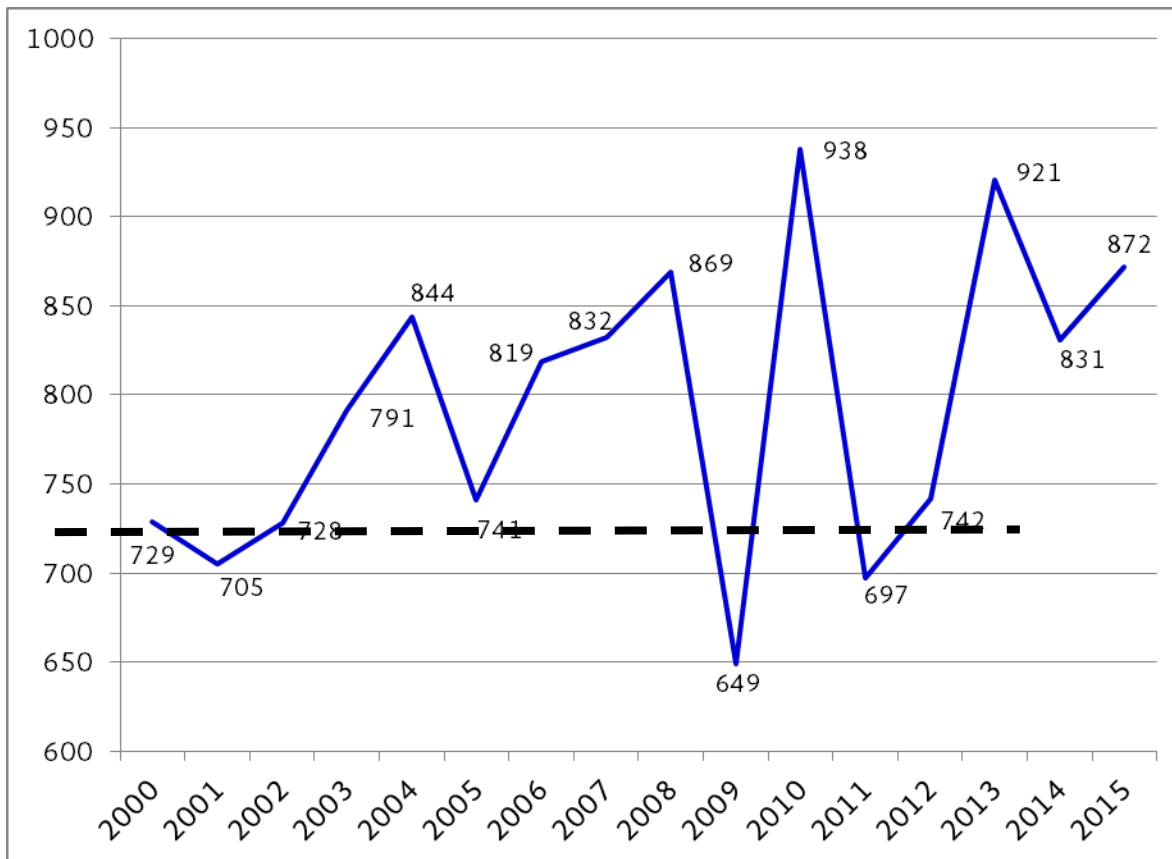
incremento en el nivel del agua por efecto de la elevación del nivel medio del mar (**González 2009**).

Dentro de este contexto, en México, y en particular en cada una de sus 13 RHA, la variabilidad espacial y temporal en la disponibilidad del agua juega un papel preponderante en la dinámica económica, social y ambiental.

Este gradiente ha sido analizado tomando como referencia datos, variables y fenómenos relacionados con el clima tales como: Disponibilidad natural media per cápita; Precipitación; Áreas afectadas por sequía; Principales presas en México por capacidad de almacenamiento; Grado de presión sobre los recursos hídricos; Volúmenes concesionados para usos consuntivos; Intensidad de uso del agua subterránea; Acuíferos sobreexplotados, con intrusión marina y salinización de suelos; Uso consuntivo; entre otras. En las siguientes Figuras puede apreciarse el comportamiento de algunas variables, en periodos de tiempo específicos, mismas que ilustran sobre los retos que enfrenta cada RHA.

### ***Precipitación***

En México, la precipitación normal para el periodo 1981-2010 fue de 935.7 mm, volumen que se considera abundante (**Conagua, 2011**), véase la Figura 5. Sin embargo, resulta poco representativo de la situación hídrica a lo largo del país. Por ejemplo, en 2011, Baja California Sur apenas registro poco más 70 mm de lluvia, mientras que en Chiapas y Tabasco la precipitación anual alcanzó los 2,373 y 2,478 mm, respectivamente. La escasa precipitación en Baja California explica los bajos niveles de escurrimiento, mientras que en Yucatán, la causa es su relieve plano y sustrato permeable que impiden la formación de escurrimientos superficiales de importancia.

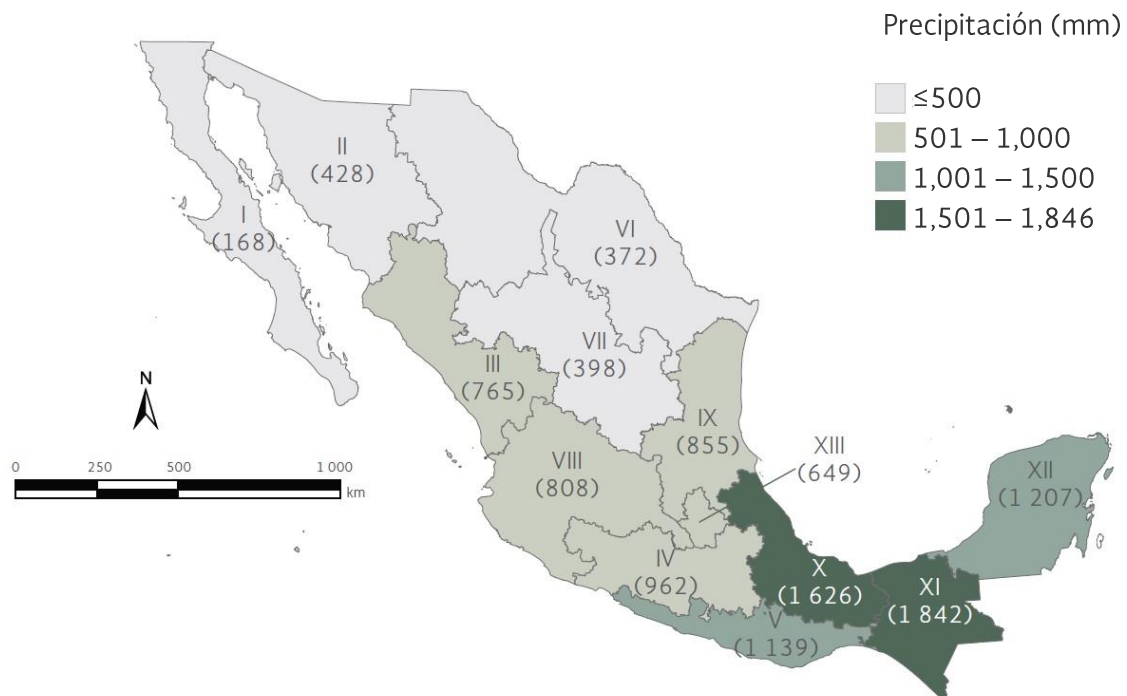


----- Precipitación media anual para el periodo 1981-2015: 740 mm

**Figura 5. México. Precipitación media normal en México en mm, 2000 – 2015.**

*Fuente: Estadísticas del Agua en México 2015.*

A la variación temporal debe sumarse una importante variación espacial. Los contrastes en los volúmenes de la precipitación recibida entre las RHA en las que se divide el país se deben fundamentalmente a la diversidad de climas presentes en ellas. Para ilustrar lo anterior, en la RHA Frontera Sur XI, con un clima cálido húmedo, la precipitación pluvial normal anual entre los años 1981 y 2010 fue casi once veces mayor que la observada en la RHA Península de Baja California la que presenta un clima seco, con una precipitación que va de 168 a 1,842 mm respectivamente (véase la Figura 6).



**Figura 6. Precipitación normal anual en mm, por RHA, 1981 - 2010**

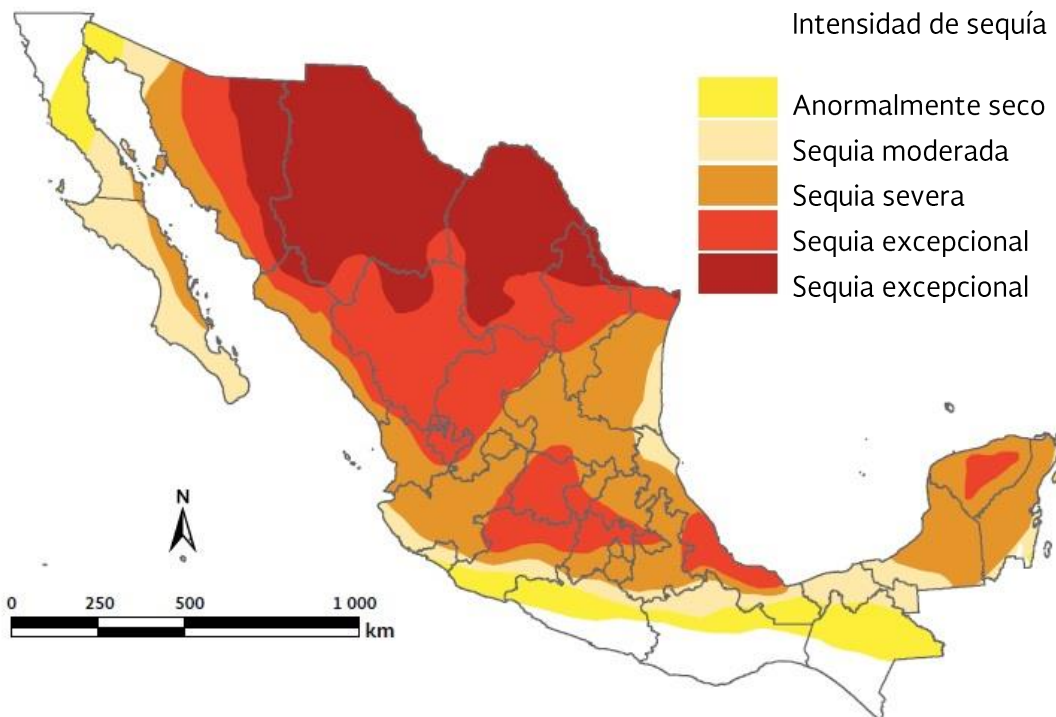
**Fuente: SEMARNAT 2016**

El escurrimiento superficial también muestra variaciones importantes a lo largo y ancho de la geografía nacional: en la RHA XI Frontera Sur escurre cerca del 34% del total nacional (principalmente a través de los ríos Grijalva y Usumacinta), mientras que en las penínsulas de Baja California y Yucatán fue aproximadamente del uno por ciento. En el caso de Baja California, la situación se explica por su escasa precipitación, y en el de Yucatán, por ser un territorio plano con un sustrato permeable como se explicó en párrafos anteriores.

Respecto a la recarga media total de los acuíferos, el mayor porcentaje ocurre en las regiones XI Frontera Sur (recarga de 22,718 hm<sup>3</sup>) y **XII Península de Yucatán** (25,316 hm<sup>3</sup>), lo que representa el 24.6 y 27.4% respectivamente de la recarga total. En contraste, las regiones con menor contribución a la recarga de acuíferos nacional son la I Península de Baja California (con 1.8% de la recarga total) y la V Pacífico Sur (con 2.1%), **(SEMARNAT 2016)**.

## Sequías

La aridez se define como una condición natural de una región caracterizada por la falta de agua en el suelo y de humedad en el aire, mientras que la sequía se considera como una condición climática temporal, en la cual el nivel de la precipitación es considerablemente menor a la normal, afectando negativamente los sistemas ecológicos y productivos (UNCCD, 1996). Entre sus efectos se encuentran la pérdida de la productividad de las tierras y de la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas afectados. México ha padecido severos periodos de sequía (véase la Figura 7). En la **RHA VI Río Bravo** se han presentado sequías excepcionales mientras que en **la RHA XII Península de Yucatán** han sido severas. Entre 2010 y 2015, si se consideran tan sólo las condiciones de sequía severa y extrema, 45% del territorio sufrió cuando menos dos años de sequías, principalmente en la mitad norte del país y en casi la totalidad de la península de Yucatán.



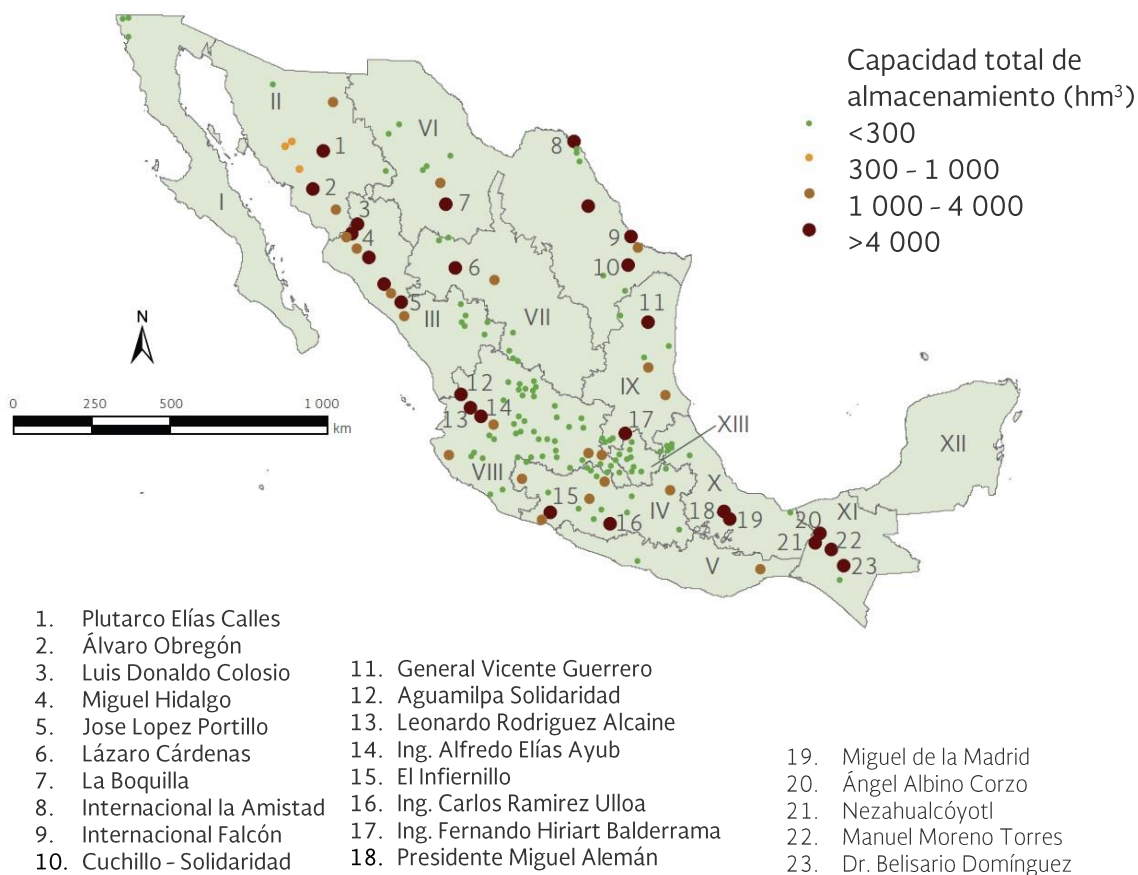
**Figura 7. Áreas afectadas por las diversas intensidades de sequía, junio de 2011.**

**Fuente: SEMARNAT 2016.**



## Presas

Existen más de 5,163 presas y bordos en México, algunas de las cuales se clasifican como grandes presas, de acuerdo con la definición de la Comisión Internacional de Grandes Presas, misma que precisa: La presa debe tener por lo menos 15 metros de altura en la cortina; o de 10 a 15 metros con un volumen de almacenamiento mayor a 3 hm<sup>3</sup> (Icold 2007). Este volumen varía de acuerdo a la precipitación y los escurrimientos en las distintas regiones del país, así como de las políticas de operación, determinadas por sus objetivos en el abastecimiento a los diversos usos y el control de avenidas. La ubicación de las presas puede verse en la Figura 8 y sus principales características pueden consultarse en la referencia.



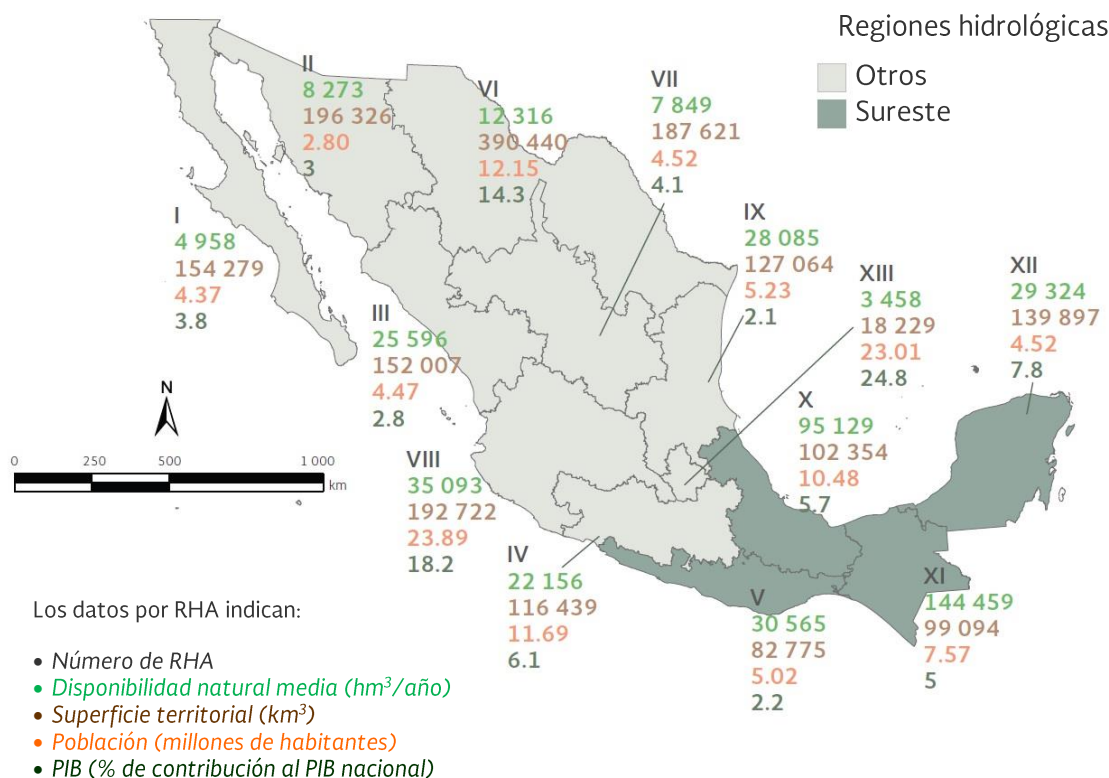
**Figura 8. Presas más grandes del país por RHA, 2015**

**Fuente: SEMARNAT 2016.**

La localización de dichas presas sigue, entre otros factores, el régimen hidrológico de la corriente, la topografía y características geológicas del sitio, así como los usos a los cuales se destinará, entre ellos la generación de energía eléctrica, el abastecimiento público, la irrigación y el control de avenidas.

### Disponibilidad natural media, población y PIB en las RHA

El agua renovable o disponibilidad natural media total, es muy heterogénea entre las RHA. Frontera Sur dispone del 32.3% del total nacional (esto es, cerca de 144.5 km<sup>3</sup>/año en más del 5% del territorio nacional). Aguas del Valle de México, apenas dispone del 0.8% del total (3.5 km<sup>3</sup>/año en 0.9% del territorio). Estos datos contrastan con la distribución de la población y el PIB regional (Fig. 9).



**Figura 9. Disponibilidad natural media, población y PIB en México.**

Nota: Los datos de disponibilidad y población son a 2014; los datos de PIB corresponden a 2013.

Fuente: SEMARNAT 2016

Considerando las cuatro RHAs del sureste del país (V Pacífico Sur, X Golfo Centro, XI Frontera Sur y **XII Península de Yucatán**), en ellas se concentra el 67% del agua renovable, pero alojan solo el ~23% de la población nacional, y contribuyen con ~22% del PIB nacional. Este desequilibrio en la disponibilidad de agua, población asentada y economía entre regiones, constituye una fuente potencial de tensiones entre los diferentes sectores consumidores de agua, así como por las afectaciones a los ecosistemas que podrían verse privados del recurso para destinarlo a la población o bien, a actividades agropecuarias e industriales, situación que se agravará por el cambio climático.

La concentración y el crecimiento acelerado de la población en las localidades urbanas generan fuertes presiones sobre el medio ambiente y las instituciones, derivadas de la demanda incrementada de servicios. El Consejo Nacional de Población **CONAPO** estimó que al 2014, en las 14 Zonas Metropolitanas con una población mayor a un millón de habitantes, se concentraba el 39.3% de la población del país, es decir 47.1 millones de habitantes (véase Figura 9).

Es de resaltar que algunas de las RHAs para las que se espera mayor crecimiento poblacional son al mismo tiempo aquéllas donde ya existe un grado de presión sobre el recurso hídrico mayor que el nacional. En contraste, se espera un crecimiento menor en las RHA con menor grado de presión (V Pacífico Sur y X Golfo Centro).

En el documento de la Comisión Económica para América Latina “Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe” (**CEPAL 2016**) se precisa que en relación con la situación actual y la dinámica de los recursos hídricos en

Latinoamérica y en particular en México, los procesos y fuerzas dinamizadoras están asociados con:

- La transformación demográfica que se expresa en fenómenos como el crecimiento de la población en ciertas regiones y el envejecimiento de la pirámide demográfica, y en cambios sociales, como el surgimiento masivo de las clases medias.
- Los procesos de urbanización y expansión de las ciudades.
- La variabilidad y el cambio climático.

Además menciona la escasez de recursos naturales en el contexto de los mercados globales y la gobernabilidad democrática en el nuevo contexto social, económico y tecnológico.

En el año 2030 se espera que el 53.6% de los mexicanos, es decir, 73.7 millones de habitantes, se asienten en 38 núcleos de población (35 Zonas Metropolitanas y 3 localidades no conurbadas) con más de 500,000 habitantes. En la Figura 10 pueden apreciarse los principales núcleos de población en México con datos de población al 2014.

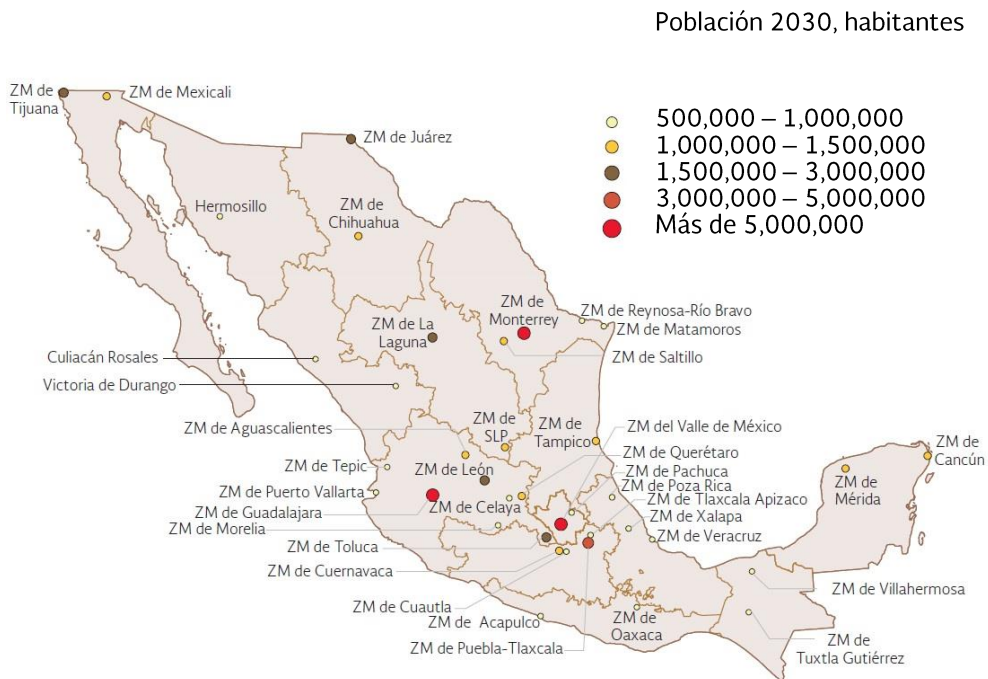
El incremento de la población ocasionará la disminución del agua renovable per cápita a nivel nacional, la cual pasará de 3,736 m<sup>3</sup>/hab/año en 2014 a 3,253 m<sup>3</sup>/hab/año en 2030 (véase la Figura 11). Se estima que al año 2030 en algunas de las RHAs, el agua renovable per cápita alcanzará niveles cercanos o incluso inferiores a los 1,000 m<sup>3</sup>/hab/año, lo que califica como una condición de escasez (**CONAGUA 2015**).



**Figura 10. Principales núcleos de población.**

Nota: Incluye tanto ZM como localidades fuera de ZM, con población mayor a 500 mil habitantes.

**Fuente: SEMARNAT 2016**



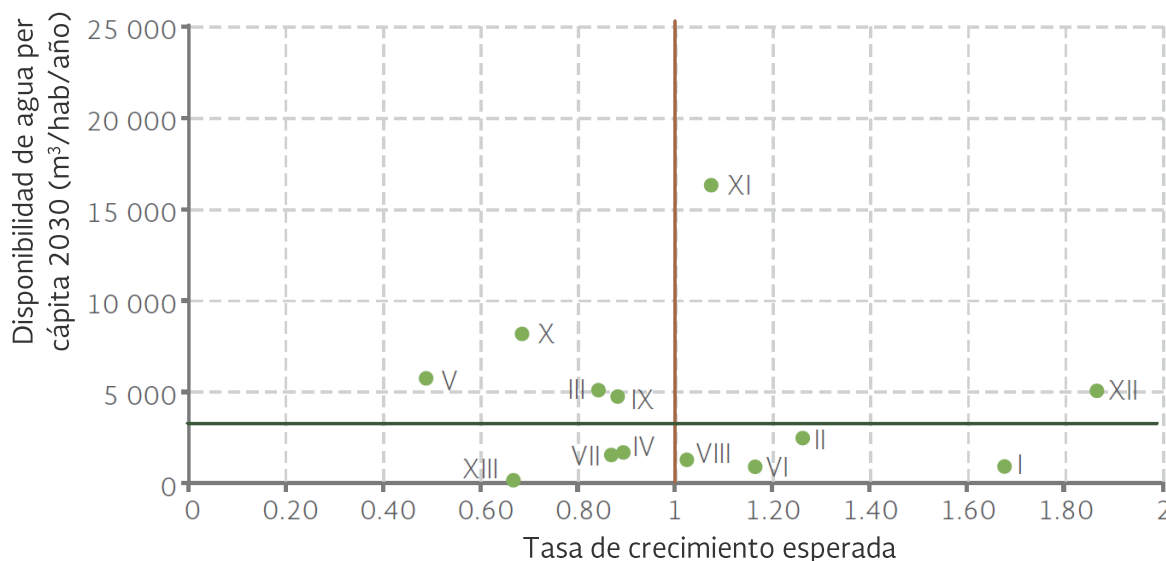
**Figura 11. Principales núcleos de población al 2030.**

**Fuente: Estadísticas del Agua en México 2015**

## Disponibilidad de agua per cápita y proyección al 2030

El análisis de la disponibilidad media por habitante indica que la RHA XIII Aguas del Valle de México tiene actualmente la menor disponibilidad en el país, con solo 150 m<sup>3</sup>/hab/año, mientras que en la RHA XI Frontera Sur la dotación es de ~19,078 m<sup>3</sup>/hab/año, lo cual es unas 127 veces mayor.

El volumen de agua per cápita en el país ha disminuido significativamente acorde con el crecimiento poblacional; entre 1950 y 2014 se redujo en aproximadamente un 79%, pasando de 17,742 a 3,736 m<sup>3</sup>/hab/año, tendencia que continuará. Para el año 2030 podría ser 12.9% menor respecto al año 2014, pasando a 3,253 m<sup>3</sup>/hab/año. Las regiones que podrían verse más afectadas serían la **XII Península de Yucatán** (con una reducción del 23% respecto a su valor en 2014), I Península de Baja California (21%) y II Noroeste (16.5%). Por otro lado, las menos afectadas por la reducción de la disponibilidad del líquido podrían ser V Pacifico Sur (7%), XIII Aguas del Valle de México (9.2%) y X Golfo Centro (9.7%), véase la Figura 12.



**Figura 12. Proyección de la disponibilidad natural media de agua per cápita por región hidrológico-administrativa y tasa de crecimiento esperada al 2030.**

**Fuente: SEMARNAT 2016**

En relación con la recarga media total de los acuíferos, el mayor porcentaje ocurre en las RHA XI Frontera Sur (recarga de 22,718 hm<sup>3</sup>) y **XII Península de Yucatán** (25,316 hm<sup>3</sup>), lo que representa el 24.6 y 27.4% respectivamente de la recarga total. En contraste, las regiones con menor contribución a la recarga de acuíferos nacional son la I Península de Baja California (con 1.8% de la recarga total) y la V Pacífico Sur (con 2.1%). Las regiones VII y XIII (Cuencas Centrales del Norte y Aguas del Valle de México) representan en conjunto cerca del 5% de la recarga total (**SEMARNAT 2016**).

### ***Usos consuntivos del agua***

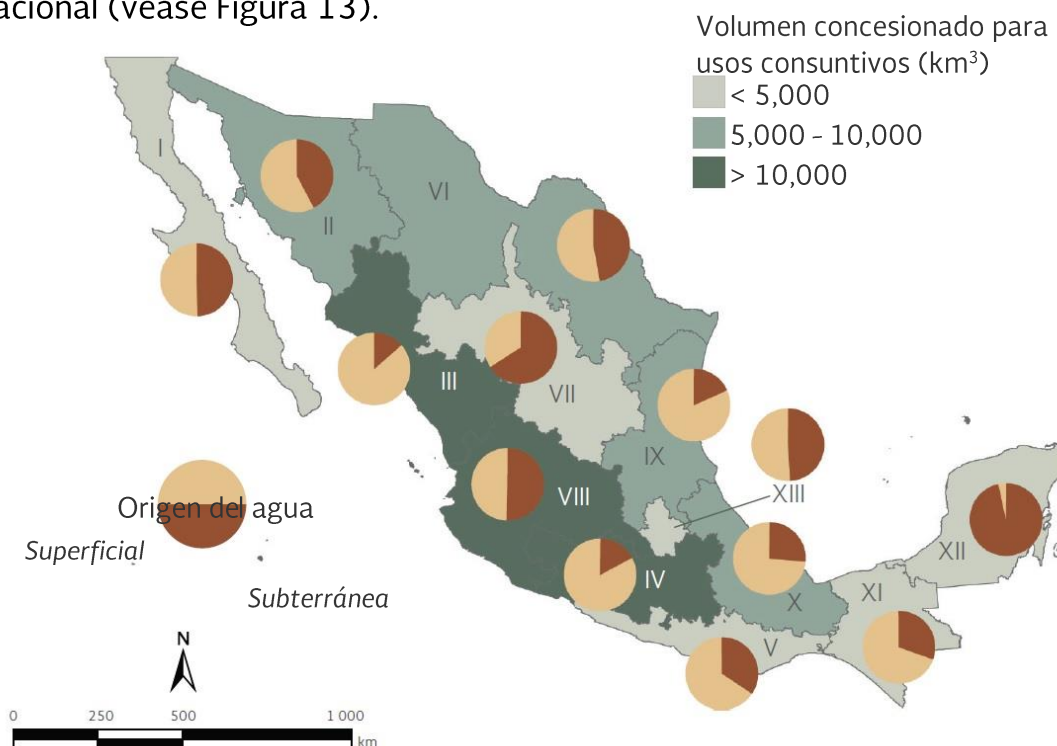
La cantidad de agua que se destina a los diferentes sectores difiere entre países y regiones debido a las características ambientales, socioeconómicas y poblacionales. A nivel mundial, con excepción de Europa, el mayor volumen de agua se concede al sector agrícola (entre 70.5 y 91% del total), seguido del sector público (entre 7 y 18%) y, en menor proporción, el sector industrial (de 1 a 11%), (**FAO-Aquastat, 2015**).

En México, la Conagua clasifica a los consumidores de agua en tres sectores: agrícola, abastecimiento público e industrial. Entre 2001 y 2015, el volumen que se concedió a estos usos consuntivos aumentó 16.9%, pasando de 72.6 a 85.8 km<sup>3</sup>; esta cantidad representa el 19.2% del agua renovable total (446.8 miles hm<sup>3</sup>). Al 2015 se tenían concesionados 264,000 hm<sup>3</sup> (86 km<sup>3</sup> en usos consuntivos y 179 km<sup>3</sup> en no consuntivos), casi el 60% del agua renovable total.

De los usos consuntivos, si se analiza por sector, se concesionaron 65,400 hm<sup>3</sup> al sector agrícola (76.3% del total concesionado), 12,500 hm<sup>3</sup> al abastecimiento público (14.6%), 3,700 hm<sup>3</sup> a la industria autoabastecida

(4.3%) y 4,100 hm<sup>3</sup> a energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad (4.8%). El sector que más creció en cuanto a volumen concesionado de uso consuntivo fue el de abastecimiento público, que se incrementó 30.7% entre 2001 y 2015, mientras los sectores agrícola e industrial aumentaron 15.8 y 19.4%.

A nivel de RHA, el 54.5% (46,320 hm<sup>3</sup>) del volumen concesionado en 2015 correspondió a únicamente cuatro regiones: VIII Lerma Santiago Pacifico (15,292 hm<sup>3</sup>, 18% del total), IV Balsas (10,784 hm<sup>3</sup>, 12.7%), III Pacifico Norte (10,731 hm<sup>3</sup>, 12.6%) y **VI Río Bravo** (9,513 hm<sup>3</sup>, 11.2%); las regiones que menos agua concesionaron fueron V Pacífico Sur (1,539 hm<sup>3</sup>, 1.8% del total) y XI Frontera Sur (2,337 hm<sup>3</sup>; 2.8%), que juntas representan casi el 5% del total nacional (véase Figura 13).



**Figura 13. Volumen de agua concesionado por RHA y origen, 2015.**

**Fuente: SEMARNAT 2016**

Nota: El volumen concesionado está basado en el lugar del título de la concesión y no en el lugar del aprovechamiento



Las diferencias en el volumen concesionado a los diferentes sectores entre RHA se deben a la distribución de las actividades productivas y a la población asentada en el territorio. También existen diferencias marcadas entre regiones respecto a la proporción de agua superficial y subterránea que utilizan. En 2015, las RHA Pacífico Norte, Balsas, Golfo Norte y Golfo Centro utilizaron en mayor proporción el agua de origen superficial (86, 83, 82 y 74%, respectivamente), mientras que en **Península de Yucatán** y Cuencas Centrales del Norte el mayor porcentaje correspondió al origen subterráneo (97 y 66%, respectivamente), véase la Figura 13.

En México, la agricultura es el sector que más agua consume en el país (**Conagua, 2014b; Shah, 2005 en WWAP, 2015**). Hasta 2014 fue la mayor beneficiada en la concesión de volúmenes de agua de uso consuntivo (76.7% del volumen, 65,155 hm<sup>3</sup>), principalmente para riego (en este uso consuntivo se incluyen también a las actividades pecuarias y acuícolas). El 64.5 % del agua para uso agrupado agrícola proviene de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), mientras que el 35.5% procede de fuentes subterráneas (acuíferos). El agua que se concesiona a la agricultura se destina a distritos de riego, los cuales cubren el 20.7% del área total agrícola la cual abarca 27.9 millones de hectáreas (**Conagua, 2015c; Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta - SIACON 1980-2013**) y produjeron, en 2013, cerca del 80% de la producción nacional.

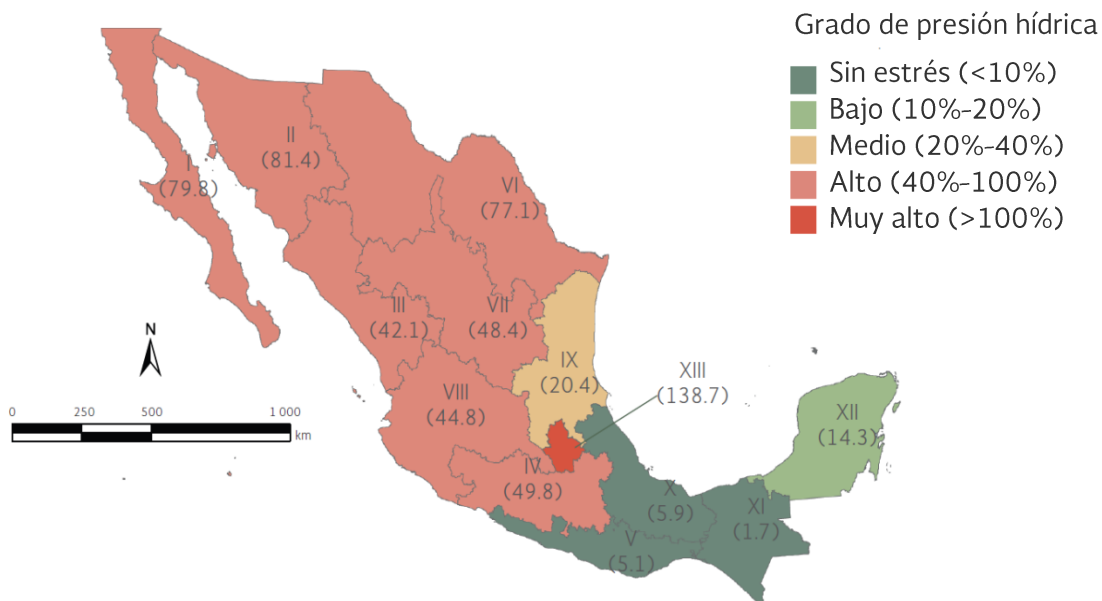
Frente a los retos que plantea el cambio climático es indispensable avanzar hacia un uso racional del agua, por ejemplo aumentando la eficiencia en el sector agrícola. Lo anterior implica aumentar la producción empleando menores volúmenes de agua. Aumentar la eficiencia en el uso del agua podría contribuir a detener el crecimiento de su demanda, a reducir la competencia

entre los sectores consumidores y la presión sobre las fuentes de abasto. Durante el año agrícola 2013-2014 los distritos de riego con menor eficiencia productiva fueron los ubicados en la RHA V Pacífico Sur ( $1.02 \text{ kg/m}^3$ ), seguidos de los localizados en la RHA II Noroeste ( $1.04 \text{ kg/m}^3$ ); mientras que los más productivos fueron los ubicados en las **RHAs XII Península de Yucatán**, IX Golfo Norte y XI Frontera Sur con  $9.49$ ,  $5.51$  y  $4.97 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente (**SEMARNAT 2016**).

### ***Grado de presión sobre los recursos hídricos***

El grado de presión del recurso hídrico (GPRH) es un indicador de la sostenibilidad de la extracción de los recursos hídricos a largo plazo y se emplea como una medida de la vulnerabilidad frente a la escasez del líquido. Se calcula dividiendo extracción del recurso destinada a los diversos usos consuntivos, entre el agua renovable, y se expresa en porcentaje. Como información base se pueden tomar datos de aguas superficiales o subterráneas. La Conagua clasifica el grado de presión para México en 5 categorías: sin estrés, bajo, medio, alto y muy alto. En 2015, el GPRH en México fue de 19.2%, valor que representa una presión de categoría baja de acuerdo a la propia clasificación de la Conagua, pero superior al promedio estimado para los países de la OCDE que es de 11.5% (**Conagua, 2012**). A nivel mundial, México ocupa el lugar 53 de los países con mayores grados de presión (**Conagua, 2015**). A nivel de RHA, en México el mayor grado de presión se localiza del centro hacia el norte del país (véase la Figura 14). Es importante precisar que el relativamente bajo nivel del GPRH nacional está influido por la alta disponibilidad de agua en el sur del país, de donde se extrae menos del 8% del agua disponible. Sin embargo, esta situación contrasta con amplias zonas del país en las que se tiene una situación distinta (**Conagua, 2015e**).

En 2015 en las RHA I Península de Baja California, II Noroeste, III Pacífico Norte, IV Balsas, **VI Río Bravo**, VII Cuencas Centrales del Norte y VIII Lerma-Santiago-Pacífico, se presentaron grados de presión altos (de 40 a 100%). El caso más extremo es la RHA XIII Aguas del Valle de México, que tuvo una presión sobre los recursos hídricos de 138.7% en el mismo año, es decir, rebasó en poco más del 38% la disponibilidad de agua existente en esa región, por lo cual se cataloga con grado de presión muy alto.



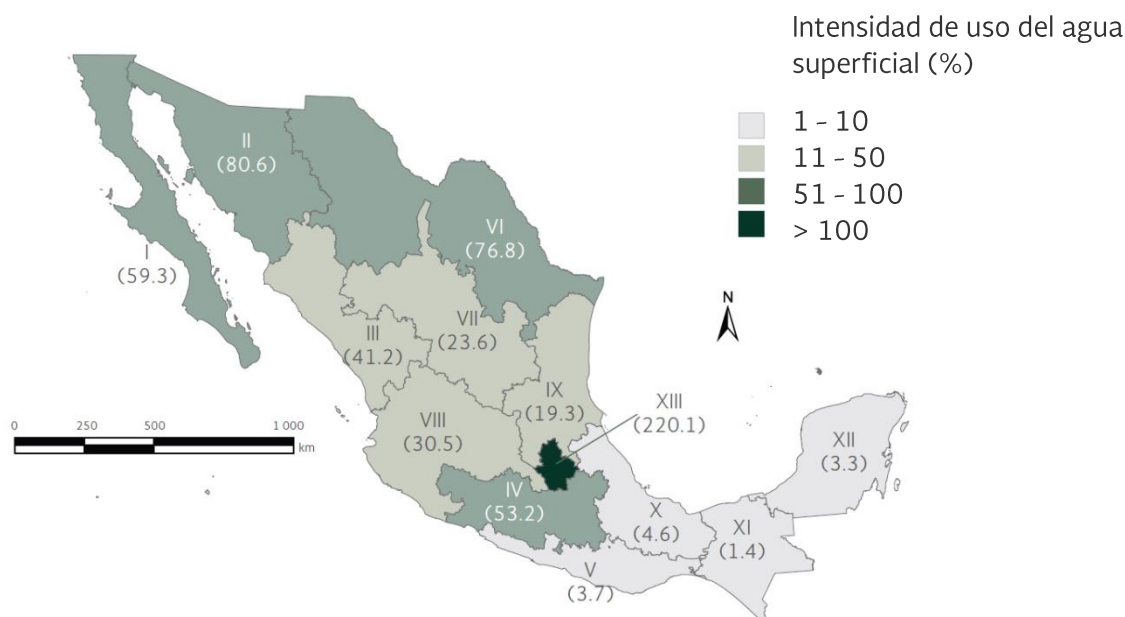
**Figura 14. Grado de presión sobre los recursos hídricos por RHA, 2015.**  
**Fuente: SEMARNAT 2016**

### *Aguas superficiales*

La sostenibilidad del uso de los recursos hídricos superficiales puede medirse a través de la intensidad de uso, que se calcula como el cociente de la extracción de agua superficial respecto del escurrimiento natural medio total.

Entre 2001 y 2015, en México, la intensidad de uso del agua superficial aumentó poco más del 21%, pasando de 11% a casi el 15%. En 2015, la RHA XIII Aguas del

Valle de México constituyó un caso excepcional, ya que el uso consuntivo sobrepasó más del doble al escurrimiento natural medio. En las **RHAs Río Bravo**, Noroeste y Península de Baja California, el agua utilizada sobrepasó la mitad del escurrimiento natural medio superficial total (con alrededor del 80, 79 y 61%, respectivamente); mientras que en las RHA Frontera Sur, **Península de Yucatán**, Pacífico Sur y Golfo Centro, el uso fue de entre 1.3 y 4.3%, (véase la Figura 15).



**Región hidrológico-administrativa (RHA):**

I Península de Baja California, II Noroeste, III Pacífico Norte, IV Balsas, V Pacífico Sur, VI Río Bravo, VII Cuencas Centrales del Norte, VIII Lerma-Santiago-Pacífico, IX Golfo Norte, X Golfo Centro, XI Frontera Sur, XII Península de Yucatán, XIII Aguas del Valle de México.

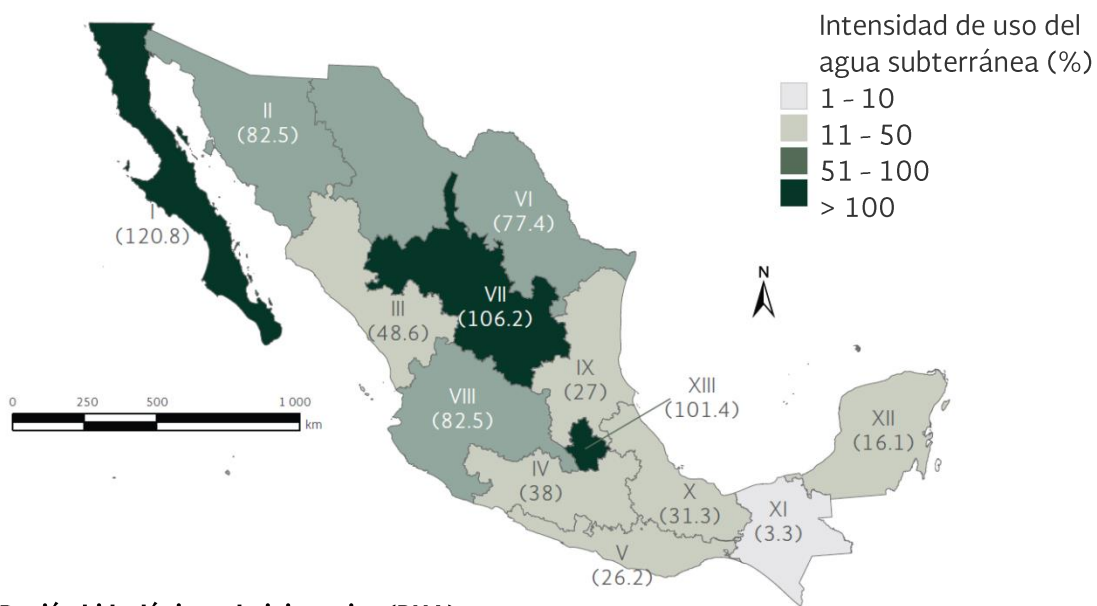
**Figura 15. Intensidad de uso de agua superficial por RHA, 2015.**

**Fuente: SEMARNAT 2016**

*Aguas subterráneas*

La intensidad de uso subterránea se calcula como el cociente de la extracción de agua subterránea por la recarga media de los acuíferos.

Entre 2001 y 2015, la intensidad de uso del agua subterránea disminuyó ligeramente, pasando de alrededor de 37% a 36%. Sin embargo, en 2015, en las RHA I Península de Baja California, VII Cuencas Centrales del Norte y XIII Aguas del Valle de México, el agua utilizada excedió la recarga total de acuíferos (121, 106 y 101%, respectivamente); en contraste, en la RHA XI Frontera Sur el uso fue de apenas 3% y en el resto de las RHA's la intensidad de uso varió entre 15 y 90% (véase la Figura 16).



**Región hidrológico-administrativa (RHA):**

I Península de Baja California, II Noroeste, III Pacífico Norte, IV Balsas, V Pacífico Sur, VI Río Bravo, VII Cuencas Centrales del Norte, VIII Lerma-Santiago-Pacífico, IX Golfo Norte, X Golfo Centro, XI Frontera Sur, XII Península de Yucatán, XIII Aguas del Valle de México.

**Figura 16. Intensidad de uso de agua subterránea por RHA, 2015.**

**Fuente: SEMARNAT 2016**

**Condición de los acuíferos**

Existe una creciente demanda de agua por los distintos usos consuntivos lo cual constituye uno de los principales factores que amenaza la sustentabilidad de la explotación de los acuíferos. En México, el número de acuíferos

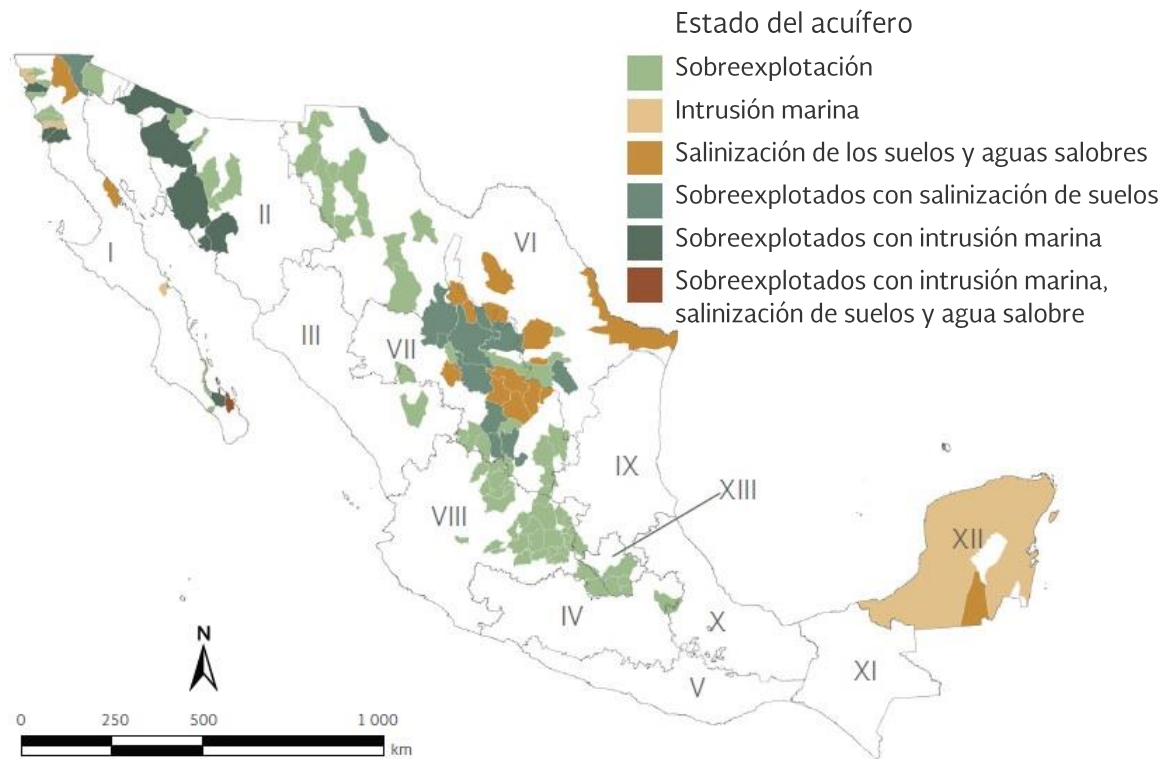
sobreexplotados se incrementó considerablemente en las últimas cuatro décadas: en 1975 había 32 de ellos, en 1981 se registraron 36 y en 2015 sumaron 105 (es decir, 16% de los 653 acuíferos registrados en el país). Los acuíferos sobreexplotados se concentran en las regiones hidrológicas Lerma-Santiago-Pacífico, Cuencas Centrales del Norte, **Río Bravo**, Península de Baja California y Noroeste; de ellos se extrae el 58% del agua subterránea para todos los usos consuntivos.

Algunos de los acuíferos sobreexplotados presentan, además, condiciones de salinización por intrusión marina o aguas subterráneas salobres. En extensas zonas de riego, sobre todo en las áreas costeras, la sobreexplotación de los acuíferos ha provocado el descenso de varios metros en los niveles de agua subterránea, y con ello se ha favorecido la intrusión del agua marina, con el consecuente deterioro de la calidad de sus aguas. En 2015, 18 acuíferos presentaron problemas de intrusión salina, en las regiones I Península de Baja California y II Noroeste. Las regiones I Península de Baja California, VI Río Bravo, VII Cuencas Centrales del Norte y **XII Península de Yucatán** tienen, en conjunto, 32 acuíferos con problemas de salinización y aguas subterráneas salobres (véase la Figura 17). En la Tabla 2 se presenta información detallada sobre la situación que guardan los acuíferos por RHA al 2015.

**Tabla 2. Condición de los acuíferos por Región Hidrológico-Administrativa, 2015**

RHA	Sobre-explotado	Con intrusión marina	Salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	Sin problemas	Total de acuíferos
I P. de Baja California	14	11	5	58	88
II Noroeste	10	5	0	47	62
III Pacífico Norte	2	0	0	22	24
IV Balsas	1	0	0	44	45
V Pacífico Sur	0	0	0	36	36
<b>VI Río Bravo</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>76</b>	<b>102</b>
VII Cuencas Centrales del Norte	23	0	18	24	65
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	32	0	0	96	128
IX Golfo Norte	1	0	0	39	40
X Golfo Centro	0	0	0	22	22
XI Frontera Sur	0	0	0	23	23
<b>XII P. Yucatán</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
XIII Aguas del Valle de México	4	0	0	10	14
<b>Total nacional</b>	<b>105</b>	<b>18</b>	<b>32</b>	<b>498</b>	<b>653</b>

**Fuente: Semarnat 2016**



**Figura 17. Condición de los acuíferos. Acuíferos sobreexplotados, con intrusión marina y salinización de suelos.**

**Fuente: SEMARNAT 2016**

**b. Seguridad hídrica, nexos y cambio climático. Contexto regional (América Latina, México), relevancia del tema y justificación, barreras y limitaciones de la adaptación.**

El concepto de seguridad hídrica se ha convertido a nivel global en un paradigma de los objetivos estratégicos de la gestión del agua desde aproximadamente los años 80's. La naturaleza de los desafíos que enfrenta América Latina y el Caribe, y México en particular, conlleva a que el concepto de seguridad hídrica deba entenderse con base en los siguientes elementos **(CEPAL 2016)**:



- I. Una disponibilidad de agua que sea adecuada para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción.
  
- II. La capacidad para acceder y aprovechar dicha agua de forma sustentable y manejar, de manera coherente, las interrelaciones entre los diferentes sectores (Relación con el nexo entre agua, energía y alimentación).
  
- III. Un nivel aceptable de riesgos para la población, el medio ambiente y la economía, asociados al agua.

El tema del **“Nexo” entre agua, energía y alimentación** es cuestión de discusión desde hace algunos años y es relevante cuando se habla de seguridad hídrica (véase Figura 18). **Mohtar y Daher (2016)** precisan: “El agua, la energía y la alimentación son recursos profundamente interrelacionados. La producción de alimentos y la energía requieren más del 90% de los recursos hídricos globales. En esta época de cambio climático y rápido crecimiento demográfico, el agua es cada vez más el factor limitante para el desarrollo económico y la seguridad futura de la energía y la alimentación. La política actual a menudo carece de los mecanismos necesarios para incorporar las interrelaciones entre el agua, la energía y los alimentos”. Dentro de este contexto es necesario mencionar lo siguiente:



**Figura 18. Nexo agua, energía y producción de alimentos en un contexto de cambio climático y seguridad hídrica.**

*Fuente: elaboración propia.*

- El papel central del agua en las consideraciones sobre el Nexo se basa en el reconocimiento de que el agua “al contrario de la energía,... no tiene sustitutos o alternativas”, por lo que el agua está en el “corazón” de las cuestiones sociales, económicas y políticas “con la agricultura, energía, ciudades, comercio, finanzas, seguridad nacional y los medios de vida humanos” **(Miralles-Wilhelm, 2016)**.
- Es importante señalar que, en la mayor parte de la literatura, los tres elementos del “Nexo” no se sitúan en un plano de completa igualdad. Desde el comienzo de la construcción teórica del Nexo, emerge un elemento clave del triple orden conceptual y fuertemente interrelacionado: “El agua da soporte a la vez a la seguridad energética y a la seguridad alimentaria. El

agua es también vulnerable al cambio climático y a la degradación ambiental. Por consiguiente, el agua es el primer punto de entrada para la aplicación del enfoque del Nexo” **(Bellfield, 2015)**.

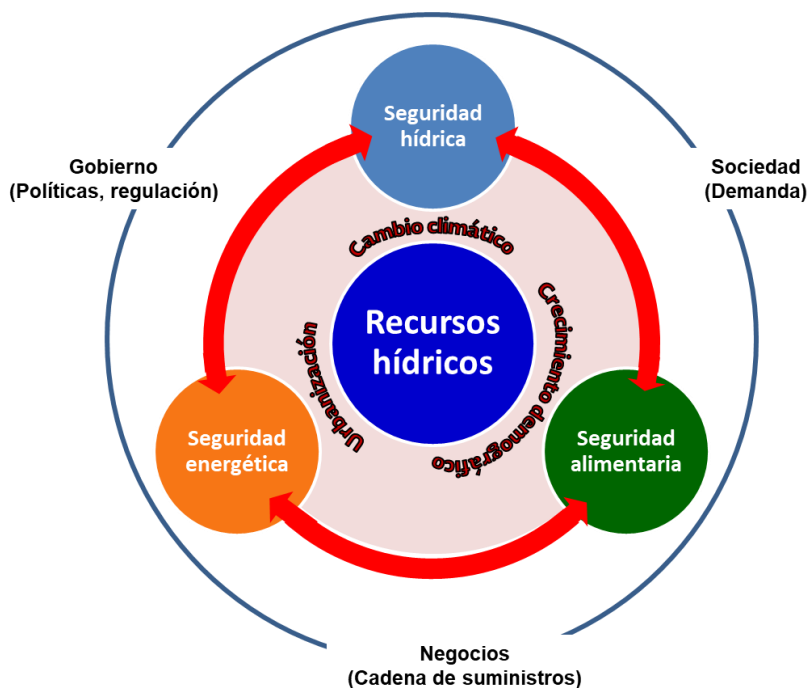
- El interés por lograr la “seguridad” en una sociedad caracterizada por el riesgo y la incertidumbre, también subyace a la construcción del Nexo **(Beck, 2011; Beck & Villarroel 2011; Beck & Walker 2013; Walker & Beck 2014)**.
- En un sentido más amplio, el Nexo se inserta bajo el enfoque de seguridad humana, destacando las dimensiones de seguridad hídrica, energética y alimentaria. Aún antes de la Conferencia de Bonn, en la Asamblea Anual del WEF del año 2008, se señaló que la seguridad hídrica detenta un lugar privilegiado, en el mismo origen de la construcción del Nexo **(WEF, 2011)**. Dicho de otra forma, la comprensión del Nexo podría cooperar en la consecución de la seguridad hídrica. Con esto se pone de relieve la necesidad de tener un claro concepto de lo que significa el término “seguridad” (hídrica, energética y alimentaria), véase también la Figura 19:

**Seguridad hídrica:** el concepto no fue objeto de definición directa por los Objetivos de Desarrollo del Milenio **(ODM)**, pero de su contenido podría deducirse que “el acceso al agua potable y al saneamiento”, concretado como el derecho humano al agua y al saneamiento en la década siguiente, constituiría una visión básica de tal seguridad. En forma más amplia, **Peña (2016)** define la seguridad hídrica para las condiciones específicas de América Latina como tener: i) Disponibilidad de agua adecuada para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción; ii) Capacidad para acceder y aprovechar dicha agua de forma sustentable y manejar, de manera coherente, las interrelaciones entre los

diferentes sectores; y iii) un nivel aceptable de riesgos para la población, el medio ambiente y la economía, asociados al agua.

**Seguridad alimentaria:** es el estado en que “todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para satisfacer sus necesidades dietéticas y preferencias alimenticias para una vida activa y saludable” (FAO, 1996).

**Seguridad energética:** se entiende como el “acceso a los servicios energéticos limpios, fiables y asequibles para cocinar y calentarse, iluminar y para usos productivos” (AGECC, 2010) y también como la “disponibilidad física sin interrupciones de energía a un precio asequible respetando las exigencias del medio ambiente” (Peña, 2016). La seguridad abarca no sólo la suficiencia o abastecimiento, sino también su sostenibilidad en el tiempo.



**Figura 19. Nexos y principales actores, en un contexto de cambio climático. Fuente: Elaboración propia.**

Lograr los objetivos mencionados anteriormente (disponibilidad de agua, acceso y nivel de riesgos aceptable) para alcanzar una adecuada **seguridad hídrica** en México implica enfrentar los desafíos relacionados con los acelerados cambios sociales, económicos y políticos, además del cambio climático. Las áreas prioritarias y sus principales desafíos en las que la seguridad hídrica constituye un elemento crítico para el desarrollo socioeconómico del país son:

- I. El acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento.
  - Superar los déficits existentes en cobertura y en calidad de servicio.
  - Asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en las fuentes:
    - Intensificación de condiciones de aridez e incertidumbre climática.
    - Cambios de uso del suelo y degradación de las cuencas.
    - Incremento de las demandas.
  - Atender nuevas demandas.
  - Controlar el deterioro de la calidad del agua en las fuentes.
  
- II. La disponibilidad de agua para garantizar un desarrollo productivo sostenible y reducir la conflictividad asociada.
  - Reducir el impacto de las sequías y el cambio climático.
  - Controlar la erosión en cuencas degradadas y colmatación de los embalses.
  
- III. Uso productivo en zonas áridas y semiáridas
  - Ampliación sin control de zonas de riego.
  - Cambios tecnológicos y de uso sin consideración de externalidades.
  - Controlar la sobreexplotación de los acuíferos.

- Regular la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas.
- Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del riego:
- Considerar la incertidumbre asociada a la variabilidad y cambio climático.
- Regular el cambio de las condiciones de escorrentía y drenaje en las cuencas hidrográficas.

IV. La conservación de cuerpos de agua en un estado compatible con la protección de la salud y el medioambiente.

- Completar el tratamiento de las aguas servidas urbanas:
- Regular la contaminación por nitratos (como resultado del aumento del empleo de fertilizantes en la agricultura).
- Controlar la contaminación industrial y minera.
- Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del riego.
- Conservar los ecosistemas y la biodiversidad.

V. La reducción de los riesgos relacionados con el exceso de agua, en especial en las zonas urbanas y en las afectadas por huracanes (protección de la población contra inundaciones).

- Adecuar los sistemas de drenaje al desarrollo de las ciudades.
- Desarrollar instrumentos efectivos de ordenamiento territorial.
- Atender a los nuevos desafíos que plantea el cambio climático.

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina, en América Latina y en particular en México, la causa principal de la baja seguridad hídrica está en la debilidad de sistemas institucionales, que se origina principalmente en:

- Deficiencias del diseño. La incapacidad del sistema para responder a las necesidades de desarrollo de los recursos o de su regulación.
- Deficiencias de Estado. Cuando los organismos estatales no tienen las capacidades ni recursos, ni facultades de control ni de implementación, para atender las funciones que les han sido encomendadas.
- Deficiencias de la actuación de los usuarios y del mercado. Cuando se les asignan funciones que no corresponden a su capacidad real.

### ***Justificación para el empleo del concepto de seguridad hídrica***

El documento “Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe” de la Comisión Económica para América Latina (**CEPAL 2016**) precisa que en general, el análisis de la seguridad hídrica de un país o de un determinado territorio (región, provincia, municipio o cuenca) presenta diversas ventajas que han contribuido a su popularización a nivel global. En relación con lo anterior, surge la pregunta acerca de cuál sería, para los países de América Latina y el Caribe, y en particular México la utilidad de su aplicación. Al respecto se pueden mencionar las siguientes ventajas:

- Enfatiza la importancia del agua en el desarrollo social y económico, y la necesidad y responsabilidad de su priorización por los gobiernos.
- Contribuye a identificar los temas y áreas que son críticos para una adecuada gestión del agua, y las interdependencias que tienen con otras políticas públicas.
- Define criterios para establecer metas y evaluar políticas públicas a partir del análisis de los riesgos que resultan aceptables y de las disponibilidades que son adecuadas para la población.

- El énfasis del concepto de seguridad hídrica en la mitigación de los riesgos conlleva la necesidad de identificar las amenazas, vulnerabilidad e incertidumbres

que debe enfrentar la gestión del agua y evaluar su capacidad para adaptarse a los nuevos escenarios. La consideración de la seguridad hídrica como el objetivo estratégico de la gestión del agua, hace necesario estudiar la evolución de la situación actual con el propósito de identificar los riesgos que se deberán enfrentar en los escenarios futuros.

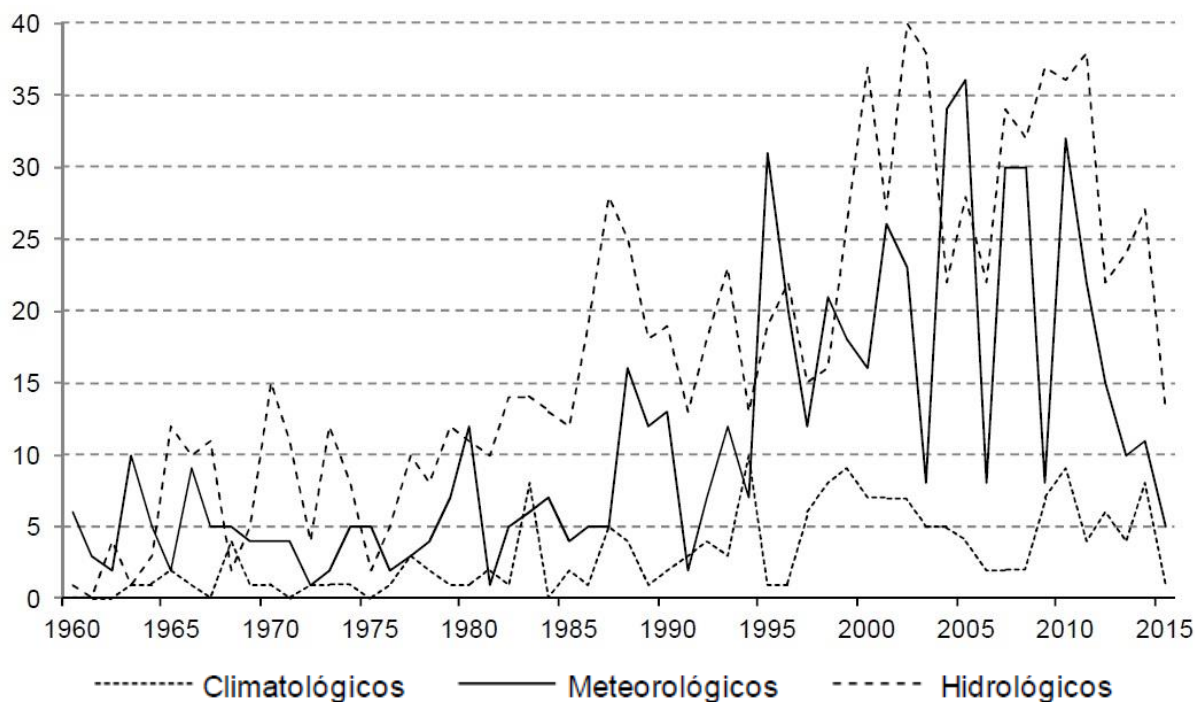
- Favorece la comparación de desempeño en temas y situaciones específicas. El análisis de la seguridad hídrica es un enfoque que entrega elementos para hacer comparables experiencias y resultados de la gestión del agua en distintos países y realidades, transmitir las lecciones aprendidas y extender las mejores prácticas del sector.

### ***La variabilidad y el cambio climático***

Las tendencias del clima a lo largo del siglo XX en Latinoamérica muestran, con variaciones espaciales, un ascenso de las temperaturas en los últimos 50 años de 0.12°C por década (**IPCC, 2014**). Se observan cambios en el número, intensidad y frecuencia de las precipitaciones, con incremento en algunas zonas y disminuciones en otras, y un retroceso generalizado de los glaciares. Asimismo, existe una intensificación de los fenómenos de El Niño y La Niña, lo cual se relaciona con el aumento de la frecuencia de huracanes en la zona tropical y la mayor frecuencia y persistencia de las sequías en zonas de Los Andes y en la vertiente pacífica del continente (véase la Figura 20).



Estos patrones de cambio, según las proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (**IPCC**), muestran que continuará el incremento de las temperaturas, para alcanzar a fines del siglo, en un escenario de emisiones altas, valores de entre 1.6°C y 4.0°C en América Central y entre 1.7°C y 6.7°C en América del Sur (**IPCC, 2014**). Las proyecciones de las precipitaciones indican una gran heterogeneidad espacial, presentando para el período 2071-2100, en zonas centrales y tropicales de América del Sur una reducción en ciertas cuencas del 20% al 40%, y, en otras, un aumento del 5% al 10% (**CEPAL, 2010**). La tendencia de una disminución de las precipitaciones se observa en un 60% de la región, en la que se encuentran importantes zonas que en la actualidad ya presentan una situación de aridez o semi-aridez, como es el caso del suroeste de Argentina, sureste de Brasil, litoral de Ecuador, zona central de Chile, altiplano de Bolivia y norte y noreste de **México**.



**Figura 20. Eventos extremos de origen climatológico, hidrológico y meteorológico en América Latina y el Caribe (Número por año)**

**Fuente: CEPAL 2016**

Estos cambios climáticos generarían modificaciones muy significativas en el régimen hidrológico de numerosos ríos. Así, por ejemplo, ellos se asocian a un incremento de los caudales máximos y de la frecuencia de las crecidas en zonas tropicales; a una significativa disminución de los caudales en la temporada seca, y un aumento de las crecidas de origen pluvial en cuencas con una componente nival o glacial; y, en la mayor parte de las zonas áridas o semiáridas, a una disminución de los caudales, y a un aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los períodos de sequía.

No obstante, la validez de las tendencias climáticas indicadas, es preciso destacar el alto grado de incertidumbre, especialmente a nivel de cuencas específicas, que presenta la predicción de caudales para fines de planificación hidrológica, debida a los siguientes factores:

- La incertidumbre en la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero - GEI, variable de entrada de los modelos climáticos, lo que lleva a la necesidad de utilizar una amplia gama de escenarios posibles.
- Los modelos climáticos estiman la precipitación, variable crítica para la simulación de los caudales, con una incertidumbre mayor que otras variables meteorológicas, a lo que se le suma la incertidumbre propia del modelo. Además, se agrega el cambio en la evapotranspiración a causa de los cambios de uso del suelo, una mayor agriculturización y el desmonte de ecosistemas no agrícolas.
- La incertidumbre que introduce la adecuación de los modelos climáticos a la escala requerida (cuena o grupo de cuencas interconectadas) para los fines de gestión de los recursos hídricos.

- La incertidumbre propia de los modelos hidrológicos, que simulan los caudales a partir de las variables meteorológicas.

Lo señalado se puede ilustrar observando el amplio rango de variación que presentan las predicciones de la temperatura y la precipitación para el período 2070-2100, en el caso de una cuenca particular, considerando distintos escenarios y modelos climáticos. Así, por ejemplo, en la cuenca del Limarí en Chile, las temperaturas medias anuales, en diversos escenarios de emisión y modelos, cambiarían respecto de la condición histórica en un rango que va de +1°C a +4°C, y en el caso de las precipitaciones medias anuales de +10% a -70% (**Donoso et al., 2013**).

De acuerdo a este análisis, resulta difícil tomar medidas de adaptación, en especial, las estructurales, para el largo plazo, que sean robustas, concluyéndose que el elemento más relevante que introduce la temática del cambio climático a la gestión del agua, es la necesidad de considerar que la toma de decisiones se desarrolla en un escenario de incertidumbre. En estas condiciones, no resulta suficiente evaluar los riesgos con la hipótesis de un clima en condiciones estacionarias. En consecuencia, resulta fundamental desarrollar una estrategia de permanente adaptación a las condiciones climáticas que se generen en el futuro, así como escenarios regionales y locales de los posibles impactos y medidas de adaptación, enfoques que usualmente no están presentes en las políticas públicas de los países de la región (**Milly et al., 2008; Munoz, Arumi y Rivera, 2013**).

El Informe de la Situación del Medio Ambiente en México (**SEMARNAT, 2016**) también menciona que las proyecciones sobre el cambio climático revelan cambios en el ciclo hidrológico que seguramente tendrán impactos en la

disponibilidad y la calidad de los recursos hídricos. Uno de los impactos que el **IPCC** ha identificado como consecuencia de lo anterior, junto a la inseguridad alimentaria y la pérdida de medios de subsistencia, es la **inseguridad hídrica**, principalmente en zonas rurales y en comunidades de escasos recursos (**IPCC, 2014**). Los estudios señalan que cuanto mayor sea el nivel de calentamiento que experimente el planeta durante el siglo XXI mayor será la proporción de la población con escasez de agua.

Estos impactos no serán uniformes globalmente, principalmente debido a que los cambios que se proyectan en el ciclo hidrológico diferirán muy probablemente entre regiones. Las proyecciones señalan que se reducirán los recursos renovables de aguas superficiales y subterráneas en la mayoría de las regiones secas subtropicales, con lo que podría intensificarse la competencia por el agua entre los sectores consumidores. Un escenario opuesto, con el aumento de los recursos hídricos, se pronostica para las latitudes altas del planeta (**IPCC, 2014**).

En lo que se refiere a los recursos hídricos de México, éstos pueden ser fuertemente impactados por el cambio climático. Un estudio del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) evaluó la variación de la disponibilidad de agua en el país, concluyendo que dado que la cantidad y la calidad del agua actualmente son vulnerables, en condiciones de cambio climático la vulnerabilidad crecerá, siendo las RHA's más afectadas la Noroeste y **Río Bravo**, seguidas de Cuencas Centrales del Norte, Baja California y Valle de México (**SEMARNAT, 2016**).

El **Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC)** precisa los posibles impactos del cambio climático en sistemas y sectores estratégicos en México:

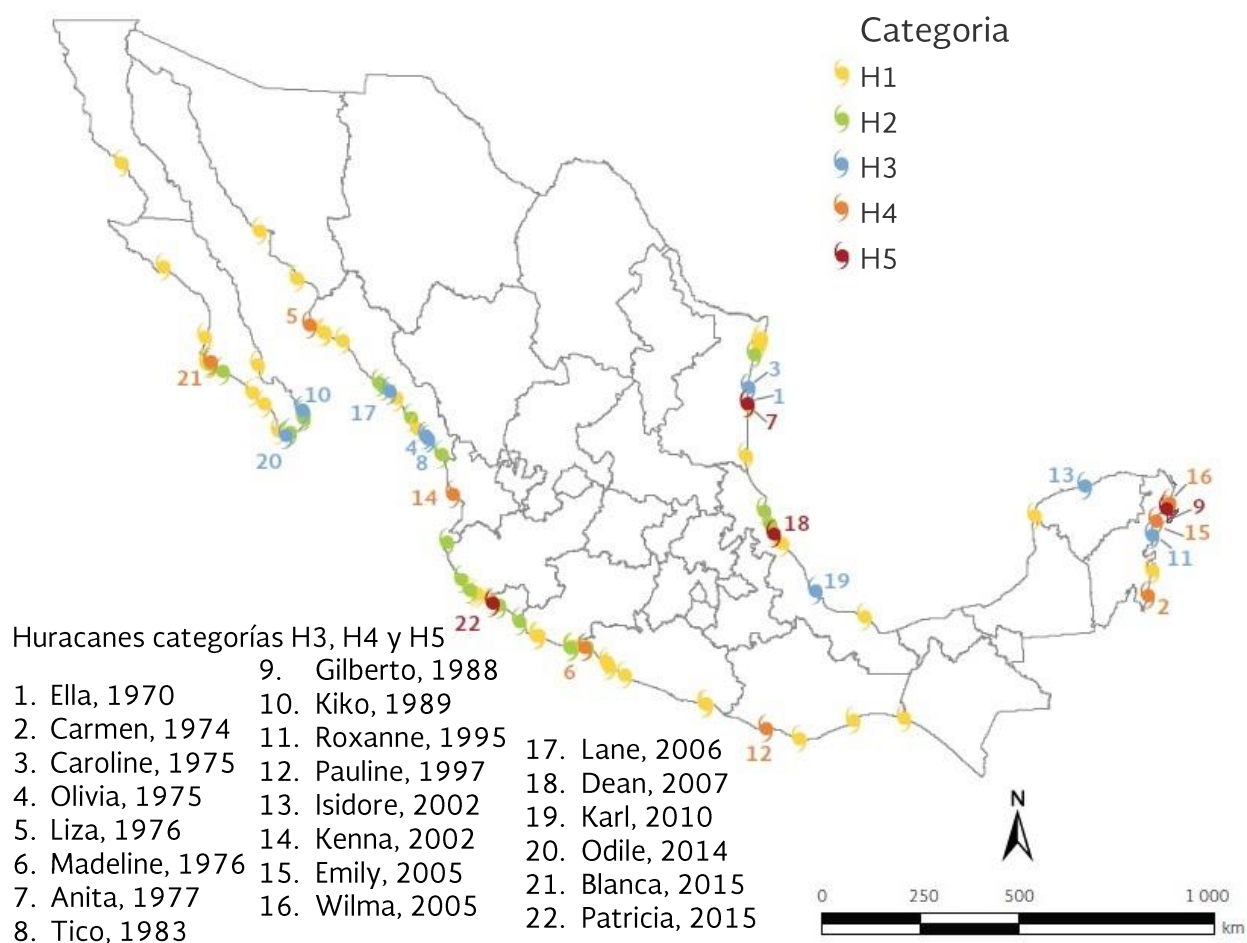
- La mayor parte del país se volverá más seca y las sequías más frecuentes, con el consecuente aumento de demanda de agua particularmente en el norte del país y en zonas urbanas.
- En algunas regiones la precipitación podría ser más intensa y frecuente incrementando el riesgo de inundaciones para alrededor de 2 millones de personas que actualmente se encuentran en situación de moderada a alta vulnerabilidad, ante las inundaciones, y quienes residen en localidades menores a 5 mil habitantes, ubicadas principalmente en la parte baja de las cuencas, sumado al riesgo de deslizamiento de laderas por lluvia.

## **Eventos extremos**

### **Huracanes**

Los huracanes son un tipo de ciclón tropical. Estos fenómenos meteorológicos se forman en el mar cuando la temperatura rebasa los 26°C. Los ciclones tropicales son una masa de aire húmeda y caliente, que se mantiene en movimiento giratorio gracias a sus vientos. Se categorizan según la velocidad de sus vientos. Los huracanes son el tipo de ciclón tropical con los vientos más veloces, cuyo paso por tierra puede ocasionar los mayores daños a las poblaciones. La velocidad de sus vientos sobrepasa los 119 kilómetros por hora. Y hay otras dos etapas posibles en la evolución de un ciclón tropical: Las depresiones tropicales las cuales ocurren cuando la velocidad de los vientos de un ciclón tropical alcanza los 62 kilómetros por hora y las tormentas tropicales que se forman cuando los vientos sobrepasan los 63 kilómetros por hora.

La Figura 21 muestra los huracanes que han afectado a México entre 1970 y 2015. La variación en la frecuencia e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos extremos, como los ciclones y las sequías, pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales muy importantes sobre las regiones en las que ocurren, e incluso sobre aquellas que dependen de los recursos o bienes producidos en las zonas de impacto. México, por su ubicación geográfica, condición climática y características socioeconómicas de la población, es particularmente vulnerable a estos fenómenos.



**Figura 21. Ciclones tropicales en México, 1970 – 2015.**

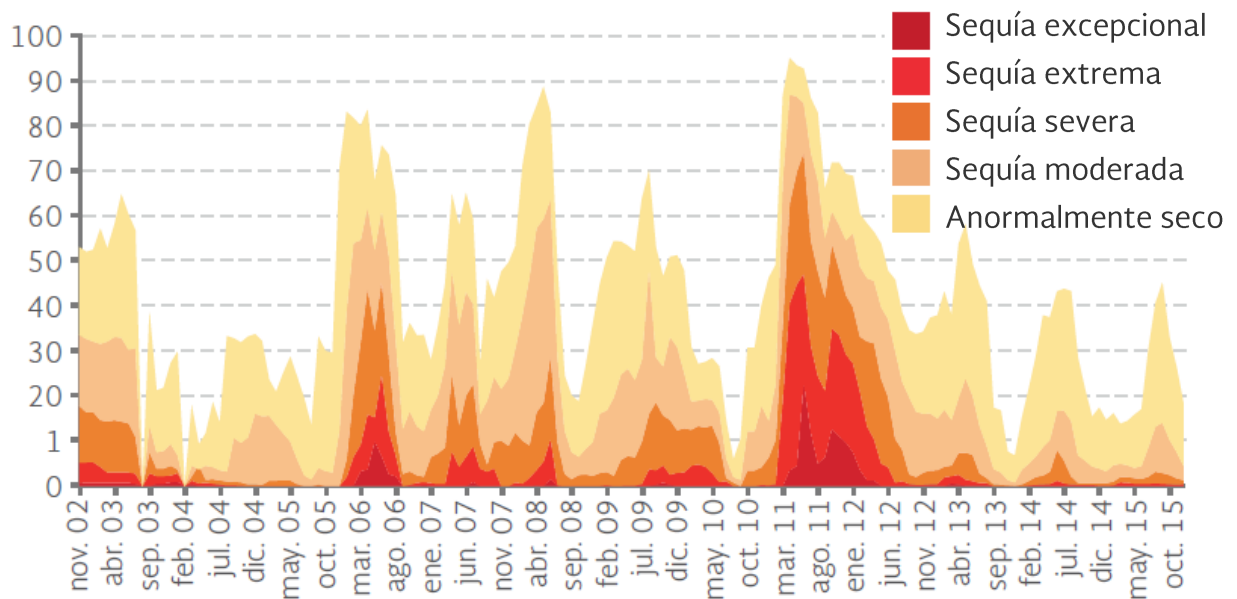
Nota: H=Huracán, ciclón tropical de núcleo caliente en el que el viento medio máximo en superficie es de 118 km/h, o superior. El número corresponde a la escala Saffir-Simpson.

**Fuente: SEMARNAT 2015.**

## **Sequías**

A diferencia de la aridez, que puede ser una condición natural de una región, la sequía se considera como una condición climática temporal, en la cual el nivel de la precipitación es significativamente menor a la normal, lo que puede ocasionar serios desequilibrios hidrológicos que afectan negativamente a los sistemas ecológicos y productivos (**UNCCD, 1996**). Entre sus efectos más importantes pueden mencionarse la pérdida de la productividad de las tierras y de la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas afectados (con sus importantes consecuencias económicas y sociales). Durante estos periodos se incrementan los riesgos de incendios forestales (**INEGI 2013a**).

Según el **IPCC**, a partir de 1970 se han registrado sequías más intensas y largas en los trópicos y subtrópicos (**IPCC, 2007, 2014**). En México, durante el siglo XX se registraron cuatro grandes periodos de sequía: 1948-1954, 1960-1964, 1970-1978 y 1993-1996, así como una sequía severa en 1998, los cuales afectaron principalmente a los estados del norte del país (**Cenapred, SEGOB, 2001**). Recientemente se han presentado severos periodos de sequía entre los años 2000 y 2003, en 2006, entre 2007 y 2008, en 2009 y entre 2010 y 2012. En mayo de 2011, más del 90% de la superficie del país se consideraba afectada por la sequía. En 2014 y 2015 el porcentaje de superficie afectada fue menor al 50% de la superficie nacional (véase la Figura 20).



**Figura 20. Superficie nacional afectada por sequía en México, 2002 - 2015**  
**Fuente: SEMARNAT 2016. Conagua. Monitor de Sequía de México. Fecha de consulta: Mayo de 2016.**

La recurrencia de la sequía puede agravar las condiciones de estrés ambiental y, por tanto, afectar severamente el entorno social y la continuidad de las actividades económicas de las regiones afectadas. Entre 2010 y 2015, si se consideran tan sólo las condiciones de sequía severa y extrema, 45% del territorio sufrió cuando menos dos años de sequías, principalmente en la mitad norte del país y en casi la totalidad de la península de Yucatán. La superficie afectada por cinco y seis años de sequías extremas y severa fue de tan solo del 0.4% del país, concentrada en la zona fronteriza de Coahuila con los Estados Unidos. De este porcentaje, 0.27% correspondió a zonas con cinco años de sequías y el restante 0.13% a regiones con seis años de sequía consecutivos.

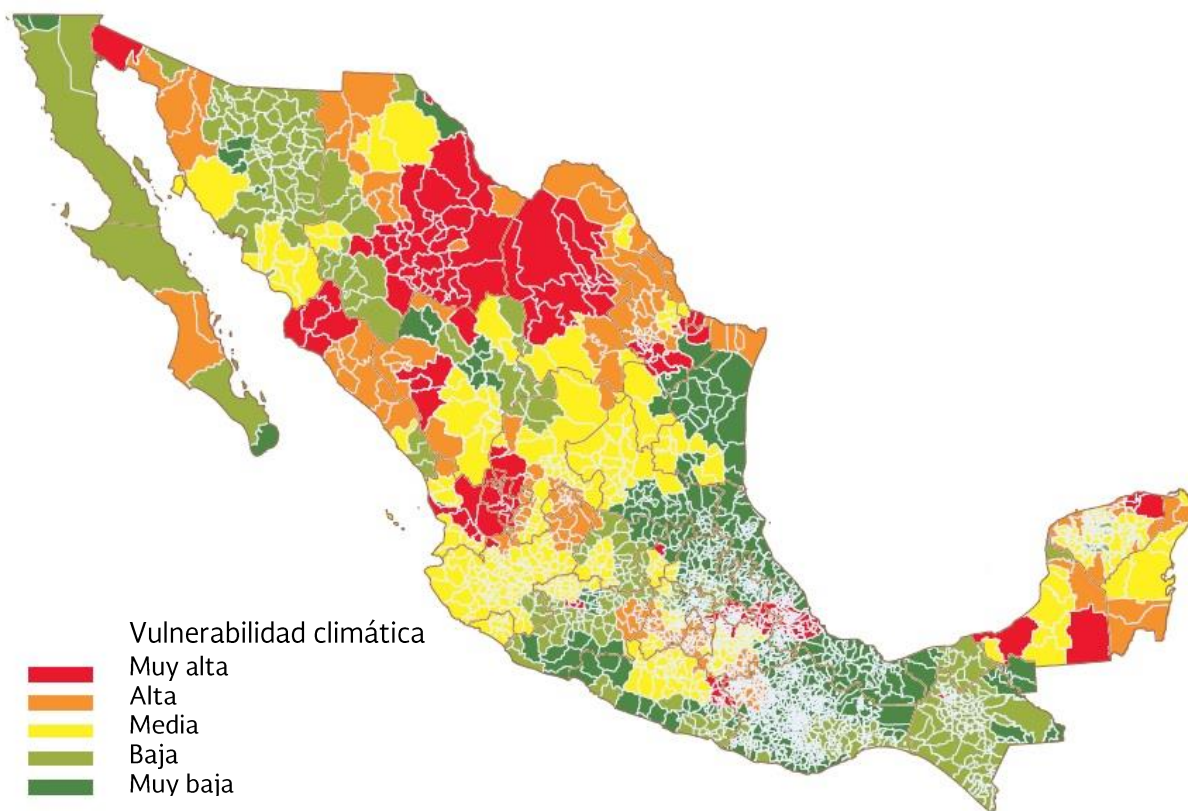


## ***Efectos de los eventos extremos***

Tanto la sequía como las precipitaciones pluviales intensas, aunadas a factores como la topografía, el uso del suelo y el estado de la cubierta vegetal, pueden ocasionar afectaciones a la sociedad y a las actividades económicas.

Considerando el efecto de fenómenos globales como “El Niño-Oscilación del Sur”, y el cambio climático, en el marco del Programa Nacional contra la Sequía (Pronacose), se analizó la vulnerabilidad climática global a nivel municipal, como la combinación de factores físicos (la ubicación del municipio), sociales (la población y sus características de marginación), económicos (la posible pérdida de utilidades) y ecológicos (la degradación de recursos naturales).

En México se tienen procedimientos para la emisión de declaratorias ante estos fenómenos de sequía o de precipitaciones pluviales intensas, en categorías que describen sus efectos. Las contingencias climatológicas son afectaciones a las actividades productivas, las emergencias implican riesgos a la vida y a la salud de la población, en tanto que los desastres enfocan los recursos del estado y la sociedad a la reconstrucción de las zonas afectadas. En la Figura 21 se muestra la vulnerabilidad climática a nivel municipal.



**Figura 21. Vulnerabilidad climática a nivel municipal.**

**Fuente: SEMARNAT 2016**

Con el fin de avanzar en el tema de la seguridad hídrica y lograr niveles aceptables, es necesario que las políticas públicas y el sistema institucional consideren el elevado grado de incertidumbre existente, debido tanto a la variabilidad hidrológica y cambio climático, como también a la profundidad de los cambios sociales, económicos y políticos presentes. Esto supone priorizar la formulación de políticas públicas, planes y programas que signifiquen un avance efectivo en la seguridad hídrica, considerando escenarios futuros **(CEPAL, 2016)**.

En la Tabla 3 se aprecian las “Áreas prioritarias para la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe y sus principales desafíos” en la cual el tema del cambio climático resulta relevante (posteriormente se puntualizan las

propuestas para México). Se ha considerado pertinente también destacar factores tales como: el cambio climático como externalidad negativa; el desafío del desarrollo sostenible; la paradoja temporal; la condición asimétrica y la doble asimetría del cambio climático, aspectos específicos del cambio climático en Latinoamérica y en particular en México.

**Tabla 3. Áreas prioritarias para la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe y sus principales desafíos.**

Áreas prioritarias	Desafíos
Acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superar los déficits existentes en los servicios de agua potable y saneamiento.</li> <li>• Asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en las fuentes de abastecimiento.</li> <li>• Controlar el deterioro de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento.</li> </ul>
Desarrollo productivo sostenible.	<p>En zonas húmedas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Reducir el impacto de las sequías y del cambio climático.</b></li> <li>- Controlar los niveles de erosión en cuencas degradadas y la colmatación de los embalses</li> </ul> <p>En zonas áridas y semiáridas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustar la extensión de las zonas de riego a la disponibilidad hídrica.</li> <li>- Evaluar en forma integral el impacto de los desarrollos tecnológicos y los cambios de uso, sobre los recursos hídricos.</li> <li>- Controlar la sobreexplotación de los acuíferos.</li> <li>- Regular la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas.</li> <li>- Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del riego.</li> <li>- <b>Incorporar a la toma de decisiones la incertidumbre asociada a la variabilidad y al cambio del clima.</b></li> <li>- Regular el cambio de las condiciones de escorrentía y drenaje en las cuencas.</li> </ul>
Conservación de cuerpos de agua con una calidad compatible con la salud y el medioambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar el tratamiento de las aguas servidas domiciliarias.</li> <li>• Regular la contaminación por nitratos.</li> <li>• Controlar la contaminación industrial y minera.</li> <li>• Controlar los procesos de salinización asociados al desarrollo del regadío.</li> <li>• Conservar los ecosistemas y la biodiversidad.</li> </ul>
Reducción de los riesgos relacionados con el exceso de agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuar los sistemas de drenaje urbanos al desarrollo de las ciudades.</li> <li>• Desarrollar instrumentos efectivos de ordenamiento territorial y</li> </ul>

Áreas prioritarias	Desafíos
	de manejo de cuencas. • <b>Atender a los nuevos desafíos que presenta el cambio climático.</b>

**Fuente: CEPAL 2016.**

El clima es uno de los principales factores que determinan los patrones de vegetación, estructura y composición florística y faunística. En la actualidad contamos con información relevante que demuestra los efectos del cambio climático global sobre las especies y sus ecosistemas (IPCC, 2013). En el caso de las especies, los cambios en las condiciones ambientales de sus hábitats alteran, entre otros procesos biológicos, los patrones fenológicos, como son las fechas de floración, anidación, alimentación o migración. En Suiza, por ejemplo, los cerezos silvestres (*Prunus avium*) florecen en años recientes en promedio hasta 16 días antes de la fecha en la que lo hacían en la década de 1950 y su temporada de crecimiento se ha extendido por el aumento de las temperaturas en cerca de 3 días por década desde 1951 (Vittoz et al., 2013).

A nivel de los ecosistemas se han documentado: i) la modificación de los límites de su distribución, ii) el reemplazo de ecosistemas, iii) la degradación, y iv) la modificación de su composición de especies (IPCC, 2002). A lo anterior deben sumarse los efectos ocasionados por el incremento en la frecuencia de eventos meteorológicos extremos (p. ej. huracanes, sequías, inundaciones, granizos y rachas de vientos), así como la presencia de plagas y enfermedades que también tienen efectos importantes en la estructura, composición y dinámica de muchos ecosistemas a lo largo del mundo.

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), el impacto del cambio climático sobre la

biodiversidad ya es apreciable en nuestro país. Los cambios se presentan principalmente en los bosques de coníferas latifoliadas y el bosque mesófilo; así como en el medio marino y los ecosistemas insulares (**Challenger y Dirzo, 2008**). No obstante, en otros ecosistemas también han sido registrados impactos significativos, como en el caso de los matorrales xerófilos. En un estudio realizado en un área de la zona fronteriza entre México y los Estados Unidos (**Brown et al., 1997**), en donde la precipitación invernal se incrementó substancialmente durante el siglo XX, la cobertura de los arbustos aumentó significativamente desde la década de los años ochenta, y con ella cambió la composición de especies del ecosistema. Especies clave como la rata canguro y algunas especies de hormigas se extinguieron localmente; otras especies antes comunes se hicieron raras (dos especies de lagartijas cornudas del género *Phrynosoma*) y especies poco comunes, como el roedor *Chaetodipus bayleii* (común a zonas arbustivas) se hicieron más abundantes.

Es importante resaltar que no obstante que el cambio climático tiene actualmente efectos importantes en los ecosistemas nacionales, los principales factores de cambio que continúan afectando negativamente a la biodiversidad son la destrucción de los hábitats, la sobreexplotación de organismos silvestres y la presencia de especies invasoras.

En el tema de la seguridad hídrica se debe resaltar la creciente interdependencia entre agua, energía y producción de alimentos, la cual puede entenderse mediante los siguientes ejemplos (en un marco de cambio climático):

- Prestadores de servicios de agua potable y saneamiento que enfrentan dificultades financieras debido a los altos costos de la energía.

- Descargas de aguas residuales sin tratamiento y expansión de usos urbanos que afectan otros usos de agua (principalmente agrícolas).
- Desarrollos agrícolas en riesgo por el agotamiento de los acuíferos y la disminución en la oferta de agua por las vedas (además de los altos costos de bombeo).

Con la creciente presión económica, social y ambiental sobre los sistemas hídricos, energéticos y de producción de alimentos, se incrementan y se hacen cada vez más notorias las diversas interdependencias (nexos) entre estos tres sectores. En este contexto, resulta fundamental desarrollar estrategias que permitan aplicar políticas públicas de adaptación al cambio climático. El “Manual para la selección, clasificación y diseño de medidas de adaptación al cambio climático” editado en el IMTA precisa que la adaptación al cambio climático se define como “los ajustes en los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos”, **(Guido 2017; IPCC, 2007b)**. Sin embargo, no es fácil identificar estos procesos de adaptación ya que es especialmente complejo definir una línea base de referencia o comparación **(Angrist y Pischke, 2008)**. Igualmente, es común observar procesos de adaptación que son ineficientes y que pueden derivar en costos adicionales en el futuro o la presencia de diversas barreras que dificultan su instrumentación. En todo caso se debe destacar la amplia gama de opciones de adaptación propuestas en la actualidad, algunas de las cuales se sintetizan a continuación en la Tabla 4.

**Tabla 4. Opciones de medidas de adaptación/Agricultura**

<b>Agricultura</b>	<b>Alza del nivel del mar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla de cultivos y ganadería</li> <li>• Manejo eficiente del agua de riego</li> <li>• Monitoreo y predicción del clima</li> <li>• Desarrollo y uso de nuevos cultivos</li> <li>• Sistemas de cultivos múltiples o policultivos</li> <li>• Uso de la diversidad genética</li> <li>• Desarrollo y uso de variedades/especies: Resistentes a plagas y enfermedades; y con adaptaciones más apropiadas al clima y a los requerimientos de hibernación o resistencia incrementada al calor y la sequía</li> <li>• Cambio en la producción y las prácticas de la granja: Uso de estrategias de diversificación como cultivos intercalados, agroforestería, integración de programas de cría de animal, y ajustes de las fechas de siembra y cultivo</li> <li>• Expansión de tierras cultivables, cambios en la distribución espacial agrícola y gestión en el uso de la tierra</li> <li>• Aprovechamiento de las características topográficas</li> <li>• Intensificación del uso de insumos: Fertilizantes, riego, semillas</li> <li>• Adopción de nuevas tecnologías</li> <li>• Programas de aseguramiento</li> <li>• Diversificación de los ingresos y de las actividades agrícolas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenación, planificación y gestión integrada del espacio litoral</li> <li>• Gestión integrada de cuencas y áreas costeras</li> <li>• Protección de los humedales costeros</li> <li>• Códigos de construcción y edificios robustos ante inundaciones</li> <li>• Diques, defensas y barreras en costas y malecones</li> <li>• Planificación del uso de suelo delimitación de zonas de riesgo</li> <li>• Ordenamiento territorial</li> <li>• Realineación y prohibición planificada, defensas duras</li> <li>• Alimentación/gestión de sedimentos</li> <li>• Alimentación de dunas costeras y playas</li> <li>• Límites de construcción</li> <li>• Barreras de intrusión de agua salada</li> <li>• Uso más eficiente del agua</li> <li>• Inyección de agua dulce</li> <li>• Actualizar los sistemas de drenaje y mejoras del drenaje urbano</li> <li>• Pólderes</li> <li>• Cambio de uso y zonificación de la tierra</li> <li>• Sistemas de alerta de inundación</li> <li>• Reducción del riesgo de desastres basada en la comunidad</li> <li>• Favorecer un equilibrio entre la conservación de las pesquerías, marinas, arrecifes de coral y los manglares</li> <li>• Mejora de los medios de vida, así como la supervivencia de las poblaciones tradicionales</li> <li>• Gestión de los factores de estrés no climáticos</li> </ul>

**Fuente: CEPAL 2016**

**Tabla 4. Opciones de medidas de adaptación/Sector salud**

<b>Sector Salud</b>	<b>Sector hídrico</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas profilácticas y saneamiento</li> <li>• Inclusión de programas de capacitación en salud pública, respuesta ante emergencias y programas de prevención y control</li> <li>• Mejorar la capacidad adaptativa de los diferentes grupos sociales</li> <li>• Redes de seguridad social</li> <li>• Normas de construcción</li> <li>• Mejoras en la infraestructura de salud pública</li> <li>• Prevención de las enfermedades transmitidas por el agua</li> <li>• Suministro de agua potable</li> <li>• Sistemas de alerta temprana para identificar la presencia de enfermedades infecciosas</li> <li>• Redes de monitoreo para la prevenir a la población sobre la ocurrencia de olas de calor</li> <li>• Diseño de sistemas de atención y prevención de desastres naturales</li> <li>• Mejora de la salud pública</li> <li>• Programas de lucha contra vectores</li> <li>• Programas de erradicación de enfermedades</li> <li>• Programas de educación para la salud</li> <li>• Investigación</li> <li>• Investigación y desarrollo en control de vectores</li> <li>• Vacunas</li> <li>• Erradicación de enfermedades</li> <li>• Implementado de medidas locales de control de la contaminación con co-beneficios adicionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación del agua y la gestión de la demanda (permisos precios e impuestos sobre el agua)</li> <li>• El manejo de cuencas</li> <li>• Gestión del uso de la tierra</li> <li>• Uso eficiente del agua y cambio de patrones de uso</li> <li>• Reciclaje de agua</li> <li>• Eficiencia de Riego</li> <li>• Infraestructura de gestión del agua</li> <li>• Importación de productos de uso intensivo de agua</li> <li>• Aumento del uso de la agricultura de secano</li> <li>• Mejoras institucionales y de gobernanza para asegurar la aplicación efectiva de estas medidas de adaptación</li> <li>• Fuentes de mejora:</li> <li>• Técnicas de almacenamiento y conservación del agua</li> <li>• Exploración y extracción de agua subterránea de forma sostenible</li> <li>• Reducción de las pérdidas (control de fugas, tuberías de conservación)</li> <li>• Eliminación de especies invasoras del almacenamiento de agua</li> <li>• Recolección de agua de lluvia</li> <li>• Transferencias de agua</li> <li>• Gestión de riesgos para hacer frente a variabilidad de las precipitaciones</li> <li>• Asignación del agua (por ejemplo, municipales frente a la agricultura)</li> <li>• Desalinización</li> </ul>

**Fuente: CEPAL 2016**



**Tabla 4. Opciones de medidas de adaptación/Biodiversidad y ecosistemas**

<b>Biodiversidad y ecosistemas</b>	<b>Retroceso de los glaciares</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar el número de áreas protegidas</li> <li>• Mejorar la representación y la replicación dentro de las redes de áreas protegidas</li> <li>• Mejorar la gestión y restauración de las áreas protegidas existentes para facilitar la capacidad de recuperación</li> <li>• Diseño de nuevas áreas naturales y sitios de restauración</li> <li>• Incorporar impactos previstos del cambio climático en los planes de gestión, programas y actividades</li> <li>• Administrar y restaurar la función del ecosistema</li> <li>• Incorporar buenas prácticas en el sector de la pesca</li> <li>• Ordenación del territorio</li> <li>• Focalizar la conservación de recursos en especies sujetas a extinción</li> <li>• Mover a especies en peligro de extinción</li> <li>• Establecer poblaciones de especies en cautiverio</li> <li>• Reducir las presiones independientes del cambio climático sobre especies</li> <li>• Mejorar las leyes, regulaciones y políticas existentes</li> <li>• Proteger corredores biológicos, refugios y pasaderas</li> <li>• Mejorar los programas de monitoreo</li> <li>• Desarrollar planes dinámicos de conservación de paisajes</li> <li>• Asegurar las necesidades de la vida salvaje y de la biodiversidad</li> <li>• Gestión del uso múltiple de los bosques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de los embalses de gran altitud</li> <li>• Adopción de variedades tolerantes a la sequía en gran altitud de actividades agrícolas</li> <li>• Medidas de gestión de la demanda</li> <li>• Extensión y diseño de recolección de aguas</li> <li>• Planificación de las cuencas glaciares</li> <li>• Generar información y datos estadísticos sobre la dinámica de los glaciares</li> </ul>

**Fuente: CEPAL 2016**

Un aspecto relevante que debe ser tenido en cuenta es que la construcción de estrategias de política pública sobre cambio climático, de adaptación y mitigación, en América Latina y el Caribe debe entonces considerar los aspectos específicos que adquiere el cambio climático en la región en donde destacan siguientes factores:

**Externalidad negativa.** El cambio climático puede entenderse, desde una óptica económica, como una externalidad negativa (**Stern, 2007**). Esto es, los gases efecto invernadero (GEI) se emiten a la atmósfera sin costo económico para la fuente generadora, ocasionando el cambio climático. La presencia de esta externalidad negativa deriva de fallas de mercado o de falta de mercado. Ello justifica entonces la aplicación de diversas políticas públicas para corregir estas fallas de mercado. En este sentido, resolver el desafío del cambio climático requiere la aplicación activa de diversas políticas públicas.

**El desafío del desarrollo sostenible.** El cambio climático es la consecuencia de una externalidad negativa global pero su solución conlleva a modificar los actuales patrones de producción y consumo y la conformación de una nueva economía que implica la formación de un nuevo estilo de desarrollo. En este sentido, atender el desafío del cambio climático implica atender el desafío del desarrollo sostenible.

**La paradoja temporal (CEPAL, 2014b).** El cambio climático es un fenómeno de largo plazo del cual es común la elaboración de escenarios con un horizonte de hasta 100 años, situación que sugiere la existencia de un amplio horizonte temporal para la acción. Sin embargo, la evidencia disponible sugiere que los procesos de acumulación de GEI en la atmósfera y sus largos períodos de difusión indican que existe una urgencia temporal por

instrumentar procesos de mitigación que permitan estabilizar el clima en un aumento no mayor a 2°C de temperatura para mediados de este siglo. Esto es, resulta necesario disminuir de forma progresiva las emisiones anuales de GEI de un poco menos de 7 a 2 toneladas per cápita en el 2050 y a 1 tonelada per cápita a finales del siglo (PNUMA, 2013; Vergara et al., 2014; Hepburn y Stern, 2008). Realizar este tránsito no es una tarea fácil atendiendo al menos a los siguientes elementos:

- Existe actualmente una estrecha relación entre el ingreso per cápita, el consumo de energía per cápita y las emisiones de GEI per cápita en las economías de América Latina y el Caribe, como en todas las economías modernas (CEPAL, 2014b). De este modo, un crecimiento económico continuo vendrá acompañado de un aumento del consumo de energía y de las emisiones en un escenario inercial. **Desacoplar el crecimiento económico del consumo de energía y de emisiones requiere entonces transformaciones profundas al actual estilo de desarrollo. Estos cambios estructurales requieren largos períodos de maduración. Por ejemplo, la infraestructura es utilizada un promedio de 3 a 5 décadas; de este modo, la infraestructura que se construye actualmente estará en uso en el 2050 y deberá por tanto de ser consistente con las metas climáticas.**
- Existe actualmente una matriz de precios relativos y de subsidios que privilegia el uso de combustibles fósiles y de otros comportamientos que no son consistentes con un desarrollo sostenible. Sin embargo, la economía política que implica modificar esta matriz de incentivos económicos es altamente compleja y difícil de realizar.

**La condición asimétrica del cambio climático.** América Latina y el Caribe enfrentan una condición asimétrica referida a la economía del cambio climático. Esto es, actualmente la región emite entre el 9% y el 10% de las emisiones totales pero no es un emisor históricamente importante y al mismo tiempo es una región particularmente vulnerable a los impactos del cambio climático **(CEPAL, 2014b)**. Atendiendo entonces a que es prácticamente inevitable un aumento de al menos 2°C de temperatura para el 2050 resulta fundamental que América Latina y el Caribe instrumente diversas estrategias de adaptación al cambio climático y asimismo participe en los procesos de mitigación de acuerdo al criterio de responsabilidades comunes pero diferenciadas **(CMNUCC, 2014)**.

**La doble asimetría del cambio climático.** La evidencia disponible muestra además que los impactos del cambio climático son heterogéneos en la población y que en general impactan con mayor fuerza a la población infantil y de edad avanzada y a los pobres aunque estos grupos socioeconómicos no son los principales emisores de Gases Efecto Invernadero **(Kahn, 2005; Pelling et al., 2002; Kalkstein y Sheridan, 2007; Rodríguez et al., 2010)**. Este mayor impacto se debe a que es común que los estratos de ingresos bajos dependan de una sola fuente de ingreso, tengan menos educación, tienen un mayor número de personas en el hogar, no disponen de activos o ahorros, créditos o seguros **(Glewwe y Hall, 1998; Kelly y Adger, 2000; Hoddinott y Kinsey, 2001; Skidmore y Toya, 2002; Kellenberg y Mobarak, 2008; De Mel, et al., 2010; Noy y Nualsri, 2007; Cuaresma et al., 2008; Raddatz, 2009, Cecchini et al., 2012)**. De este modo, América Latina enfrenta esta doble inequidad: por país y por grupos más vulnerables por lo que la agenda social debe incluir al cambio climático **(Galindo et al., 2014)**.

En la Tabla 5 se presentan algunas de las principales medidas e instrumentos aplicados por México según **CEPAL (2016)** y que deberían fortalecerse. En el tema de la adaptación se deben destacar las acciones en el sector hídrico con el objetivo de buscar el abastecimiento y distribución efectiva del agua, esencialmente hacia poblaciones y actividades productivas más vulnerables; asimismo, existe un énfasis en la preservación del capital natural como bosques y biodiversidad y el apoyo a la investigación, información y capacitación sobre cambio climático. Destaca además que se han puesto en marcha diferentes instrumentos de política pública en sectores clave como agricultura, el sector forestal, las zonas costeras y la salud humana.

**Tabla 5. Medidas de adaptación y mitigación en México**

<b>Adaptación</b>	<b>Mitigación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones para el ordenamiento ecológico general del territorio, forestales y en mares y costas.</li> <li>• Programas de Prevención de Riesgos en Asentamientos.</li> <li>• Humanos y de urgencias epidemiológicas y desastres.</li> <li>• Acciones para la conservación y aprovechamiento de vida silvestre y ecosistemas.</li> <li>• Estrategias de impacto del cambio climático en áreas protegidas y programas de adaptación en áreas naturales protegidas.</li> <li>• Programas para conservación y restauración de ecosistemas.</li> <li>• Programas de agua potable y saneamiento.</li> <li>• Programas de información sobre el cambio climático y sus efectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).</li> <li>• Aplicación de impuestos a los combustibles y electricidad.</li> <li>• Planes para el impulso al uso de energías renovables.</li> <li>• Aplicación de impuesto al carbono.</li> <li>• Aplicación de impuesto al uso de vehículos y fertilizantes.</li> <li>• Programas para mayor eficiencia en el uso de la energía.</li> </ul>

**Fuente: CEPAL 2016**

En el caso de las acciones contra la mitigación de GEI se debe destacar que la mayoría de los países de América Latina han adoptado Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) para impulsar, principalmente, proyectos de mayor eficiencia y cambios en la matriz energética (se busca su diversificación) y, por tanto, disminución de GEI. México junto con Chile son los únicos países con participación importante en el mercado de carbono y la aplicación de instrumentos fiscales como impuestos sobre las emisiones de carbono. También se han aplicado mecanismos como el de reducción de emisiones debidas a deforestación y degradación de bosques (**REDD+; ENAREDD+**) y se han establecido fondos y fideicomisos verdes con el fin de financiar las diferentes medidas de mitigación mediante la adquisición de nuevas tecnologías aplicables a los sectores productivos más contaminantes (**CEPAL 2016**).

Esta información constituye un referente importante dentro de este proyecto de investigación y marca un rumbo en relación con las medidas que deberían seleccionarse para conformar el Catálogo General que se propone elaborar.

### ***Realidades y limitaciones de la adaptación***

**Fan et al. 2017** precisan que aquellos que implementan acciones de adaptación deben ser conscientes de que la adaptación no puede eliminar toda la vulnerabilidad al cambio climático; **Perry 2009** confirma esta afirmación. En términos generales, algunos daños causados por el cambio climático pueden ser irreversibles en una escala de tiempo realista, puede ser demasiado costoso corregirlos y existe también la posibilidad de que no sea tecnológicamente factible una corrección. Además, existen factores que limitan las capacidades regionales para implementar estrategias de adaptación las cuales se examinan en el **IPCC (2014)** (capítulos 16 y 17). Generalmente

siguiendo la lista en **Klein et al. (2014)**, modificado y reformulado por **McCarl et al. (2016)**, estas limitantes incluyen:

- Conocimiento, conciencia y tecnología disponible.
- Limitaciones físicas y biológicas que limitan la factibilidad básica.
- Limitaciones financieras como los fondos disponibles.
- Limitaciones en cuanto a recursos humanos y de equipo, como la disponibilidad de personal capacitado, contratistas experimentados y equipo de construcción.
- Limitaciones sociales y culturales, como la coherencia de los valores sociales, las visiones de normas y comportamientos, con las posibilidades de adaptación.
- Gobernabilidad y limitaciones institucionales tales como derechos de propiedad, zonificación y reglamentos.
- Limitaciones económicas como el estado local de desarrollo y la infraestructura regional.
- Valores competitivos en nombre de aquellos tomadores de decisiones que deben elegir las estrategias de adaptación y que prefieren u optan por otras acciones. También es posible que exista una falta de creencia en la necesidad de adaptación.
- Falta de coordinación a gran escala, donde por ejemplo la adaptación local de la gestión del agua es limitada por acuerdos de varios países o regiones, como un pacto internacional sobre el agua.

Estas barreras pueden ocasionar que la implementación de algunas estrategias simplemente sea imposible o que puedan requerir el apoyo mediante acciones pública local, nacional o internacional (como el otorgamiento de financiamiento, la participación directa en el desarrollo de infraestructuras, la

mejora de la educación, conducir investigaciones el desarrollo con extensión y/o transferencia de tecnología) para facilitar su implementación.

### ***Política pública y estrategias***

La **Ley General de Cambio Climático** publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, obliga a estados y alcaldías a instrumentar programas con miras a enfrentar los retos que impone el cambio climático, abarcando asuntos tales como inventarios de gases de efecto invernadero y políticas de adaptación y mitigación. A pesar de la existencia de esta ley, al 2017 solamente 14 de las 32 entidades federativas cuentan con dichos programas, a pesar de la urgencia de establecer medidas para frenar este fenómeno y asumir responsablemente los compromisos que México tiene internacionalmente en este rubro. Los estados que cuentan con un programa son: Baja California, Baja California Sur, Durango, Coahuila, Nuevo León, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Veracruz, Ciudad de México, Tlaxcala, Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Morelos. Los que están pendientes por su elaboración son: Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Nayarit, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Michoacán, Colima, Estado de México, Aguascalientes, Guerrero, Puebla, Oaxaca y Chiapas. A pesar de la situación actual, no todos los gobiernos estatales le han dado seguimiento al tema con el consecuente incremento en la vulnerabilidad y los riesgos de sufrir mayores daños por efectos de este fenómeno. Además de que no apoyan al país en el cumplimiento de sus compromisos internacionales en relación con la disminución de emisiones de gases efecto invernadero. Los programas Estatales y/o municipales existentes no son actualizados periódicamente, su contenido debe ampliarse y se deben precisar las formas de financiamiento contempladas para poder implementar las medidas propuestas.



En el **“Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático”**, elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, se advierte que los estados más sensibles a los efectos del cambio climático, con “Muy alto riesgo” ante la condición actual de lluvias y ciclones tropicales son Guerrero, Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Quintana Roo, siendo los tres primeros los que enfrentan mayor rezago social y económico. En el caso particular de Quintana Roo, este es un territorio de paso natural de la mayoría de ciclones que se forman en el océano Atlántico, enfrentando vulnerabilidad social y natural. El documento precisa que los efectos del cambio climático son más significativos para los pobres de los países en vías de desarrollo. Por otra parte el Atlas aborda el tema de la vulnerabilidad hídrica en las distintas regiones del país, con base en el grado de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación al cambio climático, identificando en el país cuatro zonas que requieren estrategias inmediatas de adaptación para reducir la vulnerabilidad hídrica superficial, por los efectos del cambio climático en la disposición de este recurso, éstas zonas son: Zona Metropolitana del Valle de México, norte de Sinaloa, cuenca del río Conchos y norte de la cuenca Lerma Chapala.

Dentro de este contexto, en 2017 el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua inicia la implementación de su **“Programa Estratégico Institucional de Innovación Científica y Tecnológica del IMTA - PEICT”** el cual precisa como objetivo general “Contribuir al logro de la Seguridad Hídrica como objetivo estratégico nacional mediante el desarrollo de conocimientos científicos, innovación y tecnología”. Este programa está compuesto por cinco programas específicos y seis componentes o ejes rectores, los cuales se aprecian en la Tabla 6. A partir de los programas específicos y de los ejes rectores es posible construir una matriz que conforme un “árbol de soluciones”, con respuestas a la problemática y del cual surjan proyectos

específicos. Dentro del programa específico “Prevención de riesgos” y del eje “Gobernanza” se desarrolla el proyecto **“Implementación del Programa Estratégico de Cambio Climático del IMTA”**, en el cual todas las áreas del IMTA tienen participación.

**Tabla 6. Programas y componentes del PEICT**

<b>Programas específicos</b>	<b>Componentes o ejes rectores</b>
1. Disponibilidad y manejo integrado	1. Gobernanza
2. Prevención de riesgos	2. Global
3. Comunicación	3. Ambiental
4. Acceso a servicios de agua y saneamiento	4. Económico
5. Desarrollo económico	5. Social
	6. Fortalecimiento de capacidades

*Fuente: Elaboración propia.*

### **c. El financiamiento para atender el cambio climático**

#### **Generalidades**

Los planes y proyectos para enfrentar el cambio climático requieren de recursos para poder llevarse a cabo. En la actualidad existen diversos fondos creados con base en acuerdos internacionales como por ejemplo aquellos de la vigésimo primera Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático – COP 21 de París, celebrada entre el 30 de noviembre y el 11 de diciembre de 2015. Gran parte de estos recursos disponibles no se gestionan por simple desconocimiento. En relación con este tema, el PNUD<sup>1</sup> comenta que: “La escala del reto financiero para lograr la transformación está en el orden de cientos de millones de dólares americanos. El financiamiento disponible y las capacidades para absorber estos recursos

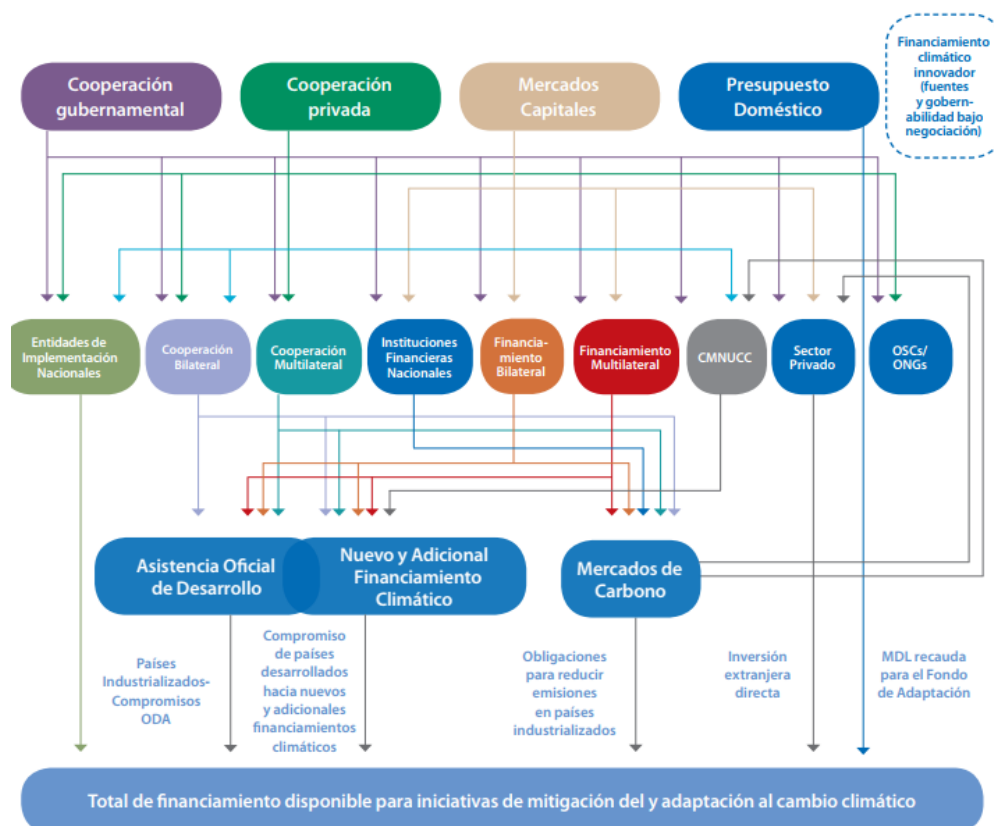
<sup>1</sup> Disponible en:  
[http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP-Readiness\\_SP\\_26\\_6HR.pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP-Readiness_SP_26_6HR.pdf)

varían de acuerdo al país; mientras que los países desarrollados poseen capacidades internas para generar y utilizar el financiamiento climático” por esta razón se deben fortalecer las capacidades de los países.

Es importante reflexionar sobre lo que se debería entender como financiamiento. De acuerdo con la CEPAL<sup>2</sup>: “No existe una definición precisa, internacionalmente aceptada, de lo que constituye el financiamiento para enfrentar los retos del cambio climático. El uso del término generalmente hace referencia a los recursos públicos y privados, multilaterales y bilaterales, internacionales o nacionales, que se movilizan en calidad de donación, préstamos concesionales, créditos en condiciones de mercado, inversiones de capital de riesgo, transacciones en mercados de carbono, garantías, impuestos y tarifas; canalizados para proyectos y programas de mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, y retención y captura de carbono, así como para la adaptación, desarrollo de capacidades y transferencia y difusión de tecnología”. El esquema de la Figura 22 resume las fuentes de financiación internacionales.

---

<sup>2</sup> Disponible En: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37217/S1420542\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37217/S1420542_es.pdf?sequence=1)



**Figura 22. Flujos existentes de financiamiento para cambio climático.**

*Fuente: PNUD, 2011.*

### **Preparación para el financiamiento climático**

La “preparación” para el financiamiento climático es un término relativamente nuevo que ha sido utilizado por un número específico de áreas en el financiamiento climático, tales como preparación para **REDD+** (reducción de las emisiones de la deforestación y degradación) y preparación para el mercado; sin embargo, es necesaria una definición más completa que mapee los diferentes elementos para estar listos en relación con el financiamiento climático en su totalidad.

La preparación para el financiamiento climático implica que los países cuenten con las capacidades para planificar, acceder, cumplir, monitorear y reportar sobre financiamiento climático internacional y doméstico, de maneras

catalizadoras y totalmente integradas con las prioridades nacionales de desarrollo y el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio - ODMs. Dentro de este contexto, existen cuatro componentes fundamentales en esta definición:

- a. Capacidades nacionales establecidas para planificar hacia el financiamiento:
  - Evaluar las necesidades y prioridades, e identificar las barreras para la inversión.
  - Identificar mezcla de políticas y fuentes de financiamiento.
  
- b. Capacidades para acceder a diferentes formas y tipos de financiamiento a nivel nacional:
  - Acceso directo al financiamiento.
  - Mezclar y combinar financiamiento.
  - Formular proyectos, programas, enfoques de amplitud.
  
- c. Capacidades para cumplir con el financiamiento e implementar/ejecutar las actividades:
  - Implementar y ejecutar proyectos, programas, enfoques con amplitud sectorial.
  - Construir un suministro local de habilidades y capacidades.
  
- d. Capacidades para monitorear, reportar y verificar los gastos financieros y resultados relacionados/ impactos transformadores.
  - Monitorear, reportar, y verificar flujos.
  - Pagos basados en resultados.

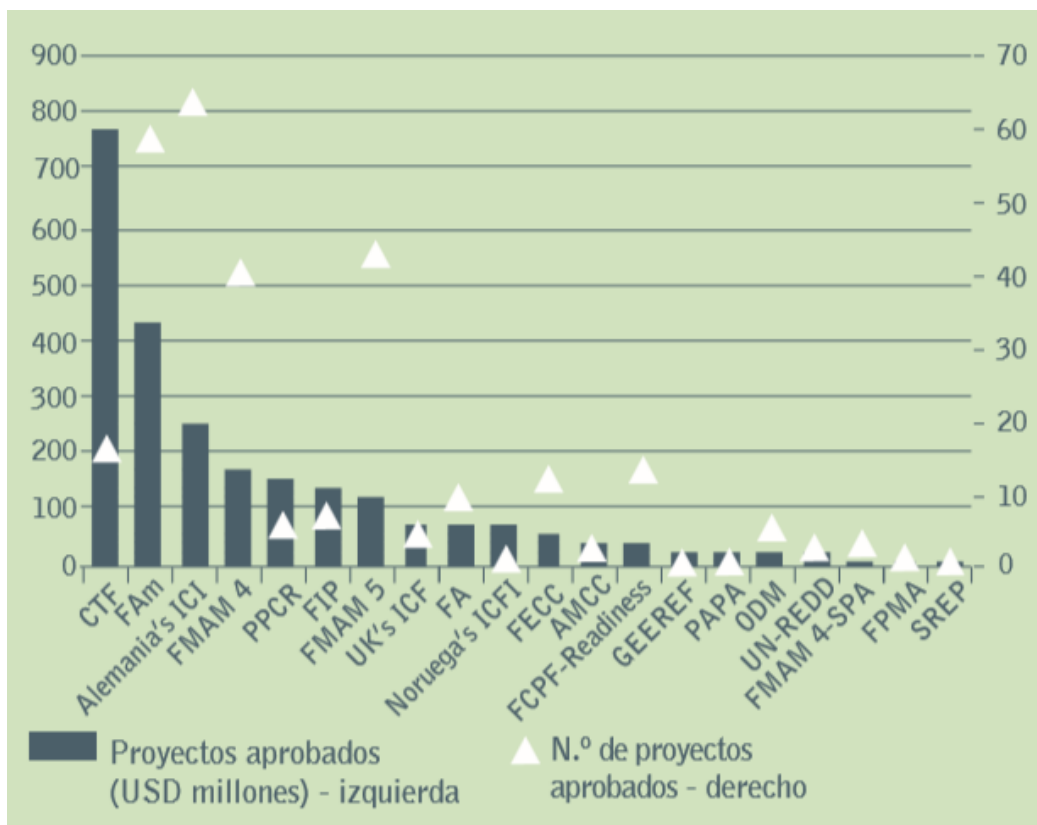
## **Financiamiento en América Latina y el Caribe**

De acuerdo con **Climate Funds Update**<sup>3</sup>: “El financiamiento para el clima en la región de América Latina y el Caribe (ALC) está muy concentrado en unos cuantos de los países más grandes de la región, como México y Brasil, que reciben la mayoría del financiamiento, principalmente para proyectos de mitigación, mientras que algunos de los pequeños estados insulares en desarrollo (PEID), que necesitan urgentemente financiamiento para adaptación, han recibido muy pocos fondos hasta ahora. Se ha producido un aumento del financiamiento para adaptación desde 2013, pero la asistencia financiera para proyectos de mitigación por valor de US\$1900 millones (que incluyen las actividades relacionadas con la energía y la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal **(REDD+)**) sigue estando casi cinco veces por encima del apoyo a proyectos de adaptación (US\$403 millones)”.

Hay 20 fondos operativos en la región (véase el gráfico de la Figura 23). Las contribuciones más cuantiosas provienen del Fondo de Tecnología Limpia (CTF), un fondo multilateral operado por el Banco Mundial con énfasis en la mitigación, que ha aprobado un total de US\$768 millones para 17 proyectos en México, Chile, Colombia y Honduras. Casi todo este financiamiento se ha aprobado como préstamos en condiciones concesionarias:

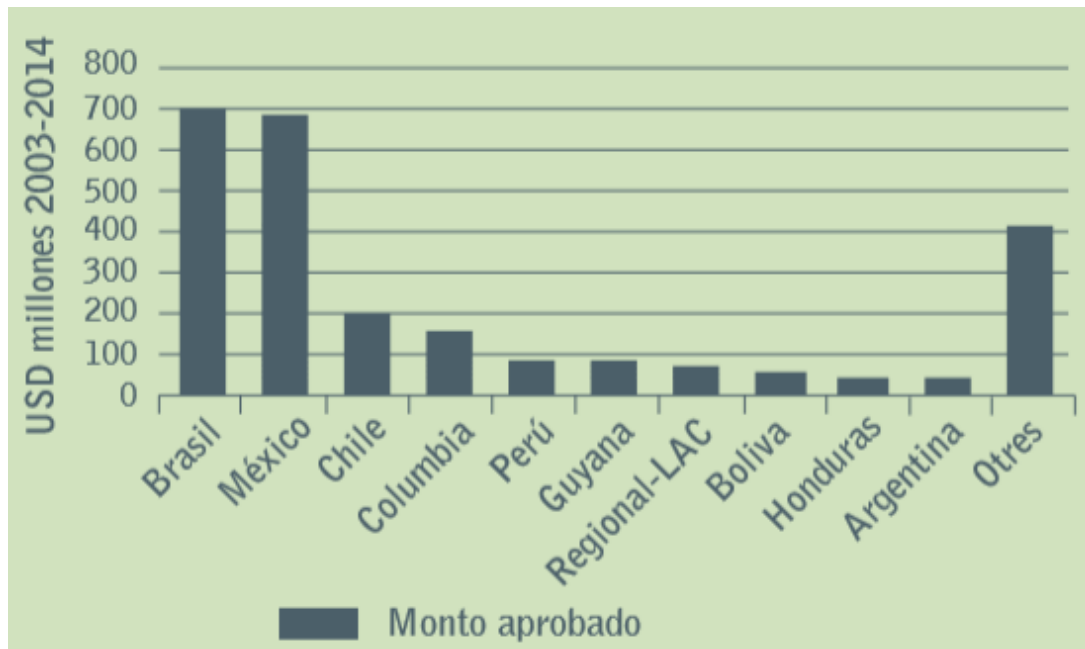
---

<sup>3</sup> <http://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/9337.pdf>



**Figura 23. Fondos que apoyan la región de América Latina y el Caribe.**  
*Fuente: Climate Funds Update.*

De estos fondos México y Brasil cuentan con el 55% de los recursos aprobados seguidos por Chile y Colombia, ver Figura 24.



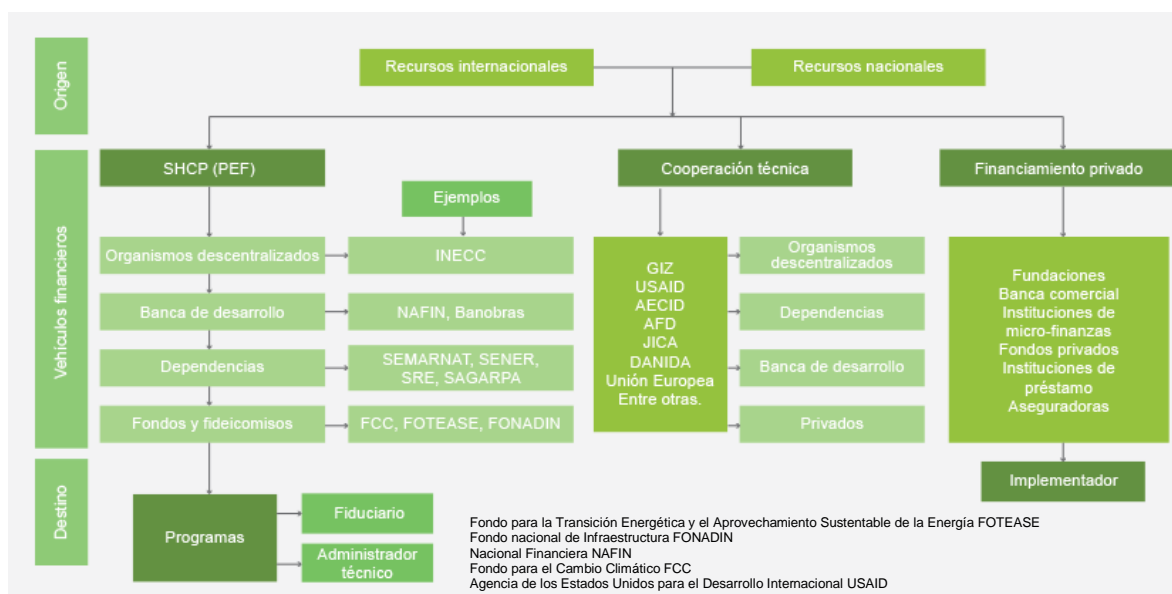
**Figura 24. Los diez primeros países por monto aprobado.**

*Fuente: Climate Funds Update.*

### **Financiamiento en México**

En el caso de México, la implementación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) ha sentado un precedente para la organización, desarrollo y regulación de una arquitectura financiera para hacer frente al cambio climático. Sin embargo, es necesario que la política, la arquitectura y los mecanismos de implementación del financiamiento se adecuen y se reformen de acuerdo a las características nacionales e internacionales. En México, la arquitectura financiera para el cambio climático se refiere a los instrumentos existentes a nivel nacional para generar, entregar y hacer uso de los recursos, tal como se puede apreciar en la Figura 25.





**Figura 25. Arquitectura financiera del cambio climático en México.**  
**Fuente: *Financiamiento para el Cambio Climático en México.***

Dentro de esta arquitectura financiera existen varios **“vehículos financieros”** encargados de la entrega de los recursos a los destinatarios finales, o bien, que fungen como organismos que ejecutan proyectos y programas. Dentro de este contexto existe la banca nacional de desarrollo, además de los organismos y fondos de ejecución de recursos como por ejemplo el Fondo para el Cambio Climático (FCC), fondos sectoriales como el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE), el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), los fondos metropolitanos, entre otros.

- El FCC se creó por el Art. 80 de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), con el objeto de captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales, para apoyar la implementación de acciones para enfrentar el cambio climático. Opera a través de un fideicomiso público creado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público a cargo de una

fiduciaria. Existe un comité técnico presidido por la SEMARNAT, con representantes de la SHCP, Secretaría de Economía, SEGOB, SEDESOL, SCT, SENER y SAGARPA.

- El Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) fue creado en 2008 por el Art. 27 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), con el propósito de otorgar garantías de crédito y otros apoyos financieros a proyectos que busquen potenciar la transición energética, el ahorro de energía, las tecnologías limpias y el aprovechamiento de las energías renovables orientadas a la mitigación del cambio climático. Cuenta con un Comité Técnico presidido por SENER e integrado por SHCP, SAGARPA, SEMARNAT, CFE, IMP, INEEL y CONACYT.

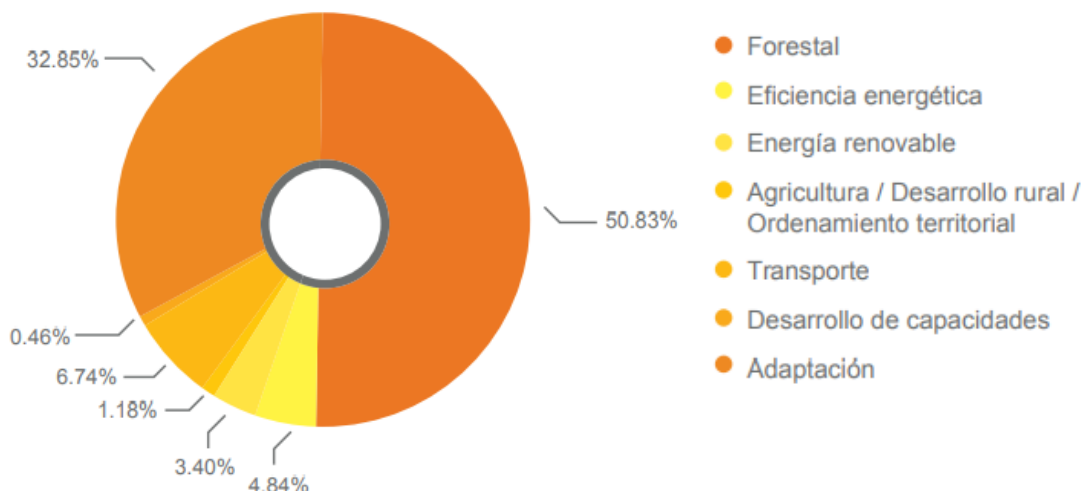
### ***Financiamiento internacional***

A partir de la 21<sup>a</sup> Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático - COP 21 de París (UNFCCC, por su sigla en inglés), inició un nuevo esquema de financiamiento internacional. Gracias a los Acuerdos de Cancún, los países desarrollados se comprometieron a entregar 30 mil millones de dólares a los países en vías de desarrollo durante 2010 -2012, acuerdo conocido como *Fast Start Finance* y 100 mil millones de dólares anuales para 2020, además de establecer las bases del Fondo Verde para el Clima.

La estructura financiera internacional para atender el cambio climático está conformada por tres fuentes principales:

- **Bilaterales** (provenientes de la cooperación directa entre gobiernos): las fuentes bilaterales de financiamiento provienen de las donaciones de países desarrollados a países en vías de desarrollo por canales de financiamiento directos.
- **Multilaterales** (provenientes de fondos e instituciones de financiamiento internacional): las fuentes multilaterales se concentran en fondos de inversión climáticos y organismos multilaterales como el Banco Mundial y los bancos multilaterales regionales.
- **Instrumentos establecidos por UNFCCC:** los procesos de gobernanza de los fondos y las implicaciones cuentan con la mayor legitimidad bajo el régimen de la Convención. Estos mecanismos se concentran en el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) y el Fondo de Adaptación (AF por sus siglas en inglés).

La Figura 26 muestra la distribución de los recursos en México, provenientes de fondos internacionales. Se hace una clasificación por acciones de mitigación, adaptación y/o desarrollo de capacidades.



**Figura 26. Distribución de recursos por destino en México (mitigación, adaptación y desarrollo de capacidades). Datos al 2012. Fuente: CEMDA 2013.**

En la Tabla 7 se presentan los nombres de agencias e instituciones financiadoras clasificadas por categoría, mismas que tienen o que han tenido presencia en México.

**Tabla 7. Instituciones que otorgan financiamiento.**

CATEGORÍA	NOMBRE
Organismos Financieros Internacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banco Interamericano de Desarrollo (BID)</li> <li>• Banco Mundial (BM)</li> <li>• Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)</li> <li>• Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)</li> <li>• ONU-Mujeres</li> <li>• Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)</li> <li>• Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)</li> <li>• Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)</li> </ul>
Agencias Internacionales de Cooperación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia Alemana de Cooperación</li> <li>• Agencia Australiana para el Desarrollo Internacional</li> <li>• Agencia Canadiense de Cooperación Internacional</li> </ul>

<b>CATEGORÍA</b>	<b>NOMBRE</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia de Cooperación Internacional de Corea</li> <li>• Agencia de Cooperación Internacional del Japón</li> <li>• Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional</li> <li>• Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo</li> <li>• Agencia Francesa de Desarrollo</li> <li>• Agencia Noruega para Cooperación al Desarrollo</li> <li>• Delegación de la Unión Europea en México</li> <li>• Embajada Británica en México</li> <li>• Fondo Conjunto de Cooperación Chile-México</li> <li>• Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia</li> </ul>
Dependencias y Bancos Nacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia Alemana de Cooperación</li> <li>• Agencia Australiana para el Desarrollo Internacional</li> <li>• Agencia Canadiense de Cooperación Internacional</li> <li>• Agencia de Cooperación Internacional de Corea</li> <li>• Agencia de Cooperación Internacional del Japón</li> <li>• Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional</li> <li>• Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo</li> <li>• Agencia Francesa de Desarrollo</li> <li>• Agencia Noruega para Cooperación al Desarrollo</li> <li>• Delegación de la Unión Europea en México</li> <li>• Embajada Británica en México</li> <li>• Fondo Conjunto de Cooperación Chile-México</li> </ul>
Dependencias y Bancos Nacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo</li> <li>• Banco de Ahorro Nacional y Servicios Financieros, S.N.C.</li> <li>• Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C</li> <li>• Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.</li> <li>• Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza</li> <li>• Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura</li> <li>• Financiera Rural</li> <li>• Nacional Financiera, S.N.C.</li> <li>• Secretaría de Hacienda y Crédito Público</li> </ul>
Organismos de la Sociedad Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alianza México REDD+</li> <li>• Centro Mario Molina</li> <li>• Conservación Internacional</li> <li>• Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.</li> <li>• Fondo Mundial para la Naturaleza</li> <li>• Fundación Gordon y Betty Moore</li> <li>• Latin America Regional Climate Initiative</li> <li>• The Nature Conservancy</li> </ul>
Coordinaciones Generales del INECC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coord. General de Adaptación al Cambio Climático</li> <li>• Coord. General del Contaminación y Salud Ambiental</li> </ul>

CATEGORÍA	NOMBRE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coord. General de Crecimiento Verde</li> <li>• Coord. General de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono</li> <li>• Dirección de Vinculación y Seguimiento Internacional</li> </ul>

**Fuente: INEEC 2014.**

### ***El banco Mundial y los Fondos Intermediarios Financieros***

En el Banco Mundial, el Departamento de Fondos Fiduciarios y Alianzas (*Trust Funds and Partnerships - DFPTF*) es responsable de crear y difundir las políticas y los procesos comerciales de los fondos fiduciarios y los programas de asociación, así como de actuar como fideicomisario de grandes fondos globales, conocidos como “Fondos Intermediarios Financieros” (*Financial Intermediary Funds – FIFs*). Uno de ellos, quizás el más importante, es el Fondo de Adaptación.

Los Fondos Intermediarios Financieros (*FIFs*) son arreglos financieros que típicamente aprovechan una variedad de recursos públicos y privados en apoyo de iniciativas internacionales, permitiendo a la comunidad internacional proporcionar una respuesta directa y coordinada a las prioridades globales. La mayoría de los *FIFs* han apoyado programas mundiales que a menudo se centran en la provisión de bienes públicos mundiales, la prevención de enfermedades transmisibles, las respuestas al cambio climático y la seguridad alimentaria.

Los *FIFs* suelen implicar mecanismos innovadores de financiación y gobernanza, así como diseños flexibles que permiten recaudar fondos de múltiples fuentes, tanto soberanas como privadas. Los fondos pueden canalizarse de manera coordinada a una serie de receptores en los sectores público y privado a través de una variedad de arreglos. Las estructuras FIF se

personalizan, dependiendo de las necesidades de la asociación y de los acuerdos que se tengan con el Banco Mundial.

El papel específico del Banco Mundial a través de los FIFs es la provisión de servicios de intermediarios financieros, como Fiduciario de los fondos. Para todos los *FIFs*, el Banco Mundial proporciona un conjunto de servicios financieros convenidos que incluyen la recepción, la celebración y la inversión de fondos aportados, y la transferencia de ellos cuando se instruye por el órgano de gobierno del *FIF*. Bajo algunos *FIFs*, el Banco también proporciona servicios personalizados de gestión de tesorería u otros servicios financieros acordados. Algunos ejemplos incluyen emisión de bonos, intermediación de cobertura y monetización de créditos de carbono.

Ejemplos de Fondos Intermediarios Financieros son los siguientes:

- **Fondo de Adaptación**
- Fondo de Tecnologías Limpias
- Fondo Climático Estratégico
- Riesgo Climático y Sistemas de Alerta Climática
- Fondo Fiduciario de Instalaciones Ambientales Globales (*GEF*)
- Fondo Verde del Clima
- Fondo Especial de Cambio Climático

### ***El Fondo de Adaptación de las Naciones Unidas***

Toda institución o entidad que pretenda acceder a los recursos del Fondo de Adaptación de las Naciones Unidas debe estar acreditada. El proceso de acreditación del Fondo de Adaptación tiene como objetivo asegurar que la entidad siga las normas fiduciarias y de salvaguardia mientras accede a los

recursos financieros del Fondo de Adaptación. Existen tres tipos de acreditación: ENI, ERI y EMI.

- a. Una Entidad Nacional Implementadora (ENI) debe ser designada por sus respectivos gobiernos antes de presentar una solicitud de acreditación.
- b. Una Entidad Regional Implementadora (ERI) debe recibir una carta de apoyo de por lo menos 2 de los países en los que opera (las ERI's consisten típicamente de países miembros de una región determinada).
- c. Las Entidades Multilaterales Implementadoras (EMI) son invitadas por la Junta a solicitar la acreditación y no requieren una carta de respaldo para presentar una solicitud.

### ***Proceso de Acreditación ante el Fondo de Adaptación***

El proceso de Acreditación ante el Fondo de Adaptación consiste de varias etapas, tal como se explica a continuación:

#### **a. Nominación.**

Una entidad que cumple con las normas de acreditación identificadas y designadas como una entidad implementadora por una Autoridad Designada:

- La ENI debe ser designada por su respectivo gobierno antes de presentar una solicitud de acreditación.
- Una Entidad Regional Implementadora (ERI) debe recibir una carta de apoyo de por lo menos 2 de los países en los que opera (ERI's consisten típicamente de países miembros de una región determinada).
- Las Entidades Multilaterales Implementadoras (EMI) son invitadas por la Junta a solicitar la acreditación y no requieren una carta de respaldo para presentar una solicitud.



**b. Solicitud.**

La entidad designada presenta una solicitud de acreditación y la documentación de apoyo a través del sistema en línea de *Accreditation Workflow* del Fondo de Adaptación (el acceso se otorga una vez que se recibe una carta de nominación).

**c. Revisión por la secretaría de la junta del fondo de adaptación.**

La Secretaría revisa la solicitud para completar y solicitar cualquier parte que falte de la solicitud.

**d. Revisión por parte del panel de acreditación.**

Una vez completada la solicitud, se envía al Panel de Acreditación para su revisión. El Panel identifica cualquier pregunta y brecha potencial y se comunica directamente con el solicitante hasta que esté listo para hacer una evaluación final. El Panel de Acreditación proporcionará una evaluación final a la Junta con una recomendación.

**e. Recomendación del grupo de acreditación.**

La Junta del Fondo de Adaptación aprueba la recomendación del Panel de Acreditación. Todas las decisiones de acreditaciones positivas o negativas son tomadas en última instancia por la Junta del Fondo de Adaptación sobre la base de la evaluación y recomendación del Panel.

**Sectores en los que el Fondo de Adaptación financia proyectos**

El Fondo de Adaptación financia proyectos de adaptación al cambio climático en nueve sectores diversos:

- Agricultura

- Seguridad alimentaria
- Desarrollo rural
- Administración del agua
- Bosques
- Gestión de zonas costeras
- Reducción de desastres
- Proyectos multisectoriales
- Desarrollo urbano

### ***La Política Ambiental y Social del Fondo de Adaptación***

Constituye una Política y Orientación Operativa (OPG), que determina las modalidades de financiación del Fondo. Fue adoptada por la Junta del Fondo en noviembre de 2013 y tiene implicaciones para todos los actores involucrados del Fondo de Adaptación: Junta, Secretaría, Páneles, Autoridades Designadas, Entes de Implementación, Entidades Ejecutoras y beneficiarios finales.

La Política Ambiental y Social (ESP) tiene por objetivo evitar los daños ambientales y sociales innecesarios como resultado de los proyectos/programas financiados por el Fondo. Presenta algunas similitudes y diferencias en comparación con otras políticas similares - p.e. Banco Mundial, Banco Africano de Desarrollo.

Los Principios y conceptos subyacentes de la Política Ambiental y Social del Fondo de Adaptación son los siguientes:

- ✓ No es prescriptiva sobre cómo se logra o se demuestra el cumplimiento.
- ✓ Basada en la evidencia.
- ✓ Basado en riesgo.

## **Principios de la Política Ambiental y Social (ESP)**

La Política Ambiental y Social se basa en **15 principios de salvaguardia ambiental y social**. Algunos principios siempre se aplican (\*), algunos pueden o no ser relevantes para un proyecto/programa específico. A continuación, se presentan de manera resumida.

### **1. Cumplimiento de la Ley \***

Los proyectos/programas apoyados por el Fondo deberán cumplir con todas las leyes nacionales e internacionales aplicables.

En apoyo de la Propuesta, la ENI proporcionará, cuando corresponda, una descripción del marco legal y regulatorio para cualquier actividad de proyecto que requiera permiso previo (permisos de planificación, ambientales, de construcción, de extracción de agua, emisiones, uso o producción o almacenamiento de sustancias nocivas). Para cada uno de estos requisitos, la ENI describirá la situación actual, las medidas ya adoptadas y el plan para lograr el cumplimiento de las leyes nacionales e internacionales pertinentes.

### **2. Acceso y equidad.**

- ✓ Los proyectos / programas apoyados por el Fondo proporcionarán acceso justo y equitativo a los beneficios de manera inclusiva y no impedirá el acceso a servicios básicos de salud, agua potable y saneamiento, energía, educación, vivienda, condiciones de trabajo seguras y decentes y tierras derechos.
- ✓ Los proyectos y programas no deben exacerbar las desigualdades existentes, particularmente con respecto a los grupos marginados o vulnerables.

- ✓ El proceso de asignación del acceso a los beneficios del proyecto / programa debe ser justo e imparcial.
- ✓ No impedir el acceso de ningún grupo a servicios y derechos esenciales.

### **3. Grupos marginados y vulnerables.**

- ✓ Los proyectos / programas apoyados por el Fondo evitarán afectaciones a los grupos marginados y vulnerables, incluidos los niños, las mujeres y las niñas, los ancianos, los indígenas, los grupos tribales, las personas desplazadas, los refugiados, las personas con discapacidad y las personas que viven con el VIH / SIDA. Al examinar cualquier proyecto o programa propuesto, las entidades ejecutoras evaluarán y considerarán los impactos particulares en los grupos marginados y vulnerables.
  - *Identificar y cuantificar los grupos mencionados.*
  - *Identificar los impactos adversos que cada grupo marginado y vulnerable es probable que experimente.*
  - *Describir cómo los impactos no son desproporcionados en comparación con los grupos no marginados y no vulnerables.*
  - *Describir el seguimiento.*

### **4. Derechos humanos\*.**

- ✓ Los proyectos / programas apoyados por el Fondo deberán respetar y, en su caso, promover los derechos humanos internacionales.
- ✓ El país o países anfitriones del proyecto / programa pueden ser citados en cualquier procedimiento especial del Consejo de Derechos Humanos, ya sean temáticos o nacionales.
- ✓ Las cuestiones relativas a los derechos humanos deberían formar parte explícita de las consultas con las partes interesadas durante la identificación y / o formulación del proyecto o programa.

## **5. Igualdad de género y empoderamiento de la mujer.**

Los proyectos / programas apoyados por el Fondo se diseñarán y ejecutarán de tal manera que tanto mujeres como hombres:

- ✓ Tengan igualdad de oportunidades para participar de acuerdo con la política de género del Fondo.
- ✓ Reciban beneficios sociales y económicos comparables.
- ✓ No sufran efectos adversos desproporcionados durante el proceso de ejecución.

## **6. Derechos fundamentales del trabajo.**

- ✓ Los proyectos / programas que cuenten con el apoyo del Fondo deberán cumplir con las normas básicas de trabajo definidas por la Organización Internacional del Trabajo.
- ✓ El proyecto / programa incorporará las normas de trabajo básicas de la OIT en el diseño y la ejecución del proyecto / programa y sensibilizará a todos los participantes sobre la forma en que se aplican estas normas.

## **7. Población indígena.**

- ✓ El Fondo no apoyará proyectos/programas que sean incompatibles con los derechos y responsabilidades establecidos en la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas y otros instrumentos internacionales aplicables relacionados con los pueblos indígenas.
- ✓ Identificar la presencia de los pueblos indígenas en el área del proyecto / programa.
- ✓ Coherencia con la Declaración de las Naciones Unidas de 2007 sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (UNDRIP).

## **8. Reasentamiento involuntario.**

- ✓ Los proyectos / programas apoyados por el Fondo se diseñarán y aplicarán de manera que se evite o se minimice la necesidad del reasentamiento involuntario. Cuando este sea inevitable, se debe observar el debido proceso para que las personas desplazadas sean informadas de sus derechos, consultadas sobre sus opciones y ofrecidas alternativas de reasentamiento técnica, económica y socialmente viables o una compensación justa y adecuada.
- ✓ El reasentamiento involuntario se refiere tanto al desplazamiento físico (reubicación o pérdida de vivienda) como al desplazamiento económico (pérdida de bienes o acceso a activos que conduce a la pérdida de fuentes de ingresos u otros medios de subsistencia).

## **9. Protección de los hábitats naturales.**

- ✓ El Fondo no apoyará proyectos o programas que impliquen la conversión o degradación injustificada de hábitats naturales críticos, incluyendo aquellos que estén: a) Legalmente protegidos; b) Propuesto oficialmente para su protección; c) Reconocidos por fuentes autorizadas por su alto valor de conservación; d) Reconocidos como protegidos por comunidades locales tradicionales o indígenas.
- ✓ Identificar: 1) La presencia en o cerca del área del proyecto / programa de hábitats naturales, y 2) El potencial del proyecto / programa para impactar directa, indirectamente o acumulativamente en los hábitats naturales.
- ✓ Si existen tales hábitats y existe el potencial del proyecto / programa para impactar el hábitat, la ENI deberá:
  - 1) Describir la ubicación del hábitat crítico en relación con el proyecto y por qué no se puede evitar, así como sus características y valor crítico.
  - 2) Para cada hábitat natural crítico afectado, proporcionar un análisis sobre la naturaleza y el alcance del impacto.

## **10. Conservación de la diversidad biológica.**

- ✓ Los proyectos / programas apoyados por el Fondo se diseñarán y aplicarán de manera que se evite cualquier reducción significativa o injustificada de la diversidad biológica o la introducción de especies invasoras conocidas.

Identificar:

- 1) La presencia dentro o cerca del área de proyecto / programa de diversidad biológica importante.
- 2) El potencial de una reducción o pérdida significativa o injustificada de la diversidad biológica.
- 3) La posibilidad de introducir especies invasoras conocidas.

## **11. Cambio climático.**

- ✓ Los proyectos / programas apoyados por el Fondo no darán lugar a un aumento significativo o injustificado de las emisiones de GEI u otros factores que influyen en el cambio climático.
- ✓ El cumplimiento del principio puede demostrarse mediante una evaluación basada en el riesgo de los aumentos resultantes de las emisiones de gases de efecto invernadero o de otros factores que influyen en el cambio climático.

## **12. Prevención de la contaminación y eficiencia en el uso de recursos.**

Los proyectos / programas apoyados por el Fondo se diseñarán y aplicarán de manera que cumpla con las normas internacionales aplicables para maximizar la eficiencia energética y reducir al mínimo el uso de recursos materiales, la producción de desechos y la liberación de contaminantes.

- ✓ Minimizar de manera razonable y rentable los recursos que se utilizarán durante la implementación. Esto se aplica a todas las fuentes y formas de energía, al agua y a otros recursos e insumos materiales.

- ✓ Minimizar la producción de residuos y la liberación de contaminantes (incluidos los GEI).

### **13. Salud Pública.**

Los proyectos / programas apoyados por el Fondo se diseñarán y aplicarán de manera que se eviten impactos negativos potencialmente significativos para la salud pública.

- ✓ Los posibles efectos en la salud pública de un proyecto / programa pueden determinarse evaluando su impacto en una serie de los llamados determinantes de la salud.
- ✓ La salud pública está determinada no sólo por el acceso a la atención médica y las instalaciones y opciones de estilo de vida, sino también por un conjunto mucho más amplio de condiciones sociales y económicas en las que vive la gente.

### **14. Patrimonio físico y cultural.**

Los proyectos / programas apoyados por el Fondo deberán ser diseñados e implementados de tal manera que evite la alteración, daño o remoción de cualquier recurso cultural físico, sitios culturales y sitios con valores naturales únicos reconocidos como tales a nivel comunitario, nacional o internacional. Los proyectos y programas tampoco deben interferir permanentemente con el acceso y el uso de esos recursos físicos y culturales.

- ✓ La ENI identificará la presencia del patrimonio cultural dentro o cerca del proyecto / programa. Si existe la ENI deberá:
  - ❖ Describir el patrimonio cultural, la ubicación y los resultados de una evaluación de riesgos que analice el potencial de impacto en el patrimonio cultural.



- ❖ Describir las medidas que deben adoptarse para garantizar que el patrimonio cultural no se vea afectado y, si las comunidades lo están haciendo, cómo continuará ese acceso.

### **15. Tierras y conservación del suelo.**

Los proyectos / programas apoyados por el Fondo serán diseñados e implementados de una manera que promueven la conservación del suelo y evitan la degradación o conversión de tierras productivas o de tierras que proporcionen valiosos servicios ecosistémicos.

✓ Conservación del suelo. La ENI identificará:

1) La presencia de suelos frágiles (p.e., suelos en la margen de áreas desérticas, suelos costeros, suelos situados en pendientes pronunciadas, áreas rocosas con suelo muy delgado) dentro del área del proyecto.

2) Proyectos / actividades programáticas que podrían resultar en la pérdida de suelo.

- ❖ Terrenos valiosos.
- ❖ La ENI identificará las tierras productivas y / o las tierras que proporcionan servicios ecosistémicos valiosos dentro de la zona del proyecto / programa.

## **Ejemplos de propuestas de proyectos (15/08/2017)**

A continuación se pueden leer algunas propuestas de proyectos que han sido presentados al Fondo de Adaptación y que están en proceso de revisión.

<b>PAÍS</b>	<b>PROYECTO</b>
El Salvador	Promoting climate change resilient infrastructure development in San Salvador Metropolitan Area. United Nations Development Programme. Multilateral Implementing Entity.
Ecuador	Increasing adaptive capacity of local communities, ecosystems and hydroelectric systems in the Toachi – Pilatón watershed. CAF. (Cooperación Andina de Fomento). RIE Regional Implementing Entity.
Panamá	Adapting to Climate Change through Integrated Water Management in Panama. Fundación Natura. ENI.
Perú	AYNINACUY: Strategies for adaptation to climate change, for the preservation of livestock capital and livelihoods in highland rural communities in the provinces of Arequipa, Caylloma, Condesuyos, Castilla and La Union in the Arequipa Region. CAF. (Cooperación Andina de Fomento). RIE Regional Implementing Entity.
Paraguay	Ecosystem-based Approaches for Reducing the Vulnerability of Food Production to the Impacts of Climate Change in the Eastern and Chaco Regions of Paraguay. UNEP (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Multilateral Implementing Entity.
Namibia	Pilot Desalination Plant with Renewable Power and Membrane Technology. Community-based Integrated Farming System for Climate Change Adaptation. Desert Research Foundation of Namibia (DRFN).
Ecuador	Increasing adaptive capacity of local communities, ecosystems and hydroelectric systems in the Río Blanco upper watershed with a focus on Ecosystem and Community Based Adaptation and Integrated Adaptive Watershed Management. CAF (Cooperación Andina de Fomento). Latin America

<b>PAÍS</b>	<b>PROYECTO</b>
	Development Bank. RIE Regional Implementing Entity.
Chile y Ecuador	Reducing climate vulnerability and flood risk in coastal urban and semi urban areas in cities in Latin America (Chile and Ecuador). CAF (Cooperación Andina de Fomento). RIE Regional Implementing Entity.

Las “Propuestas de Proyecto” deben cumplir con el Formato establecido por el Fondo de Adaptación.



ADAPTATION FUND

## REGIONAL PROJECT/PROGRAMME PROPOSAL

### PART I: PROJECT/PROGRAMME INFORMATION

Title of Project/Programme:	Reducing climate vulnerability and flood risk in coastal urban and semi urban areas in cities in Latin America
Countries:	Chile and Ecuador
Thematic Focal Area <sup>1</sup> : systems	Disaster risk reduction and early warning
Type of Implementing Entity:	Regional Implementing Entity (RIE)
Implementing Entity:	CAF, Development bank of Latin America
Executing Entities:	Ministry of the Environment (Chile)
	Ministry of the Environment (Ecuador)
Amount of Financing Requested:	13.910.400 (in U.S Dollars Equivalent)

En la Figura 27 se aprecia el proceso de aprobación de las propuestas que se someten al Fondo de Adaptación.



**Figura 27. Proceso de aprobación de propuestas.**

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **d. Objetivo del Catálogo**

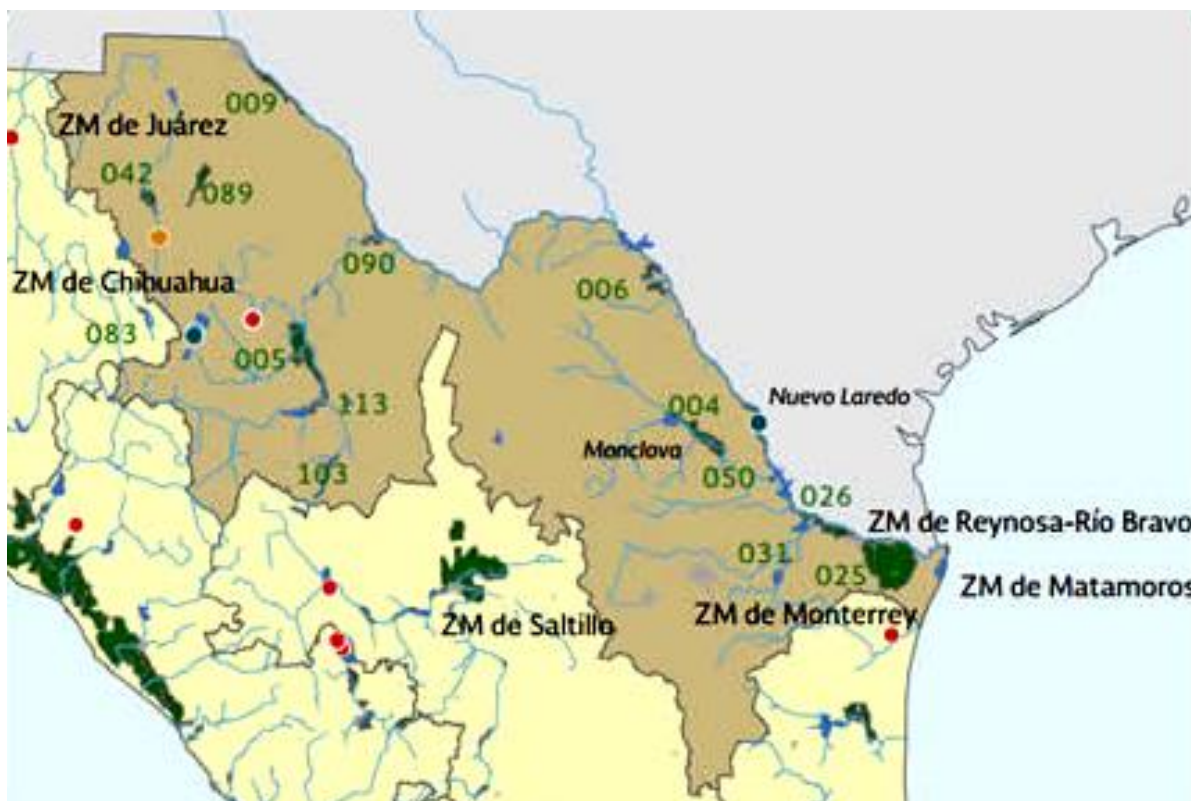
El Catálogo de Medidas de Adaptación y Mitigación por Región Hidrológico-Administrativa para enfrentar el Cambio Climático en México, elaborado en la Subcoordinación de Planeación, Economía y Finanzas del Agua de la Coordinación de Desarrollo Profesional e Institucional del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, describe de manera puntual las medidas de adaptación y/o de mitigación necesarias para enfrentar el cambio climático en cada Región Hidrológico Administrativa, y garantizar la seguridad hídrica, considerando la problemática particular en los temas ambiental, económico y social, los retos planteados en cada uno de los programas que para tal fin han desarrollado los estados que conforman cada Región, con énfasis en un mayor impacto en la conservación de los recursos productores de agua.

### **e. Estructura del catálogo**

El “Catálogo de Medidas de Adaptación y Mitigación por Región Hidrológico-Administrativa para enfrentar el Cambio Climático en México” pretende abarcar las trece RHA, en varias etapas. En esta primera fase se consideran dos: la **RHA VI Río Bravo** y la **RHA XII Península de Yucatán**. En este documento se han considerado cuatro capítulos. En los dos primeros se destacan diversos aspectos de cada RHA seleccionada, iniciando con una introducción. Posteriormente se abordan aspectos ambientales, económicos y sociales relevantes. Luego se discuten los retos en materia de cambio climático en la región y se identifican las acciones para enfrentarlo, haciendo énfasis en el tema de seguridad hídrica. En los últimos dos capítulos se presentan las fichas técnicas de las medidas de adaptación y/o mitigación seleccionadas según la problemática particular y los retos que enfrenta cada RHA. Finalmente se presenta un glosario de términos, una lista de acrónimos y las referencias bibliográficas.

## CAPÍTULO 1 LA REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VI (RÍO BRAVO)

La Región Hidrológico-Administrativa **VI Río Bravo (RHA VI Río Bravo)** se localiza en la zona norte del país, en la frontera con los Estados Unidos de América, con quien comparte la cuenca de este río, por lo que adquiere la característica de internacional, cuya administración se contempla en el Tratado Internacional de Aguas de 1944 (TIA). Comprende la totalidad del estado de Nuevo León y parte de los estados de Coahuila de Zaragoza, Chihuahua y Tamaulipas, con un total de 144 municipios. En la Figura 1 se aprecia la delimitación territorial de la cuenca.



**Figura 28. Región Hidrológico-Administrativa Río Bravo**  
*Fuente: Estadísticas del Agua en México 2015*  
*Atlas del Agua en México 2015*

En la Tabla 8 se presenta un resumen de las principales características de la **RHA VI Río Bravo**. Posteriormente se comentan detalles de los aspectos ambientales, sociales y económicos; asimismo la problemática hídrica relevante y los retos frente al cambio climático. Esta información fundamentará la selección de las medidas de adaptación y/o mitigación que se presentarán en el catálogo general.

**Tabla 8. Principales características de la RHA VI Río Bravo.**

<b>RHA VI Río Bravo</b>	
Sede	Monterrey, Nuevo León
Nº Municipios	144
Superficie	390,440 km <sup>2</sup>
Habitantes	12,151,555
Población Urbana	92.6%
Población Rural	7.4%
Precipitación anual	1,139 mm
Agua renovable per cápita	1,014 m <sup>3</sup> /hab/año
Grado de Presión	77% (Alto)
Consumo de Agua	9,513 hm <sup>3</sup> /año
Aporte de Agua superficial	51.9%
Aporte de Agua subterránea	48.1%
Acuíferos	102
Uso Agrícola	84%
Uso Industrial	3%
Uso Abastecimiento público	13%

**Fuente:** *Atlas del Agua en México 2015*

Con el fin de enfrentar los retos relacionados con el cambio climático, cada uno de los estados que conforman la **RHA VI Río Bravo** ha elaborado su Programa Estatal de Cambio Climático, con el apoyo de diversas instituciones gubernamentales y de diversos sectores como lo son la SEMARNAT y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático **INECC**. En el caso particular del estado de Nuevo León, éste recibió el apoyo del Instituto Tecnológico de Monterrey y de la Embajada Británica.

## **1.1 Aspectos ambientales**

La **RHA Río Bravo** tiene una amplia variedad de climas, entre semiseco, seco, muy seco y ocho tipos de clima restantes. Uno de los principales aspectos ambientales tiene que ver con la cuenca del río Bravo, la cual es compartida con los Estados Unidos de América, y cuya administración está considerada en el Tratado Internacional de Aguas de 1944 (TIA). Frente a los desafíos que plantea el cambio climático, principalmente en lo referente a la disponibilidad de agua en esta zona, el cumplimiento de los acuerdos constituye un verdadero desafío.

Los principales afluentes del río Bravo son los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido, Río Salado y Arroyo Las Vacas, cuyas aguas se encuentran parcialmente consideradas en el TIA, y los ríos Álamo, Santa Catarina y San Juan. La **RHA VI Río Bravo** incluye a la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos, 34 Cuencas Cerradas del Norte y parcialmente las 25 San Fernando-Soto La Marina, 35 Mapimí y 37 El Salado.

## **1.2 Aspectos económicos**

El sector agrícola en esta región es de particular importancia por su extensión superficial, la cual abarca 942 mil hectáreas de riego, de las cuales 470 mil se encuentran inscritas en el Registro Público de Derechos de Agua **REPDA**, pero sólo se riegan alrededor de 372 mil hectáreas en los 13 Distritos de Riego. Se estima que en el ciclo 2014-2015, en los Distritos de Riego se sembraron aproximadamente 382,423 ha de superficie, de las cuales se cosecharon 380,944 ha con un rendimiento de 11.53 Ton/ha, por lo que en el mismo ciclo



se obtuvo una producción agrícola total de 2,573.4 millones de toneladas con un valor de la cosecha por 11,307 millones de pesos<sup>4</sup>.

La contribución del Producto Interno Bruto (PIB), de todos los municipios de la región (que en total suman 144) al PIB Nacional, fue de 14.5% (**Cifras y Censos Económicos 2009, INEGI**), lo cual la coloca como la tercera más importante RHA del país.

### **1.3 Aspectos sociales**

La densidad de población es aproximadamente de 26.7 habitantes por kilómetro cuadrado. Aunque la Región es predominantemente urbana, con 92.9% del total de la población concentrada en tres ciudades principales que son, Chihuahua, Saltillo y Monterrey, tiene un 99.2% de localidades rurales y el 0.71% de la población total, es población indígena.

### **1.4 Problemática relevante identificada**

La problemática hídrica en la **RHA VI Río Bravo** se observa en la sobreexplotación de sus cuencas y acuíferos, el alto crecimiento urbano e industrial de sus nueve zonas metropolitanas, donde se ubica cerca del 80% de la población regional. A pesar de que la cobertura de agua potable, alcantarillado y saneamiento es alta, se requieren importantes inversiones para su mantenimiento, así como también para incrementarla. Por su localización geográfica es un territorio susceptible a padecer sequías e inundaciones recurrentes, tal como se mostró en la introducción. A continuación, se precisa la problemática identificada:

- Disponibilidad limitada y escasez de agua.

---

<sup>4</sup> Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, IMTA.  
<http://www.edistritos.com/DR/estadisticaAgricola/organismo.php>

- Déficit de aguas superficiales, por lo que en su totalidad se ha declarado en veda.
- Sequías recurrentes, carencia de fuentes adicionales de agua, por lo que se deberán proponer acciones para subsanar dicha situación, por ejemplo, la adquisición de derechos de otros usuarios o la importación de agua de cuencas y regiones vecinas.
- Concentración de la población en las zonas urbanas que da origen a problemas de abasto de agua por agotamiento de las fuentes locales.
- Existe una sobre concesión de aguas subterráneas; de los 102 acuíferos de la región, 34 no tienen disponibilidad, y de éstos, 18 son sobreexplotados (14 están en Chihuahua).
- No existen suficientes estudios geohidrológicos para la emisión de vedas y control de acuíferos.
- Se debe considerar que el Tratado Internacional del Agua (TIA), es fundamental en la gestión del agua, tanto por México, como por Estados Unidos; procurar su cumplimiento, implica reconocer los problemas de escasa disponibilidad y sequías.
- Falta de mantenimiento, preventivo, conservación y rehabilitación de la infraestructura hidráulica.
- Baja eficiencia y productividad del uso del agua, tal como se indica a continuación:
  - ❖ El sector agrícola participa únicamente con el 2.4% del PIB del total que aporta la región, y utiliza el mayor volumen de agua, lo que implica que su productividad es la más baja, solamente con \$3.86/m<sup>3</sup>. Esta baja productividad sumada a la baja eficiencia y la creciente escasez de agua, ha ocasionado que se dejen de regar en los Distritos de Riego adscritos a la región, alrededor de 100 mil hectáreas de la superficie física registrada en el padrón de usuarios.

- ❖ Por otro lado, el sector industria de maquinaria, consume sólo el 1.44% del agua total extraída por la industria en la región, con una productividad de \$3,740/m<sup>3</sup>, la industria papelera con una extracción de 13.4% del total tiene una productividad de sólo \$300/m<sup>3</sup>.
- ❖ Todo lo anterior se relaciona con el insuficiente financiamiento, la carencia de servicios de capacitación y asistencia técnica para los productores agrícolas, lo que dificulta el acceso a nuevas tecnologías y mejores niveles de productividad (**SAGARPA, 2007**). Así mismo, ocasiona falta de inversión, estímulos para los agricultores y apoyo gubernamental, la no continuidad de los programas y provoca además que no se considere el uso potencial del suelo y agua, falta de conocimiento o estudios sobre el potencial de la microgeneración eléctrica utilizando fuentes alternas, falta de recursos financieros, incapacidad de la autoridad para aplicar la Ley, falta de coordinación interinstitucional, falta de concientización del manejo sustentable del recurso agua y su valor económico, descapitalización del sector agropecuario, desconocimiento y aplicación de tecnologías de riego, falta de organización y planeación en el campo, estudios de mercado y comercialización agrícola; lo que ocasiona finalmente la baja rentabilidad de algunas actividades económicas.
- Agotamiento y contaminación de los ecosistemas:
  - ❖ La problemática ambiental de la RHA VI es compleja: presenta deforestación generalizada, pérdida del recurso suelo y deterioro de ecosistemas forestales; procesos de erosión acelerada, con disminución de la capacidad de cauces y vasos por azolvamiento, hay una creciente demanda por los recursos hídricos y sobreexplotación del agua superficial y subterránea; problemas de contaminación por descargas urbanas, industriales, agrícolas y pecuarias, y afectaciones al caudal ecológico.

- ❖ La legislación presenta barreras para su aplicación, falta infraestructura en ríos para evitar la contaminación por sólidos, no hay control sobre los asentamientos humanos cercanos a los ríos, la sociedad es apática frente al tema del cuidado de ríos y lagos, la sociedad en general no es participativa. Asimismo, los incendios forestales y la deforestación suman a la problemática.
- Contaminación del agua en cauces y acuíferos.
- ❖ La industria y la agricultura son los principales causantes de la contaminación puntual y difusa de la Región. Las causas de los problemas relacionados con la contaminación de ríos y cuerpos de agua de la RHA VI, se relacionan con el hecho de que desafortunadamente no se valora el costo del agua de primer uso, el costo de tratamiento no lo paga quien contamina las aguas, existe una falta de normatividad y legislación; en relación con las descargas, no existe vigilancia de las autoridades del agua, los sectores industrial y agrícola muestran una marcada resistencia a utilizar aguas tratadas, no hay investigación sobre químicos utilizados en la agricultura y se hace un mal uso de agroquímicos, manejo inadecuado de desechos ganaderos y mineros. Además, falta infraestructura para tratamiento y reúso del agua, hay múltiples descargas clandestinas fuera de norma, no hay conciencia sobre la contaminación doméstica ni educación ambiental, faltan estudios de monitoreo, no hay sustentabilidad en operación de las plantas de tratamiento, las existentes son ineficientes y algunas están sin operar y lo más importante, falta participación y compromiso por parte de la sociedad. **(PHR Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo).**
- Marginación social.
- ❖ Las causas del problema de marginación en la región, se relacionan con los grupos que han quedado rezagados del desarrollo de la región debido a la

falta de inversión para la implementación de tecnologías apropiadas para el abastecimiento a comunidades rurales marginadas, debido también a las bajas inversiones en el sector de agua potable y alcantarillado, una mala institucionalización del proceso de atención de comunidades rurales, falta de continuidad de autoridades y personal técnico, falta de planeación en los sistemas de suministro de agua potable, alcantarillado y saneamiento, la politización en la toma de decisiones para el suministro del agua, inadecuada cultura del agua, falta de organización de los usuarios y deficiencias normativas en los programas de agua potable. Por otra parte, está el alto crecimiento demográfico de las nueve zonas metropolitanas que demandan mayores volúmenes y servicios adicionales, originado entre otras causas por la alta inmigración, que ejerce una presión sobre los servicios básicos de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, y que finalmente da lugar a cinturones de alta marginación social.

- Deficiencias en la prestación de servicios.
- ❖ En la región el costo de dotar de los servicios de agua potable y alcantarillado en las zonas rurales es muy elevado, razón por la cual no se tiene una cobertura del 100% de servicios básicos. Se debe mencionar la alta dispersión y lejanía de esta población, lo que implica la necesidad de generar muchos proyectos, la mayor parte con dificultades técnicas importantes para prestar servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Esto repercute en inversiones y aumento del costo per cápita. En ciudades con más de 50 mil habitantes se registran porcentajes de micromedición muy variables que van desde 30% hasta 90%.
- ❖ Es a nivel municipal, donde recae primeramente la administración de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, el principal problema lo representa la falta de recursos financieros.

- ❖ El volumen de agua residual generado anualmente en la región es de aproximadamente 604 hm<sup>3</sup>, pero solo se trata el 58%; también existen 83 plantas potabilizadoras, pero solo operan el 60% y de éstas, solo se opera el 45% de su capacidad instalada. Lo anterior significa que alrededor de 255 hm<sup>3</sup> generados anualmente son vertidos sin ningún tipo de tratamiento a los ríos o cuerpos de agua de la región.
- ❖ En la Región, no se tiene un marco jurídico, ni mecanismos legales, adecuados, en los tres niveles de gobierno para regular estos servicios y asegurar un servicio de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y saneamiento eficiente.
- ❖ No hay una cobertura de 100% en estos servicios básicos, por falta de infraestructura, estudios y proyectos, en los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- ❖ Deficientes e inapropiados procesos de planeación, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura de sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento; falta de programas estratégicos de corto, mediano y largo plazo. Existe un deterioro de redes de agua potable y drenaje; y falta de programas permanentes de mantenimiento y operación de los sistemas.
- ❖ Existe una falta considerable de motivación de la población para mejorar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, falta de cultura del agua, campañas de sensibilización sobre uso eficiente y reúso del agua, actualización de tarifas. Se carece de campañas permanentes de sensibilización sobre el valor del agua y el pago del servicio, insuficiente capacidad administrativa e institucional de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Riesgos ambientales.

- ❖ Debido a que los eventos meteorológicos van en aumento, entre los principales riesgos ambientales de la región están los asentamientos irregulares, ya que muchas comunidades están ubicadas en sitios inundables y de alto riesgo, como costas y márgenes de ríos, lo que implica que la población presente un alto grado de exposición y por lo tanto sea más vulnerable a sufrir impactos ambientales, pérdida de patrimonio o incluso la vida. Estos asentamientos irregulares se presentan en ciudades fronterizas como son Matamoros, Reynosa-Río Bravo, Nuevo Laredo, en el estado de Tamaulipas; Cd. Juárez, en Chihuahua; Acuña y Piedras Negras, en Coahuila, impactando en la sobrecarga de los sistemas de distribución existentes y evitando una buena planeación de obras para la prestación de servicios.
- ❖ Además de la problemática anterior, se tiene una deficiente planeación preventiva ante fenómenos hidrometeorológicos extremos, falta de personal especializado y definición de zonas de alto riesgo, falta de conciencia de la sociedad al ubicarse en zonas de alto riesgo; de unificación de criterios en materia de planeación en todos los niveles, deficiente mantenimiento de infraestructura para el control de avenidas; falta de integración y coordinación de sistemas de prevención y alertamiento de fenómenos hidrometeorológicos y escasa coordinación interinstitucional entre los tres órdenes de gobierno.
- ❖ Falta de estudios y proyectos para incrementar la cultura de la población ante este tipo de fenómenos, naturales; de programas educativos de prevención de riesgos; de participación del sector social; y de financiamiento para el ordenamiento.
- ❖ Por otra parte, el número de eventos y la densidad de población hacen de Juárez Bravo Chih, Monterrey NL y Tamaulipas Norte las zonas con mayor impacto de inundaciones, pero en contraste con esto; la región tiene una alta vulnerabilidad a las sequías. Conflictos entre individuos, poblaciones,

sectores, gobiernos que compiten por el agua son típicos. Sus daños, son potencialmente en el sector primario, la agricultura, y superan los de todos los demás fenómenos naturales juntos. **(RHA VI RB, 2012).**

### **1.5 Retos en materia de cambio climático en la región**

Para tratar de disminuir la vulnerabilidad de la región y poder garantizar la seguridad hídrica en el mediano y largo plazo, se requiere fortalecer el mantenimiento preventivo, de conservación y de rehabilitación de infraestructura hidráulica, para enfrentar con mayor capacidad los fenómenos hidrometeorológicos extremos. Debido a que la mayoría de la infraestructura de almacenamiento de la región, fue construida alrededor de 1930, es relevante evaluar su funcionamiento para determinar si es necesaria la sobre elevación, o incluso su sustitución y sobre todo la determinación del nivel de riesgo.

La administración del agua se caracteriza por tener un desarrollo insuficiente, encontrándose afectada por la falta de recursos humanos y económicos para realizar un adecuado control de usuarios, vigilancia sobre sus extracciones y descargas. Existe un amplio rezago en la instalación de medidores por parte de los usuarios, no hay mecanismos eficientes de recaudación y sanción, también hay un alto número de distritos de riego sobre concesionados. **(RHA VI RB, 2012).**

El sistema financiero del agua requiere ser consolidado; es fundamental lograr una mayor recaudación por los servicios prestados. Actualmente la mayor parte de la recaudación de derechos federales proviene de los ingresos que resultan de la aplicación de los derechos, por la explotación, uso y aprovechamiento del agua, aplicando la cuota general pero estos ingresos no



tienen actualmente fin específico para la administración del agua y el fomento de los programas hídricos. Lo ideal será vigilar y medir los consumos, incrementando los mecanismos de control y fiscalización evitando la evasión, lo que conllevaría a un avance en el incremento de los ingresos y el establecimiento de un sistema financiero del agua autosuficiente que permitiría financiar los programas hídricos regionales actuales y del futuro (**Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo**).

La revisión bibliográfica permitió confirmar la existencia de los siguientes programas para atender el cambio climático en la región. Aunque la totalidad del territorio de algunos de los estados no forma parte de la **RHA VI Río Bravo**, los programas contribuyen a tener un panorama general de los retos generales y comunes que enfrenta:

- Programa Estatal de Cambio Climático. Chihuahua. Identificación de Políticas de Mitigación. Reporte Final. 2014.
- Plan Estatal Contra Cambio Climático en Coahuila 2013.
- Programa de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Nuevo León (2010-2015).
- Programa estatal de Cambio Climático. Tamaulipas. 2015 – 2030.

### **Chihuahua**

En diciembre de 2014 Chihuahua publicó su **Programa Estatal de Cambio Climático** en el cual se realiza una identificación de políticas de mitigación de gases de efecto invernadero. Sin embargo no presenta un diagnóstico general del estado en relación con el tema. La información base para la elaboración de este programa fue el documento “Inventario de Emisiones de Gases Efecto

Invernadero en Chihuahua y Proyecciones de Casos de Referencia (1990 – 2025)”. Se trabajó en cinco sectores, para cada uno de los cuales se propusieron medidas específicas, algunas de las cuales mencionan en los siguientes párrafos. Es de resaltar que el estado se dividió en seis Regiones:

1. Norte: Ciudad Juárez.
2. Noroeste: Nuevo Casas Grandes.
3. Oeste: Cuauhtémoc.
4. Centro: Chihuahua.
5. Centro Sur: Delicias.
6. Sur: Parral.

Sectores y algunas medidas:

1. Residencial, comercial e industrial.
  - Programa de eficiencia energética.
  - Creación de un centro de investigación con enfoque en energías renovables y eficiencia energética.
  - Compra de energía verde para consumidores.
2. Suministro de energía.
  - Comercio de derecho de emisiones de gases efecto invernadero.
  - Planeación integrada de recursos.
  - Investigación y desarrollo de tecnologías.
  - Mercados de carbono.
3. Transporte, Uso del Suelo y Desarrollo Urbano.
  - Programa de autos limpios.
  - Desarrollos orientados al tránsito.

- Modelado y herramientas para la planeación del crecimiento inteligente.
  - Protección enfocada a espacios abiertos (fronteras verdes).
  - Infraestructura ciclista y pedestre.
  - Transporte compartido.
4. Agricultura, ganadería, forestal y residuos.
- Producción de combustibles y electricidad en agricultura y silvicultura.
  - Captura mejorada de energía por la quema de leña y biomasa.
  - Investigación y producción de bioingeniería integrada.
  - Manejo de drenajes.
  - Cultivos orgánicos.
  - Promoción de la agricultura urbana.
5. Temas transversales.

Los temas transversales fueron los siguientes, de los cuales se debe resaltar el tema de la sustentabilidad hídrica y la educación ambiental:

- Sustentabilidad hídrica y educación ambiental:
  - Implementar y fortalecer sistemas de riego eficientes para hacer buen uso y manejo del agua.
  - Promover e implantar sistemas de recarga de agua.
  - Establecer un plan de acción para la atención de la sequía, orientado a la prevención.
  - Promover la liberación de cauces en zonas de riesgo en áreas urbanas y rurales e implementar mejoramiento de taludes e infraestructura hidráulica para evitar inundaciones.

- Fortalecer y operar redes de monitoreo piezométrico e hidrométrico y de calidad del agua.
- Promover el cumplimiento del caudal ecológico.
- Caracterización de cuerpos de agua superficial para su remediación.
- Promover los planes de manejo integral de las cuencas hidrológicas en el estado de Chihuahua.
- Promover e implementar el tratamiento de aguas y su reúso, incluyendo comunidades rurales.
- Promover sistemas de captación de lluvia en zonas rurales y urbanas.
- Implementación de un sistema de inventarios y pronósticos de Gases Efecto Invernadero - GEI.
- Establecimiento de un programa de reportes de GEI.
- Creación de un registro estatal de GEI.

## **Coahuila**

El **Plan Estatal Contra Cambio Climático en Coahuila** elaborado en 2013 precisa que en Coahuila ya se observan los efectos del Cambio Climático resultado de las altas emisiones de Gases efecto Invernadero (GEI), resaltando los siguientes aspectos:

- La entidad federativa ha sido escenario de eventos climáticos extremos. Los escenarios climáticos proyectados no son favorables y el estado podría padecer sequías, incendios forestales e inundaciones. Podrían presentándose temperaturas de hasta los 45°C y heladas de hasta -20°C en zonas donde nunca se habían presentado temperaturas extremas como estas.
- El aumento medio del nivel del mar podría forzar la migración de habitantes de zonas costeras. Esto provocaría una sobrepoblación la cual comprometerá la disponibilidad de recursos tanto naturales como económicos, provocando desequilibrios en el estado.

- En el caso del sector salud, se proyectan afectaciones a la población relacionados con temperaturas y condiciones de humedad extremas, que llevan a la aparición de brotes de enfermedades atípicos a la zona, característicos de los golpes de calor, y transmitidos por agua y alimentos. Se podrán presentar enfermedades nunca antes vistas en Coahuila como dengue y paludismo, así como gastrointestinales e infecciosas, afectando principalmente a niños y ancianos.
- El sector agrícola será uno de los más afectados por el Cambio Climático, se calcula que la superficie con buenas condiciones para cultivos se reducirá hasta un 50%; esto claramente afectará la posibilidad de alimentar a una población creciente y demandante de recursos.
- Debido a que el clima determina los ecosistemas y su tipo de vegetación, las zonas forestales del estado se encuentran en alto riesgo de ser alteradas por un cambio en el clima. Se estima que 50% de la vegetación sufrirá modificaciones, se proyecta la pérdida de hasta el 30% de las especies endémicas del estado. Una situación grave que ocurre cuando se pierden ecosistemas es que también se pierden varias de las formas de vida que en ellos habitan.
- Los cambios en el clima modificarán notablemente los patrones de flujo de agua y aire por lo que es posible que aumenten los fenómenos de erosión y deterioro de nuestros suelos. Los estudios indican que 96.9% del territorio estatal es susceptible en grado moderado y alto a estos cambios, se ha estimado que un 70% del nuestro territorio tiene vulnerabilidad alta y muy alta a las sequías.
- El cambio climático incidirá en la demanda de agua, sobre todo la de los ecosistemas y la de la agricultura que es, actualmente, el principal usuario en el estado.

- Puesto que el agua es el motor de la vida, es de esperarse que los cambios en el ciclo hidrológico produzcan a su vez modificaciones de consideración en los ecosistemas y en la salud de los coahuilenses. Actualmente la disponibilidad ha venido disminuyendo debido al desarrollo económico y, principalmente, al crecimiento demográfico, presentándose una reducción de hasta el 30% en la disponibilidad de agua.

Dentro de las herramientas incluidas en el Plan de Mitigación ante el Cambio Climático en el estado de Coahuila de Zaragoza (PMCCECZ) existe la necesidad de potenciar las siguientes:

- Transporte sostenible, reduciendo el uso de vehículos particulares.
- Empleo de focos y aparatos eléctricos ahorradores de energía.
- Producción de energías limpias y alternas.
- Implementación de una correcta y adecuada gestión de los residuos sólidos.
- Desarrollo de hábitos de consumo responsable de los energéticos – agua, energía y combustibles.
- Participación ciudadana en programas de ordenamiento ecológico.
- Eficiencia de los procesos productivos.
- Actividades de investigación y desarrollo inherentes al cambio climático.

El Plan de Adaptación contempla la implementación de las siguientes estrategias con un enfoque basado en la adaptación EbA:

1. Identificar y proteger los refugios climáticos.
2. Incrementar la conectividad de hábitats.
3. Proteger los gradientes ambientales.
4. Reducir otras amenazas que se puedan exacerbar con el cambio climático.
5. La restauración de hábitats.

Otras líneas de acción son las siguientes:

1. Preparación para la incertidumbre.

- Educación comunitaria sobre el medio ambiente y los ecosistemas.
- Educación comunitaria en las zonas de riesgo.
- Participación comunitaria y el intercambio de información sobre las prácticas de gestión ambiental.
- Expertos de los gobiernos locales que brinden entrenamiento a las comunidades sobre gestión del medio ambiente a largo plazo.

2. Estilos de vida.

- Promover el uso de estufas ahorradoras de leña y de olla solares.
- Prácticas agrícolas sostenibles: abono, policultivos, agroforestería, etc.

3. Preparación ante eventos extremos (desastres)

- Rotación de cultivos para mantener la calidad del suelo y minimizar la erosión (reducir el riesgo de desertificación).
- Reducción de ganado y repoblación.
- Planes de gestión de desastres.

## **Nuevo León**

El estado de Nuevo León cuenta con el **“Programa de Acción ante el Cambio Climático Nuevo León 2010-2015”**, el cual no ha recibido actualización. Sin embargo, en este documento se destacan los retos que enfrenta el estado en materia de cambio climático. El objetivo del programa es “identificar y plantear las estrategias de mitigación y adaptación en el estado. Su implementación se propuso en tres etapas operativas: 1. Evaluación técnica (duración 27 meses); 2. Consulta Pública (1 mes, marzo 2010); 3. Implementación (mayo 2010 – mayo 2015).

La problemática ha sido precisada de la siguiente forma: “Actualmente el Estado está sufriendo un acelerado deterioro del entorno (agua, suelo, aire y ecosistemas) debido a un crecimiento desordenado, y una deficiencia en el uso eficiente de recursos. El planteamiento de un escenario futuro que considere la variable de crecimiento con la misma característica de un crecimiento desordenado y no sustentable, la sociedad de Nuevo León se enfrentaría a la situación de que la región ya no es sustentable. No se va tener disponibilidad de recursos naturales como el agua, el aire limpio, el suelo limpio para la producción de alimentos y para zonas habitacionales”.

El reto ha sido definido como la necesidad de:

- Aplicar el concepto de sustentabilidad para administrar de manera eficiente los recursos naturales, proteger el ambiente y conservar los ecosistemas.
- Hacer un rápido avance hacia un crecimiento económico sustentable para construir una economía estatal robusta que se caracterice por hacer un uso eficiente y efectivo de las capacidades y recursos del Estado de Nuevo León.
- Procurar elevar el nivel de calidad de vida y el bienestar general de los ciudadanos del Estado de Nuevo León.

La llamada “ALIANZA POR EL FUTURO 2020” tiene como estrategia:

- Acoger e implementar el concepto de sustentabilidad en los procesos de administración y de operación del gobierno.
- Promover que otros sectores adopten el concepto de desarrollo sustentable en las actividades del día a día para ser más productivos.

Con base en esta estrategia se pretende el logro de beneficios en diversos aspectos:



- Social: al reducir los impactos en la salud y en la calidad de vida debidos al deterioro ambiental; y los eventos extraordinarios de la naturaleza (lluvias, sequías, heladas, incendios entre otros).
- Ambiental: al reducir el consumo de energía y la generación de emisiones.
- Recursos Naturales: al reducir los impactos en los ecosistemas, con las estrategias de protección y conservación de ríos, bosques, montañas y biodiversidad.
- Económico: al reducir costos y hacer uso eficiente de recursos, disminuir las fugas, entre otros.

En cuanto al tema de mitigación, con la implementación del programa se pretendía la reducción de gases efecto invernadero (1.558 MtCO<sub>2</sub>), interviniendo los sectores Energía – Transporte, Energía – Residencial, Procesos Industriales y Desechos.

El programa precisa las estrategias de mitigación de GEI y adaptación ante el cambio climático para sectores claves en el estado de Nuevo León, las cuales se resumen en la Tabla 9. En el tema particular de la adaptación, el programa propone 48 estrategias enfocadas a la conservación de las cuencas y microcuencas regionales; un uso más eficiente e integral del agua en todos los sectores, principalmente el agrícola, público urbano e industrial; hacer un uso eficiente de los combustibles fósiles e incrementar el uso de biocombustibles.

Como estrategias transversales se han planteado las siguientes:

1. Fomentar la educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico en todos los niveles sobre temas ambientales, de Desarrollo Sustentable y Cambio Climático.

2. Contar con un marco político regulatorio que propicie un desarrollo sustentable.
  
3. Coadyuvar la Participación Ciudadana para la implementación del PACC-NL con el fin de contrarrestar los efectos del cambio climático.

**Tabla 9. Medidas de mitigación y adaptación propuestas para el estado de Nuevo León.**

<b>ESTRATEGIAS</b>	
<b>Mitigación</b>	<b>Adaptación</b>
1. Movilidad sustentable <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliación línea de metro.</li> <li>• Tren Suburbano.</li> <li>• Sistema de Autobuses Rápidos (BRT).</li> <li>• Corredor Vial Ruiz Cortines – Lincoln.</li> <li>• Semaforización.</li> <li>• Inspección y Mantenimiento vehicular.</li> </ul>	Proteger y restaurar los ecosistemas y la biodiversidad para fortalecer su resiliencia ante el Cambio Climático.
2. Uso Eficiente de Energía y Edificaciones Sustentables <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción Bioclimática.</li> <li>• Iluminación y electrodomésticos eficientes.</li> <li>• Calentadores solares y aire acondicionado eficiente.</li> <li>• Aprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos.</li> </ul>	2. Reducir riesgos en la integridad y salud de las personas ante el Cambio Climático.
3. Uso eficiente de la energía <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconversión tecnológica Industrial.</li> <li>• Esquemas voluntarios de cumplimiento.</li> <li>• Parques Industriales ecológicos.</li> </ul>	3. Administrar integralmente el recurso hídrico considerando los efectos del Cambio Climático.
4. Ordenamiento Territorial y Uso Eficiente de los Recursos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodigestores.</li> <li>• Reforestación y conservación de suelos.</li> <li>• Sumidero de carbono por medio de</li> </ul>	4. Fomentar e impulsar acciones para el uso eficiente de recursos naturales, considerando los efectos del Cambio Climático.

<p>pastoreo sustentable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pago por Servicios Ambientales (hidrológicos, biodiversidad).</li> <li>• Prácticas de labranza para la conservación tierra de temporal.</li> </ul>	
<p>5. Aprovechamiento de los Residuos Urbanos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogás de rellenos sanitarios.</li> <li>• Lodos residuales.</li> </ul>	

**Fuente: Programa de Acción ante el Cambio Climático Nuevo León 2010-2015**

### **Tamaulipas**

El 15 de septiembre de 2016 se publicó en el Periódico Oficial de Tamaulipas su **Programa Estatal de Cambio Climático 2015 – 2030 (PECC)** orientado a la mitigación de los gases efecto invernadero ocasionadas por las actividades productivas del estado, disminuir la vulnerabilidad de la población, ecosistemas e infraestructura productiva. Asimismo, lograr una adaptación adecuada a los efectos asociados a la variabilidad y el cambio climático. Como parte de las actividades para la elaboración de este programa, se realizó el inventario de gases de efecto invernadero a partir del cual se propusieron 6 Ejes Estratégicos y 13 Líneas de Acción para mitigar emisiones. Por otra parte, se desarrolló el tema de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el que se identificaron los desastres más importantes por fenómenos hidrometeorológicos extremos a los que está expuesto el estado y se elaboraron escenarios de cambio climático, de cuyo análisis se desprenden 4 Ejes Estratégicos y 49 Líneas de Acción para la adaptación.

En relación con la emisión de gases efecto invernadero, la mayor contribución a las emisiones totales proviene de la categoría Energía (industrias energéticas, transporte y otras subcategorías), con el 79.56%, seguido por la

Agricultura y la ganadería con un 17.27% y la categoría Desechos con un 2.25% de las emisiones totales.

Ejes estratégicos y líneas de acción en materia de mitigación en el estado de Tamaulipas:

- ❖ Impulso al uso de energías renovables.
  - Impulsar el potencial eólico a través de la construcción de parques eólicos.
  - Impulsar el aprovechamiento del potencial solar.
- ❖ Incremento en la eficiencia del consumo de energía eléctrica en los sectores público y privado.
  - Cambiar el inventario de luminarias convencionales en las principales ciudades por luminarias de alta eficiencia energética.
  - Diseño e implementación de un Programa Estatal de Ahorro en Energía en edificios públicos.
  - Diseño e implementación de auditorías energéticas en edificios públicos.
- ❖ Promoción del transporte público y la movilidad no motorizada en zonas urbanas.
  - Diseño e instrumentación de Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable en las cinco ciudades y zonas metropolitanas más importantes del estado.
  - Ampliación del Programa de Verificación Vehicular para incorporar a todos los vehículos particulares del estado.
  - Reingeniería de la tenencia vehicular.
- ❖ Impulso al manejo sustentable de los sectores ganadero y forestal.
  - Aprovechamiento de residuos ganaderos a través de la introducción de biodigestores.

- Sistemas agropastoriles en zonas con potencial agroforestal y pecuario.
- ❖ Manejo integral de residuos sólidos urbanos y ampliación del tratamiento de aguas residuales.
- Manejo integral de residuos sólidos urbanos y habilitación de rellenos sanitarios. Introducir infraestructura para el aprovechamiento del metano.
- Ampliación de cobertura y mejora de instalaciones para el tratamiento del agua residual doméstica.
- ❖ Mejoramiento de la base de datos sobre gases efecto invernadero en el estado.
- Diseño e implementación de un Programa de Reporte de Emisiones de gases efecto invernadero en la industria, comercio y servicios.

En el tema de la adaptación al cambio climático, el programa hacer referencia a los siguientes ejes estratégicos de los cuales se derivan 49 líneas de acción:

- ❖ Fortalecimiento de la resiliencia ambiental.
- ❖ Reducción de las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad.
- ❖ Fomento de la adaptación al cambio climático en los sectores productivos e infraestructura.
- ❖ Fortalecimiento de las capacidades institucionales y sociales para la adaptación.

La implementación del Programa Estratégico de Cambio Climático implica retos para el estado de Tamaulipas, los cuales se pueden lograr a través de las siguientes acciones:

- Fortalecimiento de las capacidades institucionales y normativas.

- Acceso a financiamiento de proyectos para atender la problemática generada por el cambio climático (financiamiento nacional e internacional).
- Creación del Fondo Ambiental Estatal.
- Generación de recursos humanos permanentes en áreas específicas de mitigación, adaptación y temas transversales a través de mecanismos como el Fondo Mixto CONACYT – Tamaulipas, para promover la investigación y el desarrollo científico y tecnológico.

## **1.6 Identificación de acciones para enfrentar el cambio climático en la RHA Río Bravo**

La **RHA VI Río Bravo** enfrenta retos en materia de regulaciones en el ámbito legal, social, institucional y gubernamental, para que en el mediano plazo puedan apreciarse los cambios. En este contexto es necesaria la regulación equilibrada y sustentable de los servicios de agua, la implementación de medidas y programas sociales enfocados a la gestión sustentable del recurso hídrico y ambiental, con la participación tanto de todos los órdenes de gobierno como de la sociedad. Los esfuerzos deberán orientarse a los principales problemas de la región, que incluyen fundamentalmente la calidad del recurso hídrico, su disponibilidad, la vulnerabilidad de la población ante desastres naturales como sequías e inundaciones, la preservación de ecosistemas y áreas naturales protegidas, prevención y control de contaminación de agua, incluyendo lo relativo a aguas residuales, para evitar la proliferación de enfermedades de origen hídrico; regulación de asentamientos humanos, incluyendo la respuesta oportuna a situaciones de emergencia y contingencias ambientales.

## CAPÍTULO 2 LA REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS XII (PENÍNSULA DE YUCATÁN)

La **RHA XII Península de Yucatán**, comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche. Colinda al norte y al poniente con el Golfo de México, al sur con la república de Guatemala, al oriente con el Mar Caribe, al suroeste con el estado de Tabasco y al sureste con Belice, con quien comparte la cuenca del río Hondo. Está integrada por las regiones hidrológicas 31,32 y 33, en las cuales los parteaguas de sus microcuencas quedan incluidos en los límites políticos de los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche; en la Región Hidrológica 33 queda incluida la porción mexicana del río Hondo (ver Figura 29).



**Figura 29. Región Hidrológico-Administrativa Península de Yucatán**  
*Fuente: Estadísticas del Agua en México 2015. Atlas del Agua en México 2015*

En la Tabla 10 se presenta un resumen de las principales características de **la RHA XII Península de Yucatán** y posteriormente detalles de los temas ambientales, sociales y económicos en relación con la RHA. Asimismo, los retos en el tema hídrico y frente al cambio climático. A partir de esta información y su análisis, se hará la selección de las medidas de adaptación y/o mitigación que se presentarán en el catálogo general.

**Tabla 10. Principales características de la RHA XII Península de Yucatán.**

<b>RHA XII Península de Yucatán</b>	
Sede	Mérida, Yucatán
N° Municipios	127
Superficie	139,387 km <sup>2</sup>
Habitantes	4,515,526
Población Urbana	84%
Población Rural	16%
Precipitación anual	1,207 mm
Agua renovable per cápita	6,494 m <sup>3</sup> /hab/año
Grado de Presión	14% (bajo)
Consumo de Agua	4,149 hm <sup>3</sup> /año
Aporte de Agua superficial	3.4%
Aporte de Agua subterránea	96.6%
Acuíferos	4
Uso Agrícola	71%
Uso Industrial	14%
Uso Abastecimiento público	15%

**Fuente:** *Atlas del Agua en México 2015*

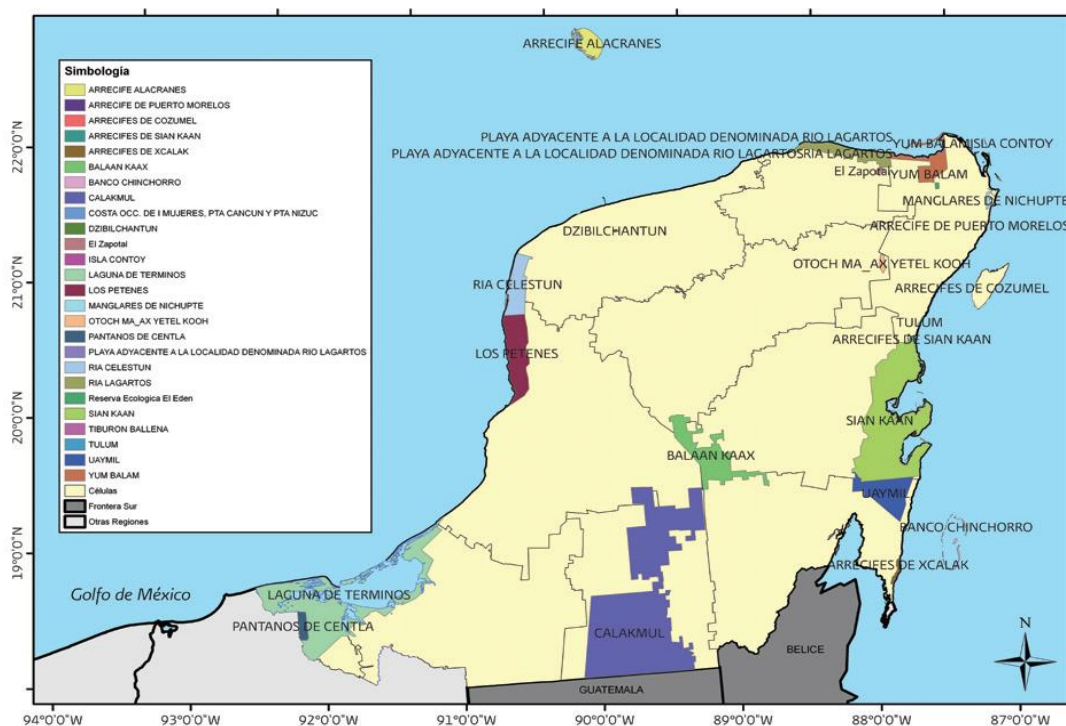
## **2.1 Aspectos ambientales**

Existen en la región los ríos Palizada, Candelaria y Champotón en el estado de Campeche y el río Hondo en Quintana Roo, que son las aguas superficiales de mayor importancia de la región; otros escurrimientos son los ríos Chumpán y Mamantel en el estado de Campeche, y el arroyo Ucum o río Escondido, en Quintana Roo.



En la región predominan los cenotes que son cuerpos de agua que actualmente son utilizados como fuentes de abastecimiento y sitios recreativos.

La **RHA XII Península de Yucatán**, se encuentra ubicada en la franja tropical; presenta un clima cálido con lluvias en verano, de dos tipos: el semiárido en la zona costera del estado de Yucatán y el cálido en el resto de la Península, con variantes de secos hasta subhúmedos. La región cuenta con 35 áreas naturales protegidas con 3.8 millones de hectáreas, abarcan humedales, costas, arrecifes y cenotes. En el estado de Campeche se localizan 4 de estas áreas, 12 en Yucatán y 19 en Quintana Roo. En cuanto a las áreas naturales protegidas estatales se tienen áreas de conservación, parques ecológicos, estatales, naturales, urbanos, reservas patrimoniales, santuarios y zonas sujetas a reservas ecológicas (ver Figura 30).



**Figura 30. Región Hidrológico-Administrativa Península de Yucatán**

**Fuente: Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán.**

### Aspectos económicos

El sector agrícola en esta región, incluye una superficie sembrada y cosechada de 14,504.5 ha, con solamente dos Distritos de Riego, de los cuales se obtiene un rendimiento de 48.48 ton/ha y una producción de 703.23 miles de toneladas; en año agrícola 2015 (Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego)<sup>5</sup> y con un valor de la cosecha por 662 millones de pesos.

La contribución del Producto Interno Bruto (PIB), de todos los municipios de la región fue de 563.95 millones de pesos en el 2008 (precios 2003), equivalente al 6.6 % del PIB Nacional (**PHR Península de Yucatán 2012**) lo cual la coloca como la tercera más importante RHA del país.

## **2.2 Aspectos sociales**

La Región cuenta con una población total de 4.601 millones de habitantes (2015) según datos de **Estadísticas del Agua en México, 2016**. El 97.8% de los asentamientos humanos son rurales, con poblaciones de menos o igual a 2,500 habitantes; mientras que la población urbana se concentra en el 2.2% de los asentamientos restantes. En cuanto al Índice de Marginación (**CONAPO**), éste mide las privaciones y carencias de la población relacionadas con las necesidades básicas establecidas como derechos constitucionales. El Índice muestra que aproximadamente el 80% de las localidades de la Región tienen muy alta marginación y alta marginación; que se tienen 181 localidades con rezago social muy alto (**CONEVAL**); además el 21% de la población total de la región es población indígena.

---

<sup>5</sup> Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, IMTA.  
<http://www.edistritos.com/DR/estadisticaAgricola/organismo.php>

### **2.3 Problemática relevante identificada**

Las condiciones geográficas presentes en la **RHA XII Península de Yucatán** la hacen sensible a que sufrir las consecuencias de los impactos climáticos, debido también a que tiene gran influencia marítima por lo que está sujeta a los fenómenos hidrometeorológicos como nortes, ondas tropicales, ciclones y huracanes, que pueden intensificarse en número, frecuencia e intensidad, ocasionando procesos de desertización. En relación con el reúso de aguas residuales tratadas en la Región, la población aún no se concientiza de su importancia y la oportunidad que ofrece para la conservación del recurso hídrico. La disponibilidad de agua existente, genera una percepción de abundancia entre la población y ocasiona una falta de demanda de agua de reúso en actividades industriales y acuícolas, que podrían emplear agua de menor calidad a la de primer uso. La Región también tiene deficiencia en el saneamiento, caracterizada por el uso de fosas sépticas construidas de forma empírica y sin ninguna norma, y prácticamente sin servicio de alcantarillado. Esta situación ocasiona que el tratamiento de las descargas sea sumamente bajo.

Se prevé un aumento de la temperatura media anual y de igual el número de días calurosos extremos. Respecto a la precipitación, se espera una disminución del volumen medio anual, más pronunciada en el norte que en el sur de la región. Es necesario considerar además que las proyecciones realizadas para volúmenes de precipitación están sujetas a un cierto grado de incertidumbre, dado que no consideran algunos de los fenómenos meteorológicos que generan precipitación en esta zona, como son los huracanes o ciclones. En este contexto, los sectores que presentarían una mayor vulnerabilidad global a los impactos analizados serían:

- I. El sector del agua, presentando los niveles más elevados de vulnerabilidad a las variaciones de temperatura y precipitación.
- II. La biodiversidad, con mayor grado de vulnerabilidad ligado a las variaciones de precipitación y los eventos meteorológicos extremos.
- III. Las zonas costeras, presentando los niveles más elevados de vulnerabilidad a las variaciones de temperatura y los eventos meteorológicos extremos.

## **2.4 Retos en materia de cambio climático en la región**

El principal reto que enfrenta la región es el de aprovechar mejor el capital hídrico, para poder enfrentar los problemas que amenazan su diversidad y sustentabilidad ambiental. Para lograr este objetivo, se requiere implementar acciones que aseguren el establecimiento de una política de sustentabilidad en los tres ámbitos de gobierno.

El tema de las descargas de aguas residuales debe atenderse con vital prioridad, misma que se asocia a un incremento de población local y flotante que visita esta zona con fines de esparcimiento.

Realizando revisión bibliográfica se encontró que los tres estados que conforman la **RHA Península de Yucatán** (Quintana Roo, Yucatán y Campeche) cuentan con un Programa Estratégico de Cambio Climático:

- **Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán.** Fecha de publicación: 2014.

- **Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCQROO)**. Fecha de publicación: 2013.
- **Programa Estatal ante el Cambio Climático 2030. Campeche. Visión 2015 -2030**. Fecha de publicación: 2015.

A continuación se precisan aspectos relevantes en relación con los retos de cada estado y que han sido tomados de los programas de cambio climático mencionados.

### **Quintana Roo**

En Quintana Roo se ha observado que los efectos que tiene el cambio climático, son básicamente dos tipos de amenazas que representan riesgos a la población y al entorno natural, sin olvidar que cada una tiene diferente impacto dentro de los sectores.

- 1) Las que son de carácter global, que representan cambios en el clima a nivel mundial (huracanes, e incrementos en el nivel del mar).
- 2) Las que son originadas de las modificaciones del clima local (lluvias torrenciales, sequías, suradas y ondas de calor).

Por lo anterior y tomando en cuenta estas amenazas, podemos observar los impactos de manera general en la Tabla 11 y también los impactos locales en la matriz de impactos de la Tabla 12 **(PECC Quintana Roo, 2013)**.

**Tabla 11. Efectos globales del cambio climático en el estado de Quintana Roo.**

	<b>Huracanes</b>		<b>Incremento del nivel del mar</b>	<b>Frentes fríos</b>
<b>GLOBALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salinización de mantos acuíferos.</li> <li>• Inundaciones.</li> <li>• Afectaciones en la biodiversidad y ecosistemas terrestres y costeros.</li> <li>• Desabasto de agua</li> <li>• Marea de tormenta (inundaciones, erosión costera, afectaciones a infraestructura).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desbordamiento de ríos y cauces (afectaciones a infraestructura y asentamientos humanos).</li> <li>• Vientos intensos (daños a infraestructura y asentamientos humanos y biodiversidad).</li> <li>• Deslaves.</li> <li>• Incendios forestales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación a la biodiversidad costera (arrecifes, humedales y duna costera).</li> <li>• Intrusión salina.</li> <li>• Erosión de la zona costera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios bruscos de temperatura (afectaciones a la salud).</li> <li>• Vientos intensos (daños a infraestructura, asentamientos humanos y biodiversidad).</li> <li>• Marejadas por Nortes).</li> </ul>

**Tabla 12. Efectos locales del cambio climático en el estado de Quintana Roo.**

	<b>Lluvias torrenciales</b>	<b>Sequía</b>	<b>Suradas</b>	<b>Ondas de calor</b>
<b>LOCALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desbordamiento de ríos (afectaciones a infraestructura y asentamientos humanos).</li> <li>• Inundaciones.</li> <li>• Deslaves.</li> <li>• Afectaciones a la salud (vectores).</li> <li>• Desabasto de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendios forestales.</li> <li>• Afectaciones a la salud (enfermedades gastrointestinales).</li> <li>• Incrementos en la erosión</li> <li>• Afectaciones en la biodiversidad y ecosistemas terrestres y costeros.</li> <li>• Desabasto de agua (uso humano y riego).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vientos intensos (daños a infraestructura, asentamientos humanos y biodiversidad).</li> <li>• Incendios forestales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendios forestales.</li> <li>• Afectaciones a la salud (enfermedades gastrointestinales y choques de calor).</li> <li>• Afectaciones a los sistemas de comunicación.</li> <li>• Desabasto de agua.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

## **Yucatán**

En el estado de Yucatán se han desarrollado diferentes estudios que permitieron conocer la vulnerabilidad de los distintos sectores productivos, sociales y ambientales del estado al cambio climático. En su análisis se encontró que el sector que presenta mayores emisiones de gases efecto invernadero GEI, son los sectores energía, que incluye actividades industriales, la generación de energía eléctrica, el comercio y el turismo; y los sectores agropecuario y forestal. Por su parte, los asentamientos humanos son también grandes generadores de GEI, pero también tienen la capacidad para reducirlas.

Se encontró, que prácticamente la totalidad del estado se encuentra afectado por un grado mayor o menor de sequía (desde sequía fuerte hasta severa), en temporada de huracanes, resultan dañados miles de hectáreas de cultivos y pastizales, ocasionando daños a la agricultura y ganadería. Por lo que, el recurso hídrico tiene un impacto directo en todos los aspectos socioeconómicos del Estado, incluyendo la producción y seguridad de alimentos, el abastecimiento de agua potable, la salud, los sectores: energético, industrial o del turismo, así como especialmente en los diferentes ecosistemas existentes en la región. Es así como en el **PECC Yucatán (2012-2018)** se precisa que los sectores que presentan mayor vulnerabilidad global a los impactos analizados del cambio climático serían:

- El sector agua, es el que presenta los niveles más altos de vulnerabilidad a los niveles de temperatura y precipitación.
- La biodiversidad presenta una vulnerabilidad muy ligada a las variaciones en la precipitación y los eventos meteorológicos extremos.

- Por su parte, las zonas costeras, presentan los niveles más altos de vulnerabilidad a las variaciones de temperatura y los eventos meteorológicos extremos.

Además de lo anterior, es importante hacer notar que el sector agua tiene un papel estratégico y vital, ya que influye directa o indirectamente en todos los demás sectores.

En este análisis se concluyó que, en el estado de Yucatán, todos los sectores presentan alta vulnerabilidad ante la precipitación y eventos extremos; a nivel global todos sus sectores presentan vulnerabilidad media o alta, para variaciones de temperatura y/o incremento del nivel del mar.

El sector agropecuario es de gran importancia social, puesto que de él depende gran parte de la población rural yucateca, que es, además, la que padece un mayor grado de marginación en el Estado. Este sector es altamente dependiente de la climatología y la meteorología, de modo que los cambios en las mismas se acaban traduciendo en repercusiones para la economía de la población que vive en las zonas rurales, además para la industria agroalimentaria.

La tecnificación de las actividades agrícolas es escasa, lo que produce en la mayoría de los cultivos que su rendimiento y rentabilidad sean inferiores a la media nacional. En el caso de la ganadería, sin embargo, la tecnificación es alta, sobre todo en ganado porcino y avícola.

Tomando en cuenta estas amenazas y retos observados en el estudio previo, podemos observar los desafíos a que se enfrenta el Estado de Quintana Roo,



de manera general en la matriz de la Tabla 13 y de manera particular en la Tabla 14 (PECC Quintana Roo, 2012-2018).

**Tabla 13. Matriz de impactos globales en el estado de Yucatán.**

	<b>Huracanes</b>		<b>Incremento del nivel del mar</b>	<b>Frentes fríos</b>
<b>GLOBALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salinización de acuíferos.</li> <li>• Inundaciones.</li> <li>• Afectaciones en la biodiversidad. ecosistemas costeros</li> <li>• Marea de tormenta (inundaciones, erosión costera, afectaciones a infraestructura).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vientos intensos (daños en asentamientos humanos y biodiversidad).</li> <li>• Interrupción de los sistemas de salud, transporte y servicios.</li> <li>• Afectaciones en los flojos de turismo.</li> <li>• Daños a infraestructura turística.</li> <li>• Incremento de costos de transporte de mercancías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de hábitats costeros (arrecifes, humedales por la alteración de ecosistemas).</li> <li>• Intrusión salina en niveles freáticos.</li> <li>• Erosión de la zona costera.</li> <li>• Invasión de terrenos forestales y pastizales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios bruscos de temperatura (afectaciones a la salud).</li> <li>• Vientos intensos (daños a infraestructura, asentamientos humanos y biodiversidad).</li> <li>• Marejadas por Nortes.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 14. Matriz de impactos locales en el estado de Yucatán.**

	<b>Lluvias torrenciales</b>	<b>Sequía</b>	<b>Suradas</b>	<b>Ondas de calor</b>
--	-----------------------------	---------------	----------------	-----------------------

<b>IMPACTOS LOCALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deslaves (afectaciones a infraestructura y asentamientos humanos).</li> <li>• Afectaciones a la salud (vectores).</li> <li>• Desabasto de agua potable.</li> <li>• Afectaciones a la biodiversidad de especies debido a la intensidad y frecuencia de tormentas.</li> <li>• Inundaciones.</li> <li>• Erosión y pérdida de suelos y cultivos.</li> <li>• Morbilidad de ganado.</li> <li>• Reducción de productividad de cultivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de incendios forestales.</li> <li>• Mayor incidencia de plagas, contaminación y reducción del manto freático.</li> <li>• Agotamiento de pastos naturales.</li> <li>• Abatimiento de niveles freáticos.</li> <li>• Contaminación de aguas subterráneas por un menor procesos de recarga.</li> <li>• Afectaciones a la salud debido al aumento en la concentración de bacterias en aguas residuales y drenajes.</li> <li>• Incrementos en la erosión.</li> <li>• Desabasto de agua (uso humano y riego).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendios forestales.</li> <li>• Efectos en la salud, (ocasionando enfermedades transmitidas por alimentos, agua y por vectores infecciosos).</li> <li>• Aumento de reacciones alérgicas (debido a la dispersión de alérgenos).</li> <li>• Vientos intensos (daños a infraestructura, asentamientos humanos y biodiversidad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merma de cosechas; menor rendimiento de cultivos.</li> <li>• Afectaciones a la salud (enfermedades gastrointestinales por choques de calor, deshidratación).</li> <li>• Pérdida de rendimiento ganadero.</li> <li>• Desabasto de agua (por incremento en la demanda).</li> <li>• Incremento de la demanda de energía y agua.</li> </ul>
-------------------------	--	--	---	--

**Fuente: Elaboración propia**

## **Campeche**

En el estado de Campeche, uno de los retos apremiantes es la elevación del nivel medio del mar, ya que ocasiona aceleración en los procesos de erosión en sus playas, poniendo en riesgo la infraestructura de comunicaciones y transportes, vías terrestres, además de dejar sin sitios tradicionales de anidación a una importante población de tortuga marina blanca y de carey del Golfo de México. Del mismo modo, la entrada de agua de mar durante tormentas y huracanes o por procesos de mareas que impactan áreas mayores y se traducen en salinización de tierras y aguas subterráneas, lo que representa un riesgo en aumento para las actividades agrícolas.

La política de cambio climático del estado, está enfocada hacia el crecimiento verde desde tres aspectos: la economía, el medio ambiente y la sociedad, dirigiendo su planificación a conseguir un uso eficiente de los recursos, el cuidado del medio ambiente y la inclusión de los seres humanos en el proceso.

Para Campeche, según la evolución de su clima y las consecuencias de los impactos climáticos que implican mayor vulnerabilidad sobre los sectores naturales y socioeconómicos, se observa que los eventos extremos serían los que más daños causarían, siguiéndole el incremento de la temperatura y el nivel del mar, unido al descenso de las precipitaciones que en conjunto provocarán daños mayores. Dentro de este contexto, el mayor reto está representado de la siguiente forma:

- Los eventos extremos en el sector agropecuario, forestal, industrial, comercial, turismo y en el sector salud. Por otro lado el incremento del nivel del mar afectará el sector agua, el sector pesca, a los asentamientos humanos y zonas costeras; y sin lugar a dudas el incremento de las temperaturas ocasiona afectaciones en la biodiversidad del estado.

Con base en el análisis de vulnerabilidad desarrollado en el estado, se identifican los impactos del cambio climático a nivel global y local, tal como se resume en las Tablas 15 y 16.

**Tabla 15. Impactos globales del cambio climático en el estado de Campeche.**

	<b>Incremento del nivel del mar</b>	<b>Incremento de temperaturas medias</b>	<b>Sequías y olas de calor</b>
<b>GLOBALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olas de gran altura y mareas de tormenta.</li> <li>• Pérdida directa de valores económicos, ecológicos, culturales y de subsistencia a causa de la pérdida de tierras, infraestructura y hábitats costeros.</li> <li>• Intrusión de agua salada en las reservas de agua dulce de acuíferos. Deterioro del agua para consumo humano con daños asociados a la salud y aumento del costo del tratamiento del agua.</li> <li>• Daños a infraestructura de suministro de agua en zonas costeras. Disminución de vida útil.</li> <li>• Daños, pérdidas y desplazamiento y/o migración de especies.</li> <li>• Salinización de cuerpos de agua dulce.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor disponibilidad de agua en reservorios, con incremento en la demanda para uso humano, ganadería y agricultura.</li> <li>• Incremento en la demanda de energía.</li> <li>• Daños a la biodiversidad terrestre y marina.</li> <li>• Incremento de enfermedades vectoriales, intoxicaciones alimentarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de conflicto sobre el uso del agua, incremento de costo de servicios y riesgos de salud.</li> <li>• Desaparición de cuerpos de agua perenes y temporales.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 16. Impactos locales del cambio climático en el estado de Campeche.**

	Decremento del nivel medio de precipitaciones	Eventos extremos		
		Vientos huracanados	Lluvias torrenciales	Sequías
<b>LOCALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de los volúmenes de agua disponibles para riego de cultivos de temporada y de hortalizas.</li> <li>• Disminución de la producción, pérdidas económicas.</li> <li>• Crisis alimentaria en zonas rurales.</li> <li>• Pérdida de atractivo turístico.</li> <li>• Desaparición de anfibios, reducción de hábitats, pérdida de cobertura vegetal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de cultivos, sobre todo en la línea de costa y daños o pérdida de infraestructura de almacenamiento y de riego tecnificado de cultivos.</li> <li>• Daños físicos en la línea de costa.</li> <li>• Inundación de zonas bajas.</li> <li>• Interrupciones en infraestructuras costeras, viviendas, carreteras, electricidad, salud, inundaciones.</li> <li>• Colonización de especies invasoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundación de cultivos por desbordamiento de ríos.</li> <li>• Daños a infraestructuras de agua dulce y desagüe; desborde de aguas residuales sanitarias, fosas sépticas y pozos de absorción, y consecuente contaminación de reservas de agua dulce; daños en redes de abastecimiento. Enfermedades digestivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del volumen de agua disponible; pérdida de la producción agrícola, escasez de alimentos.</li> <li>• Incremento de la demanda de energía, formación de islas de calor, menor disponibilidad de agua.</li> <li>• Daños o muerte a especies con alto requerimiento.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia**

De esta forma se pueden identificar las áreas críticas para la conservación de la biodiversidad terrestre y marina del estado de Campeche, al igual que algunas zonas sensibles a las variaciones de temperatura. Las zonas de población más vulnerable son las más retiradas, con menor densidad de población y también con menor disposición de recursos.

Los retos también los enfrentan las unidades acuícolas, aunado a su alta vulnerabilidad, ya que se ubican en la franja costera y/o en cuerpos de agua

naturales, implican un riesgo latente para los ecosistemas costeros por pérdida o modificación de las comunidades y hábitats por la introducción de especies exóticas potencialmente invasoras.

El cambio climático ya representa un costo para el Estado de Campeche, el cual invierte en reforzar la capacidad para atenuar sus impactos, para realizar estudios preliminares que refuercen las acciones de mejora del sistema de respuesta ante eventos climáticos, mejorar la planificación, reforzar infraestructura básica, mejorar la disponibilidad de servicios financieros, mejora de los sistemas de uso del agua, de los conocimientos sobre eventos extremos en la población, de la calidad del agua, la actualización del conocimiento en protección ambiental, la conservación de especies y el manejo y aprovechamiento sostenible. También el reforzamiento de los equipos de médicos, su capacitación y equipamiento.

## **2.5 Identificación de acciones para enfrentar el cambio climático**

Ante la problemática planteada anteriormente, es necesario iniciar trabajos de investigación para conocer la sensibilidad y vulnerabilidad de los diferentes sistemas naturales, humanos y culturales de la región, para ayudar a fortalecer y proponer medidas de adaptación y mitigación que contribuyan a una mejor calidad de estos sistemas ante los cambios que están ocurriendo, generando una evaluación de los posibles impactos y la vulnerabilidad.

## CAPÍTULO 3 CATÁLOGOS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y/O MITIGACIÓN PARA LA REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VI (RÍO BRAVO) Y XII (PENÍNSULA DE YUCATÁN)

A continuación, se presenta una tabla resumen con la propuesta de fichas de medidas de adaptación y/o mitigación con potencial de aplicación en las dos Regiones Hidrológico Administrativas: RHA VI Río Bravo y XII Península de Yucatán. Posteriormente se presentan medidas particulares para cada RHA y finalmente las respectivas fichas técnicas.

### 3.1 Catálogos de medidas de adaptación y/o mitigación con potencial de aplicación en la RHA VI Río Bravo y RHA XII Península de Yucatán

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	AGRICULTURA
FT1	Abonos orgánicos
FT2	Abonos verdes
FT3	Acondicionamiento de suelos (Restauración de suelos)
FT4	Agricultura indígena
FT5	Agricultura orgánica
FT6	Agricultura protegida
FT7	Agricultura de secano
FT8	Agroforestería
FT9	Ajustes de fechas de siembra y cultivo
FT10	Aseguramiento de cultivos
FT11	Captación y reutilización de aguas grises para fines agrícolas
FT12	Gestión del uso de la tierra
FT13	Labranza cero
FT14	Mezcla de cultivos y ganadería
FT15	Milpa intercalada con árboles frutales
FT16	Monitoreo de suelos
FT17	Paso de rodillo aereador
FT18	Regulación sobre la utilización de fertilizantes y agroquímicos
FT19	Semillas resistentes a plagas y enfermedades

FT20	Sistemas de cultivos múltiples o policultivos
FT21	Uso de la diversidad genética de semillas resistentes a altas temp.

<b>CÓDIGO</b>	<b>SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA</b>
	<b>SECTOR HÍDRICO</b>
FT1	Implementación de sistemas de recarga de agua
FT2	Desalinización
FT3	Gestión de riesgos para hacer frente a la variabilidad de las precipitaciones
FT4	Regulación de descargas
FT5	Sistemas de reúso de agua
FT6	Sostenibilidad de extracciones de agua
FT7	Técnicas de almacenamiento y conservación del agua a. Reservorios para agua lluvia
FT8	Transferencias de agua (Importación de agua o adquisición de nuevos derechos)

<b>CÓDIGO</b>	<b>SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA</b>
	<b>SECTOR FORESTAL, BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS</b>
FT1	Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) a. Conservación de manglares b. Restauración de humedales degradados c. Establecimiento de sistemas agro silvícolas diversos en tierras agrícolas (silvicultura) d. Conservación de la diversidad biológica agrícola e. Conservación de plantas medicinales utilizadas por comunidades indígenas locales
FT2	Adaptación basada en comunidades (AbC)
FT3	Ampliación y restauración de áreas naturales protegidas ANP
FT4	Barreras de protección
FT5	Conservación de superficie de bosques, selvas y humedales (sumideros de carbono)
FT6	Franjas contrafuego
FT7	Implementación de prácticas pecuarias y manejo de pasturas para la reducción de GEI



FT8	Integración de programas de cría animal
FT9	Manejo forestal sostenible
FT10	Pago por servicios ecosistémicos
FT11	Pastoreo sustentable
FT12	Reforestación con especies autóctonas y restauración del paisaje

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA
FT1	Biodigestores
FT2	Construcción de plantas de tratamiento y plantas potabilizadoras
FT3	Control de descargas
FT4	Creación de registros de gases efecto invernadero (GEI); Implementación de sistemas de inventarios
FT5	Drenaje agrícola
FT6	Energías renovables: a. Implementación de uso de calentadores solares
FT7	Muros de contención natural
FT8	Restauración de suelos/Acondicionamiento de suelos
FT9	Riego por goteo
FT10	Riego por aspersión
FT11	Sistemas de información geográfica y alerta temprana
FT12	Sistemas de monitoreo y predicción del clima

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	EDUCACIÓN Y CULTURA
FT1	Campañas de concientización y legislación sobre contaminación doméstica y educación ambiental
FT2	Desarrollo de proyectos eco-turísticos

<b>CÓDIGO</b>	<b>SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA</b>
	<b>ZONAS COSTERAS</b>
FT1	Alimentación de dunas costeras y playas
FT2	Barreras de intrusión de agua salada
FT3	Diques, defensas y barreras en costas y malecones
FT4	Gestión integrada de cuencas y áreas costeras (Ordenación, planificación y gestión integrada del espacio litoral)
FT5	Inyección de agua dulce
FT6	Protección y conservación de humedales costeros
FT7	Reducción del riesgo de desastres basada en la comunidad
FT8	Sistemas de alerta de inundación

<b>CÓDIGO</b>	<b>SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA</b>
	<b>SECTOR SALUD</b>
FT1	Planeación de crecimiento poblacional inteligente
FT2	Programas de atención a la población en zonas de riesgo climatológico y prevención de enfermedades de origen hídrico
FT3	Programas educativos de prevención de riesgos
FT4	Programas de sensibilización de la población hacia los efectos de eventos meteorológicos extremos en la salud
FT5	Sistema de alerta ante presencia de enfermedades infecciosas

<b>CÓDIGO</b>	<b>SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA</b>
	<b>POLÍTICAS</b>
FT1	Implementación de políticas públicas para: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Incorporación del clima en los instrumentos de planificación a nivel local.</li> <li>b. Ordenamiento urbano en zonas de alto riesgo.</li> <li>c. Planes de desarrollo urbano que contemplen el aumento en la infraestructura para el saneamiento de aguas.</li> <li>d. Regulación de la gestión y manejo de residuos.</li> <li>e. Regulación de uso de materiales desechables en zonas turísticas.</li> <li>f. Sistemas de actualización de tarifas.</li> <li>g. Uso de equipos y tecnología de bajo consumo de agua.</li> </ul>

### 3.2 Catálogos de medidas de adaptación y mitigación RHA VI Río Bravo

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	AGRICULTURA
FT1	Cultivos múltiples o policultivos
FT2	Surcado en contorno

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	SECTOR HÍDRICO
FT1	Captadores de niebla
FT2	Técnicas de almacenamiento y conservación del agua. a. Cajas de agua o alebrijes. b. Jagüeyes. c. Ollas de agua. d. Pozos de Absorción. e. Presas de cortina de tierra compactada. f. Presas filtrantes. g. Reservorios para agua lluvia. h. Tinas ciegas.

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA
FT1	Aislamientos térmicos para viviendas
FT2	Azoteas verdes
FT3	Barreras o cortinas rompevientos
FT4	Cambios en sistemas de producción
FT5	Casa bioclimática/ecológica
FT6	Cercos vivos para división de potreros
FT7	Control de cárcavas
FT8	Estabilización de pendientes y taludes mediante bioingeniería
FT9	Mantenimiento de infraestructura hidráulica
FT10	Plantación de "Barreras Vivas" con especie perennes
FT11	Zanja-Bordo para retención de humedad
FT12	Zanjas de infiltración tipo trinchera

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	EDUCACIÓN Y CULTURA
FT1	Estrategias para implementar el transporte sostenible

### 3.3 Catálogos de medidas de adaptación y mitigación RHA XII Península de Yucatán

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	SECTOR FORESTAL, BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS
FT1	Actividades pesqueras: a. Diversificación de captura pesquera. b. Modernización de la actividad de la captura pesquera. c. Recuperación de pesquerías, maricultura y acuicultura.

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA
FT1	Infraestructura necesaria: a. Desarrollo de infraestructura resistente, carreteras, rutas de evacuación. b. Mejora de red de carreteras para cubrir las necesidades de transporte en caso de evacuaciones. c. Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. d. Construcción de rellenos sanitarios. e. Construcción, ampliación y mantenimientos de sistemas de drenaje sanitario.

CÓDIGO	SECTOR Y NOMBRE DE LA MEDIDA
	SECTOR SALUD
FT1	Monitoreo de calidad del agua
FT2	Monitoreo y control bacteriológico

Las FICHAS DESCRIPTIVAS pueden consultarse en el ANEXO TÉCNICO.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Abastecimiento.** Suministro de agua.

**Acuífero.** Formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo, **Ley de Aguas Nacionales**.

**Acuífero sobreexplotado.** Aquél en el que la extracción del agua subterránea supera al volumen de recarga media anual, de tal forma que la persistencia de esta condición por largos períodos de tiempo ocasiona alguno o varios de los siguientes impactos ambientales: agotamiento o desaparición de manantiales, lagos, humedales; disminución o desaparición del lujo base en ríos; abatimiento indefinido del nivel del agua subterránea; formación de grietas; asentamientos diferenciales del terreno; intrusión marina en acuíferos costeros; migración de agua de mala calidad. Estos impactos pueden ocasionar pérdidas económicas a los usuarios y a la sociedad.

**Agua renovable.** Cantidad máxima de agua que es factible explotar anualmente. El agua renovable se calcula como el escurrimiento superficial virgen anual, más la recarga media anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones o países, menos las exportaciones de agua a otras regiones o países.

**Agua subterránea.** Agua que satura por completo los poros o intersticios del subsuelo.

**Aguas residuales.** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

**Aguas superficiales.** Agua que luye o se almacena en la superficie de la corteza terrestre en forma de ríos, lagos o embalses artificiales como presas, bordos y canales. **Inegi (2000)**.

**Ciclón.** Inestabilidad atmosférica asociada a un área de baja presión, la cual propicia vientos convergentes en superficie que luyen en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Se origina sobre las aguas tropicales o subtropicales y se clasifican por su intensidad de vientos en depresión tropical, tormenta tropical y huracán. **Lineamientos de operación específicos del Fonden.**

**Cuenca hidrológica.** Unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas —por aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad— en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o luye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. **Ley de Aguas Nacionales.**

**Desarrollo sustentable.** En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

**Desastre.** En términos de fenómenos hidrometeorológicos extremos, la declaratoria de desastre permite que se enfoquen los recursos del estado y la sociedad a la reconstrucción de zonas afectadas.

**Fenómeno hidrometeorológico.** Agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, aluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados. **Ley de Aguas Nacionales; Inegi (2000).**

**Grado de presión sobre el recurso hídrico.** Un indicador porcentual de la presión a la que se encuentra sometido el recurso agua y se obtiene del cociente entre el volumen total de agua concesionada y el agua renovable.

**Huracán.** Ciclón tropical en el cual los vientos máximos sostenidos tienen una velocidad igual o superior a 119 km/h. El área nubosa correspondiente cubre una extensión entre los 500 y 900 km de diámetro produciendo lluvias intensas. El centro del huracán, denominado “ojo”, alcanza normalmente un diámetro que varía entre los 20 y 40 km, sin embargo, puede llegar hasta cerca de 100 km. En esta etapa se clasifica de acuerdo a la escala Saffir-Simpson. **Lineamientos de operación específicos del Fonden.**

**Intrusión marina.** Fenómeno en el que el agua de mar se introduce por el subsuelo hacia el interior del continente ocasionando la salinización del agua subterránea; esto ocurre cuando la extracción de agua provoca abatimientos del nivel de agua subterránea por debajo del nivel del mar, alterando el balance dinámico natural entre el agua de mar y el agua dulce.

**Región hidrológica.** Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico-administrativa. **Ley de Aguas Nacionales.**

**Región Hidrológico-Administrativa (RHA).** Área territorial definida de acuerdo con criterios hidrológicos, integrada por una o varias regiones hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos. El municipio representa, como en otros instrumentos jurídicos, la unidad mínima de gestión administrativa en el país. **Ley de Aguas Nacionales.**

**Registro Público de Derechos de Agua (Repda).** Registro que proporciona información y seguridad jurídica a los usuarios de aguas nacionales y bienes inherentes a través de la inscripción de los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga, así como las modificaciones que se efectúen en las características de los mismos.

**Sequía.** La sequía atípica, conforme a las reglas de operación del Fondo de Desastres Naturales, se refiere a un prolongado período (una estación, un año o varios años consecutivos), con déficit de precipitación en relación con el valor medio estadístico de varios años (generalmente 30 años o más). La sequía es una propiedad normal y recurrente del clima y se considerará que la sequía es atípica cuando al déficit de precipitación le corresponda una probabilidad de ocurrencia igual o menor al 10% (es decir, que dicho déficit ocurre en uno o menos de cada diez años) y que además no se haya presentado esta situación cinco veces o más en los últimos diez años.

**Lineamientos de operación específicos del Fonden.**

**Servicios ambientales.** Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en la Ley de Aguas Nacionales se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales. **Ley de Aguas Nacionales.**

**Sumidero.** Cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de gases de efecto invernadero, **IPCC (2007).**

**Uso consuntivo.** El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo. **Ley de Aguas Nacionales.**



**Vulnerabilidad.** Grado de exposición o propensión de un componente de la estructura social o natural a sufrir daño por efecto de una amenaza o peligro, de origen natural o antropogénico, o falta de resiliencia para recuperarse posteriormente. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso. Las vulnerabilidades pueden ser de índole institucional, jurídica, política o territorial. **Ley de Aguas Nacionales; NOM-127-SSA1-1994.**

## REFERENCIAS

AGECC (The Secretary-General's Advisory Group on Energy and Climate Change) (2010), *Energy for a Sustainable Future. Summary Report and Recommendations*, Nueva York.

Angrist, J.D. y J-S Pischke (2008), *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*, Princeton University Press.

Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Efectos del cambio climático en el recurso hídrico de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2015. Disponible en: [https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros\\_html/atlas-2016/files/assets/common/downloads/publication.pdf](https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/atlas-2016/files/assets/common/downloads/publication.pdf)

Beck, M. B., & Walker, R. V. (2013). On water security, sustainability, and the water-food-energy-climate nexus. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 7(5), 626-639.

Beck, M. B., & Walker, R. V. (2013). Nexus security: governance, innovation and the resilient city. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 7(5), 640-657.

Beck, M.B., 2011. *Cities as Forces for Good in the Environment: Sustainability in the Water Sector*. Warnell School of Forestry & Natural Resources, University of Georgia, Athens, Georgia. ISBN: 978-1-61584-248-4. xx þ165pp (online as. <http://cfgnet.org/archives/587>).

Beck, M.B., Villarroel Walker, R., 2011. *Global Water Crisis: a Joined-up View from the City. Surveys And Perspectives Integrating Environment & Society*, S.A.P.I.EN.S <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fsapiens.revues.org%2F1187>

Bellfield, Helen (2015), *Water, Energy and Food Security Nexus in Latin America and the Caribbean*, Global Canopy Programme.

Brown, J., T.J. Valone y C.G. Curtin. Reorganization of an arid ecosystem in response to recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 94: 9729-9733. 1997.

Cecchini, S., E. Espíndola, F. Filgueira, D. Hernández y R. Martínez (2012), “*Vulnerabilidad de la estructura social en América Latina: medición y políticas públicas*”, *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 3(2), Mayo-Agosto, pp. 32-45.

CEMDA (2013). Financiamiento climático México. La arquitectura financiera para el cambio climático en México Retos y propuestas para una política financiera transparente y eficiente para la mitigación y adaptación al cambio climático en México. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/handle/minam/1883/BIV01654.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cenapred. Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2000. Segob. México. 2001.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) (2001), *Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el periodo 1980-1991*, Serie “Impacto Socioeconómico de los Desastres en México”, Ciudad de México.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2016), *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*. SERIE: Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL-GIZ. Naciones Unidas, Santiago de Chile.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2010), *La Economía del Cambio Climático en América Latina y El Caribe*. Síntesis 2010, LC/G.2474, Santiago de Chile.

Climate Funds Update. Disponible en: <http://www.climatefundsupdate.org/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL 2014b), *The Economics of Climate Change in Latin America and the Caribbean. Paradoxes and Challenges: Overview for 2014*, Naciones Unidas, Santiago, Chile.

Conabio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad  
<https://www.gob.mx/conabio>

Conagua <https://www.gob.mx/conagua>

Conagua, Semarnat. Estadísticas del Agua en México. Edición 2015. Conagua, Semarnat. México. 2015.

Conagua, Semarnat. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego. Año Agrícola 2013-2014. Conagua, Semarnat. Mexico.2015c.

Conagua, Semarnat. Atlas del Agua en México. Edición 2015. Conagua, Semarnat. México. 2015e.

Conagua, Semarnat. Estadísticas del Agua en México. Edición 2014. Conagua, Semarnat. México. 2014b.

Conagua, Semarnat. Atlas del Agua en México. Edición 2012. Conagua, Semarnat. México. 2012.

Conagua, Semarnat. Estadísticas del Agua en México. Edición 2011. Conagua. México. 2011.

Conagua. Monitor de Sequía de México. Servicio Meteorológico Nacional. Conagua. México. Disponible en: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20&Itemid=74](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=74). Fecha de consulta: mayo de 2016.

Conagua, Semarnat. *Estadísticas del Agua en México. Edición 2011*. Conagua. Conagua, Semarnat. México. 2011a.

Conagua, Semarnat. *Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2011*. Conagua, Semarnat. México. 2011b.

Conagua, Semarnat. *Atlas del Agua en México. Edición 2012*. Conagua, Semarnat. México. 2012.

Conagua, Semarnat. *Situación del Subsector de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. Edición 2012-2013*. Conagua, Semarnat. México. 2012-2013.

Conagua, Semarnat. *Manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón*. Conagua, Semarnat. México. 2013.

Conagua, Semarnat. *Situación del Subsector de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. Edición 2014*. Conagua, Semarnat. México. 2014a.

Conagua, Semarnat. *Estadísticas del Agua en México. Edición 2014*. Conagua, Semarnat. México. 2014b.

Conagua, Semarnat. *Estadísticas del Agua en México. Edición 2015*. Conagua, Semarnat. México. 2015a.

Conagua, Semarnat, SINA. [www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=60](http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=60)  
Conagua, Semarnat, SINA. México. 2015b.

Conagua, Semarnat. *Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego. Año Agrícola 2013-2014*. Conagua, Semarnat. México. 2015c.

Conagua, Semarnat. *Situación del Subsector de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. Edición 2015*. Conagua, Semarnat. México. 2015d.

Conagua, Semarnat. *Atlas del Agua en México. Edición 2015*. Conagua, Semarnat. México. 2015e.

Conagua, Semarnat. Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo. Edición 2012.

Conagua, Semarnat. Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán. Edición 2012.

CONAPO Consejo Nacional de Población. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapo>

CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Disponible en: <http://coneval.org.mx/Paginas/principal.aspx>

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2014), *Lima Call for Climate Action*, Conferencia de las Partes (COP) 20, Lima, Perú.

Cuaresma, J.C., J. Hlouskova y M. Obersteiner (2008), “*Natural disasters as Creative Destruction? Evidence from developing countries*”, *Economic Inquiry*, 46(2), pp. 214-226.

Challenger, A. y R. Dirzo. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: Dirzo, R., R. González e I.J. March (Comps.). *Capital Natural de México, Volumen II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio. México. 2008.

De Mel, S., D. McKenzie y C. Woodruff (2010), “*Enterprise recovery following natural disasters*”, Policy Research Working Paper Series, 5269, The World Bank.

Donoso, Guillermo; Juan Pablo Montero; Francisco Meza y Sebastián Vicuña (2013), Adaptación a los impactos del cambio climático en la agricultura de riego en Chile central, Pontificia Universidad Católica (PUC) de Chile.

ENAREDD+ Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los bosques.  
<https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/enaredd>

Fan, X; Fei Ch; McCarl B. (2017). Adaptation: An Agricultural Challenge. *Climate* 5, 56.

FAO-Aquastat. Sistema de información sobre el uso del agua en la agricultura y el medio rural de la FAO. 2015. Disponible en: [www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm). Fecha de consulta: febrero de 2016.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (1996), Declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial y el plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, Roma.

Financiamiento para el Cambio Climático en México. Disponible en:  
<http://financiamientoclimatico.mx/>

Galindo, L.M., J.L. Samaniego, J.E. Alatorre, J. Ferrer y O. Reyes (2014), “Cambio climático, agricultura y pobreza en América Latina”, Estudios del Cambio Climático en América Latina (LC/W.620), Santiago, Chile.

Glewwe, P. y G. Hall (1998), “Are some groups more vulnerable to macroeconomic shocks than others? Hypothesis tests based on panel data from Peru”, Journal of Development Economics, 56, pp. 181-206.

Gobierno de Campeche (2015). Programa Estatal ante el Cambio Climático 2030. Disponible en: [http://www.semarnatcam.campeche.gob.mx/wp-content/uploads/2016/03/PECC-Campeche\\_20150310.pdf](http://www.semarnatcam.campeche.gob.mx/wp-content/uploads/2016/03/PECC-Campeche_20150310.pdf)

Gobierno de Coahuila (2013). Plan Estatal Contra Cambio Climático. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164919/2013\\_peacc\\_coah.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164919/2013_peacc_coah.pdf)

Gobierno de Chihuahua (2014). Programa Estatal de Cambio Climático PECC Chihuahua. Identificación de Políticas de Mitigación. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164901/1ra.\\_Etapas\\_PECC\\_Chih.\\_Reporte\\_final\\_\\_presentado\\_\\_marzo\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164901/1ra._Etapas_PECC_Chih._Reporte_final__presentado__marzo_2015.pdf)

Gobierno de Nuevo León (2010). Programa de Acción ante el Cambio Climático Nuevo León 2010-2015. Disponible en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001039.pdf>

Gobierno de Quintana Roo (2013). Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCQROO). Disponible en: <http://qroo.gob.mx/sites/default/files/2017-03/PROGRAMA%20ESTATAL%20DE%20ACCION%20ANTE%20EL%20CAMBIO%20CLIMATICO%20DEL%20ESTADO%20DE%20QUINTANA%20ROO.pdf>

Gobierno de Tamaulipas (2016). Programa Estatal de Cambio Climático 2015 – 2030 (PECC). Disponible en: <http://po.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2016/09/cxli-111-150916F-ANEXO.pdf>

Gobierno de Yucatán (2014). Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán. Disponible en: [http://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/general/indice\\_transparencia\\_disponibilidad/III\\_Marco\\_Programatico\\_Presupuestal/III\\_MPP\\_ProgramaEspdeAccinateelCambioClimtico20140426\\_1.pdf](http://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/general/indice_transparencia_disponibilidad/III_Marco_Programatico_Presupuestal/III_MPP_ProgramaEspdeAccinateelCambioClimtico20140426_1.pdf)

González Villarreal, Fernando (2009). Evaluación de la vulnerabilidad del sistema de presas del río Grijalva ante los impactos del cambio climático. Informe final. Clave: INE/A1-027/2009 Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/ine\\_a1-027\\_2009.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/ine_a1-027_2009.pdf)

Guido, P. Manual para la selección, clasificación y diseño de medidas de adaptación al cambio climático. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México 2017.

Hepburn, C. y N. Stern (2008), “A new global deal on climate change”, *Oxford Review of Economic Policy*, 24(2).

Hoddinott, J. y B. Kinsey (2001), “Child growth in the time of drought”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 63(4), pp. 409-436.

Icold. 2007. Dams and the world’s water. Consultado en: [http://www.icold-cigb.org/GB/Publications/others\\_publications.asp](http://www.icold-cigb.org/GB/Publications/others_publications.asp) (26/07/2014)

Implementación del Programa Estratégico de Cambio Climático del IMTA. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Proyecto Interno TH 2017.

INECC (2014). Identificación y análisis de los flujos financieros internacionales para acciones de cambio climático en México. Informe final de actividades. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/94699/CGACC\\_2014\\_Identf\\_ffinancieros\\_inter\\_acc\\_mx.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/94699/CGACC_2014_Identf_ffinancieros_inter_acc_mx.pdf)



Inegi. 2013a. Estadísticas a propósito del día mundial de la Lucha contra la desertificación y la sequía. Consultado en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensla/Contenidos/estadisticas/2013/sequia0.pdf> (15/07/2015)

Inegi. 2009. Cifras y Censos Económicos 2009. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/e2009/>

Inegi. 2000. Diccionario de datos de hidrología superficial. Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000 (Alfanumérico). Consultado en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/hidrologia/?\\_ile=/geo/contenidos/reclnat/hidrologia/doc/DD\\_HidroSup\(alf\)\\_1M\\_250K.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/hidrologia/?_ile=/geo/contenidos/reclnat/hidrologia/doc/DD_HidroSup(alf)_1M_250K.pdf) (15/06/2016).

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/>

IPCC Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA, 2014.

IPCC. 2007. Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Anexo II Glosario. Consultado en: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/es/annexessanexo-2.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/es/annexessanexo-2.html) (15/08/20015).

IPCC. *The AR4 Synthesis Report*. IPCC. France. 2007b.

IPCC. *Summary for Policymakers Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. United Kingdom y USA. 2013.

IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).

IPCC. The AR4 Synthesis Report. IPCC. France. 2007b.

Kahn, M.E. (2005), “*The death toll from natural disasters: the role of income, geography, and institutions*”. The Review of Economics and Statistics, 87(2).

Kalkstein, A.J. y S.C. Sheridan (2007), “*The social impacts of the heat–health watch/warning system in Phoenix, Arizona: assessing the perceived risk and response of the public*”, International Journal of Biometeorology, 52(1), Octubre.

Kellenberg, D.K. y A.M. Mobarak (2008), “*Does rising income increase or decrease damage risk from natural disasters?*”. Journal of Urban Economics, 63(3), pp. 788–802.

Kelly, P.M. y W.N. Adger (2000), “*Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation*”. Climatic Change, 47(4).

Klein, R.; Midgley, G.; Preston, B.; Alam, M.; Berkhout, F.; Dow, K.; Shaw, M.; Botzen, W.; Buhaug, H.; Butzer, K.; et al. Adaptation opportunities, constraints and limits. Impacts, Adaptation and Vulnerability. In Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA, 2014.

Ley de Aguas Nacionales. Texto vigente al 11 de agosto de 2014.

Lineamientos de operación específicos del Fonden (Fondo de desastres naturales). Texto vigente al 31 de enero de 2011.

McCarl, B.A.; Thayer, A.W.; Jones, J.P. The Challenge of Climate Change Adaptation for Agriculture: An Economically Oriented Review. *J. Agric. Appl. Econ.* 2016, 48, 321–344.

Milly, Paul; Julio Betancourt; Malin Falkenmark; Robert Hirsch; Zbigniew Kundzewicz; Dennis Lettenmaier y Ronald Stouffer (2008), “Stationarity Is Dead: Whither Water Management?”, *Science*, volumen 319.

Miralles-Wilhelm, F.: Development and application of integrative modeling tools in support of food-energy-water nexus planning – A research agenda. *Journal of Environmental Studies and Sciences.* 6, 3-10 (2016).

Munoz, Enrique; José Luis Arumi y Diego Rivera (2013), “Watersheds are not static: Implications of climate variability and hydrologic dynamics in modeling”, *Bosque (Valdivia)*, volumen 34, número 1.

NOM-127-SSA1-1994 (Norma Oficial Mexicana). Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. 2000.

Noy, I. y A. Nualsri (2007), “*What do Exogenous Shocks tell us about Growth Theories?*” Working Paper 07-28, University of Hawaii.

Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Disponible en: <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-de-desarrollo-del-milenio/>

Parry, M.L. Assessing the Costs of Adaption to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates; International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change: London, UK, 2009; ISBN 978-1-84369-745-9.

PECC, Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. Disponible en:  
[http://www.cenapred.unam.mx/es/documentosWeb/Avisos/cambio\\_climatico.pdf](http://www.cenapred.unam.mx/es/documentosWeb/Avisos/cambio_climatico.pdf)

Pelling, M., A. Ozerdem y S. Barakat (2002), “*The macro-economic impact of disasters*”, *Progress in Development Studies*, 2(4), Octubre

Peña, Humberto (2016), *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/L.4169/Rev.1, Santiago de Chile.

PNUD (2011). *Preparación para Financiamiento Climático. Un marco para entender que significa estar listo para utilizar el financiamiento climático.* Disponible en:  
[http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP-Readiness\\_SP\\_26\\_6HR.pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP-Readiness_SP_26_6HR.pdf)

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2013), *The Emissions Gap Report 2013*, Nairobi.

Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán.  
Fecha de publicación: 2014.

Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCQROO). Fecha de publicación: 2013.

Programa Estatal ante el Cambio Climático 2030. Campeche. Fecha de publicación: 2015.

Raddatz, C. (2007), *The Wrath of God: Macroeconomic Costs of Natural Disasters*, Manuscrito.

Rabi H. Mohtar & Bassel Daher (2016): *Water-Energy-Food Nexus Framework for facilitating multi-stakeholder dialogue*, Water International, DOI:10.1080/02508060.2016.1149759

REDD+ Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques, la conservación y el incremento de las capturas de CO<sub>2</sub>.

<http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/bycc/redd-en-mexico/estrategia-nacional-redd-enaredd/>

Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). Disponible en:  
<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/registro-publico-de-derechos-de-agua-repda-55190>

Rodríguez, A., N. Gómez, A. Giorgi y C. Feijoó (2010), “*Global changes in pampean lowland streams (Argentina): implications for biodiversity and functioning*”, *Hydrobiología*, 657(1), pp 53-70.

Sagarpa. Programa sectorial de desarrollo agropecuario y pesquero. México 2007. Disponible en:  
[http://www.sagarpa.gob.mx/tramitesyServicios/sms/Documents/sectorial\\_231107.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/tramitesyServicios/sms/Documents/sectorial_231107.pdf)

Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. Semarnat. México. 2016.

Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México. 2013.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). Disponible en:  
<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Shah, T. 2005. Groundwater and Human Development: Challenges and Opportunities in Livelihoods and Environment. *Water, Science & Technology*, 51(8): 27-37.

Skidmore, M. y H. Toya (2002), “*Do Natural Disasters Promote Long-run Growth?*”, *Economic Inquiry*, 40, pp. 664-687.

Subgerencia de Pronóstico a Mediano y Largo Plazo, Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. SMN. Febrero de 2012.

UNCCD. Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación. Entrada en vigor 1996. UNCCD. Disponible en: [www.onu.cl/onu/unccd/](http://www.onu.cl/onu/unccd/). Fecha de consulta: agosto de 2015.

UNCCD 1996. United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/ or desertification, particularly in Africa. Text with annexes. 71 pp.

Vergara, W., A.R. Rios, L.M. Galindo, P. Gutman, P. Isbell, P.H. Suding y J. Samaniego (2014), *El Desafío Climático y de Desarrollo en América Latina y el Caribe: Opciones para un Desarrollo Resiliente al Clima y Bajo en Carbono*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y WWF.

Vittoz, P., D. Cherixa, Y. Gonseth, V. Lubinid, R. Magginie, N. Zbindenf y S. Zumbachg. Climate change impacts on biodiversity in Switzerland: A review. *Journal for Nature Conservation*. 21: 154– 162. 2013. Disponible en: [www.researchgate.net/profile/Daniel\\_Cherix/publication/235622981\\_Climate\\_change\\_impacts\\_on\\_biodiversity\\_in\\_Switzerland\\_A\\_review/links/00463536bcd815598000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Daniel_Cherix/publication/235622981_Climate_change_impacts_on_biodiversity_in_Switzerland_A_review/links/00463536bcd815598000000.pdf). Fecha de consulta: junio de 2016.

Walker, R. V., Beck, M. B., Hall, J. W., Dawson, R. J., & Heidrich, O. (2014). The energy-water-food nexus: Strategic analysis of technologies for transforming the urban metabolism. *Journal of Environmental Management*, 141, 104-115.

WEF (World Economic Forum) (2016), *The Global Risks Report 2016*, Ginebra. (2011), *Water Security. Water-Food-Energy-Climate Nexus*, The World Economic Forum Water Initiative, Island Press.

WWAP. *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. Paris: UNESCO, and London: Earthscan. 2015.

# ANEXO TÉCNICO

## “FICHAS DESCRIPTIVAS”

**FICHAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y/O  
MITIGACIÓN CON POTENCIAL DE APLICACIÓN  
EN LA RHA VI RÍO BRAVO Y RHA XII  
PENÍNSULA DE YUCATÁN**



## AGRICULTURA

FT1

## ABONOS ORGÁNICOS

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<http://www.cosagual.com>

### DEFINICIÓN

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes. La descomposición de estos abonos enriquece el suelo gracias al carbono orgánico, mejorando sus características físicas, químicas y biológicas. Se clasifican en: microbiales, vegetales, de origen animal, de naturaleza mineral, de humanos, homeopáticos, de yacimientos orgánicos

### Objetivos

Generar abono orgánico y mejorar la capacidad del suelo para una mayor absorción y retención de humedad de suelos sobreexplotados y degradados, pobres en materia orgánica, con problemas de salinización, pérdida de propiedades físicas y químicas o disminución de su actividad biológica. De esta forma, lograr incrementar la fertilidad y capacidad productiva.

### Descripción

El uso de los abonos orgánicos se realiza desde la antigüedad y constituye una técnica que permite mejorar y mantener la disponibilidad de nutrientes en el suelo, logrando mayor rendimiento en los cultivos. Algunos ejemplos son el estiércol, las compostas, los abonos verdes, los sedimentos orgánicos, los residuos domésticos y de las cosechas, los residuos orgánicos industriales y las aguas negras. Los abonos orgánicos mejoran la actividad biológica del suelo, especialmente de aquellos organismos que convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para los cultivos. En cuanto a la mejora de capacidad

del suelo para absorción y retención de humedad, los cultivos con abonos orgánicos obtuvieron rendimientos iguales o mejores a los convencionales en condiciones de sequía.

### **Hipótesis**

El empleo de los abonos orgánicos contribuye a mejorar las características físicas, biológicas y químicas del suelo. Son una alternativa al uso de fertilizantes sintéticos que se producen con hidrocarburos, permiten atenuar los efectos de lluvias intensas, sequías y cambios en patrones de lluvia sobre los cultivos debido a que se mejora la capacidad de absorción y retención de humedad en el suelo.

### **Lugar de aplicación**

Zonas con suelos poco profundos, escasa materia orgánica y alta exposición a la erosión por lluvia o viento. Su uso es indispensable para la certificación en agricultura orgánica.

### **Beneficios**

- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen.
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables.
- Reducir los riesgos asociados a eventos climáticos en las actividades productivas.
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable.

### **Limitantes de implementación**

La correcta elaboración de los abonos orgánicos requiere de capacitación para manejar técnicas que maximicen los recursos de la finca. En el proceso de elaboración es necesario controlar los niveles de humedad, nutrientes y temperatura para tener una buena descomposición de materia orgánica, reducir patógenos y producir el abono con la calidad deseada. Esto se logra a través de una adecuada aireación, un tamaño uniforme de los gránulos y el control de la relación entre carbono y nitrógeno.

### **Lecciones aprendidas**

La aplicación de desechos orgánicos de origen animal o humano en la agricultura sin un tratamiento previo puede generar riesgos a la salud. En el proceso de compostaje se desarrollan temperaturas altas (60-65°C) que permiten eliminar la mayoría de los patógenos presentes. Al mantener dichas temperaturas por un periodo largo de tiempo (mínimo una semana) se garantiza que el abono sea inocuo.

## **Metodología**

A manera de ejemplo se presenta la metodología para la elaboración de 5 toneladas de Bocashi (materia orgánica fermentada)

1. Iniciar con 1 tonelada de tierra de hojarasca.
2. Añadir 1 tonelada de gallinaza y humedecer con una solución de melaza.
3. Colocar una capa de 500 kg de estiércol o pulpa de café.
4. Colocar una capa de 200 kg de cascarilla de arroz y humedecer con la solución de melaza.
5. Añadir 100 kg de afrecho o semolina (harina gruesa).
6. Agregar 500 kg de carbón vegetal triturado.
7. Agregar una capa de 200 kg de cal.
8. Sobre las capas anteriores, repetir exactamente los pasos uno a siete con las mismas cantidades.
9. Mezclar los ingredientes y humedecer “a prueba de puño”.

El proceso dura entre 12 y 21 días y el abono puede usarse inmediatamente después de su preparación.

## **Referencias**

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. México D.F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Altieri, M. A. (1999). Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad.
- Borrero, C. (2009). Abonos Orgánicos, en Infoagro Systems. Disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos\\_guaviare.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm).
- PYMERURAL y PRONAGRO (2011). Abonos orgánicos. Serie: Producción orgánica de hortalizas de clima templado.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>

## FT2

## ABONOS VERDES

## ADAPTACIÓN MITIGACIÓN



<http://www.cimmyt.org/green-manure-cover-crops-reduce-the-need-for-mineral-fertilizer-in-africa/>

### DEFINICIÓN

El abono verde es aquel cultivo (o cultivos) de rápido crecimiento que se siembran, se cuidan hasta que maduren, después se siegan y se entierran en el mismo sitio. De esta manera, se mejoran las propiedades físicas del suelo, haciéndolo más fértil, además limitan el desarrollo de malezas, aportan nitrógeno al suelo si se trata de leguminosas, protegen al suelo de la erosión, de la desecación y estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo

### Objetivos

En general, el abono verde aporta materia orgánica al suelo, libera nutrientes durante su mineralización, disminuye la lixiviación de nutrientes transfiriéndolos del subsuelo a la capa arable, incrementando el rendimiento del cultivo siguiente, mejorando la estructura, capacidad de retención de humedad, y la aireación del suelo; disminuyendo la erosión y aumentando la agregación del suelo, así como la cantidad de microorganismos en el suelo, ayuda además; a corregir el pH, a controlar malezas, plagas y enfermedades.

### Descripción

Una alternativa de la agricultura orgánica son los abonos verdes, son de desarrollo y descomposición rápida, utiliza pocos nutrientes de suelo para su crecimiento y se busca que principalmente sea una planta fijadora de nitrógeno, para este fin se utilizan principalmente frijol, haba, alfalfa, terciopelo, crotalaria, chícharo gandul, canabalia, soya perenne, trébol (alsique,

crimson, adino, rojo, dulce), chícharo de vaca, cacahuete, entre otros. Estos se utilizan debido a que estas plantas tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire por medio de una asociación con ciertos microorganismos, que forman nódulos.

### **Hipótesis**

Los abonos verdes son una actividad económica y aporta altos nutrimentos, carbono orgánico y mejora las propiedades de los suelos. Son plantas que se cultivan para ser enterradas en verde, tienen un alto contenido de agua, azúcares, almidón y nutrimentos que requieren los cultivos. Las raíces también incrementan el contenido de materia orgánica en el suelo y ayudan a mejorar las propiedades físicas del mismo.

### **Lugar de aplicación**

El uso de abonos verdes dependerá de la superficie a trabajar y las condiciones climáticas propias de la zona, considerando

### **Beneficios**

- Incremento en el rendimiento del cultivo siguiente o el menor laboreo en la elaboración de la cama de siembra
- Ahorro de fertilizante nitrogenado para el cultivo siguiente, mayor cantidad de agua disponible en el suelo y un incremento en la penetración de las raíces del cultivo
- Reducción de enfermedades o plagas que afecten los cultivos siguientes
- Producción de gran volumen de biomasa y actividad biológica en el suelo
- Proporcionan alimento y refugio a insectos útiles (enemigos naturales aéreos de las plagas agrícolas, abejas, etc.)
- Contribuyen a la disminución del efecto invernadero
- Implican un bajo costo y riesgo; así como proporcionan un ingreso del forraje como alimento animal y la venta de su semilla, o su consumo como grano

### **Limitantes de implementación**

El abuso en el uso de abonos verdes puede afectar las propiedades físicas del suelo para el cultivo, además de reducir el volumen de residuo restante y una lenta mineralización de cultivos. Son de lento impacto productivo. Sin embargo, su mayor desventaja es la planificación que puede ser de varios meses.

## **Lecciones aprendidas**

Para el buen manejo de abonos verdes es esencial saber seleccionar las especies a sembrar, seleccionando especies y variedades que estén adaptadas a las condiciones del suelo, clima y manejo en las que crecerán, y que sean capaces de producir alta cantidad de biomasa en poco tiempo.

## **Metodología**

No cualquier especie vegetal se adapta satisfactoriamente a ser utilizada como abono verde, estas deben satisfacer características como las siguientes:

- Deben desarrollarse como cosecha secundaria entre las cosechas principales.
- Deben crecer satisfactoriamente en suelos pobres.
- Deben producir gran volumen de masa verde.
- Deben consumir la mínima cantidad de agua posible.
- Deben tener un ciclo de crecimiento rápido.
- Deben poseer un sistema radicular extenso y penetrante con el cual explore la mayor extensión posible, sobre todo en profundidad.

## **Referencias**

- Guzmán G. & Alonso, Antonio. (2008). Buenas Prácticas en Producción Ecológica. Uso de Abonos Verdes. Ministerio de Medio Ambiente y medio Rural y Marino. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/Uso\\_de\\_Abonos\\_Verdes\\_tcm7-187426.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/Uso_de_Abonos_Verdes_tcm7-187426.pdf)
- Giraldo G., Abonos Verdes. Centro internacional de Agricultura Tropical. Disponible en: [http://teca.fao.org/sites/default/files/technology\\_files/ABONOS%20VERDES.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/ABONOS%20VERDES.pdf)
- García, S. & Martínez M., Abonos Verdes. SAGARPA. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20Verdes.pdf>



[http://probosque.edomex.gob.mx/images/cons\\_forestal/AcondicionamientoDeSuelos.jpg](http://probosque.edomex.gob.mx/images/cons_forestal/AcondicionamientoDeSuelos.jpg)

### DEFINICIÓN

El Acondicionamiento de Suelos es una técnica agrícola que consiste en el aporte de un producto fertilizante o de materiales destinados a mejorar la calidad de los suelos, mejorando su estructura, composición, ajustando sus nutrientes, pH, actividad biológica y elementos esenciales para la producción agrícola

### Objetivos

Mejorar la capacidad del suelo para una mayor absorción y retención de humedad de suelos sobreexplotados y degradados, pobres en materia orgánica, con problemas de salinización, pérdida de propiedades físicas y químicas o disminución de su actividad biológica.

### Descripción

El acondicionamiento de suelos consiste en aplicar una serie de técnicas para restaurar las condiciones óptimas de materia orgánica, nutrientes, actividad biológica y otros elementos esenciales para la producción agrícola.

### Hipótesis

Al implementar prácticas correctivas encaminadas a mejorar la estructura, fertilidad, conservación de humedad y capacidad de infiltración del suelo, el acondicionamiento reduce el impacto de sequías, extremos de calor y cambios bruscos de

temperatura en cultivos. El incremento resultante en la fertilidad del suelo mejora la producción, reduce la incidencia de plagas y aumenta la seguridad alimentaria.

### **Lugar de aplicación**

Se aplica en zonas donde se hayan perdido las condiciones naturales del suelo, como buen drenaje, fertilidad y balance de nutrientes, debido a prácticas inadecuadas de cultivo, uso excesivo de fertilizantes y herbicidas o erosión por factores climáticos.

### **Beneficios**

- El acondicionamiento de suelo, le restablece su equilibrio y con ello se mejoran los rendimientos y se reducen los costos de producción.
- Con las prácticas correctivas los suelos se tornan físicamente estables, lo cual implica mejor drenaje en épocas de lluvia y mayor retención de humedad durante épocas secas.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y servicios que proveen.
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático.
- Reducir los riesgos asociados a eventos climáticos en las actividades productivas.
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable.
- Impacto positivo sobre la economía de la comunidad en el corto plazo.

### **Limitantes de implementación**

Este sistema de acondicionamiento de suelos, frecuentemente incluye cambios en las prácticas productivas que pueden encontrar resistencia, como en el caso de la labranza cero.

### **Lecciones aprendidas**

Para lograr un verdadero mejoramiento del suelo son necesarias varias medidas combinadas, incluyendo labranza mínima, sistemas mixtos e incluso manejo estricto de plaga. Otro aspecto crítico en un buen programa de monitoreo es obtener muestras representativas del suelo, pues de ello depende que las acciones correctivas sean efectivas.



## **Metodología**

1. Seleccionar puntos específicos de monitoreo tomando en cuenta las diferencias entre parcelas y los sitios con problemas particulares.
2. Analizar las condiciones actuales en los puntos escogidos; por ejemplo, grado de compactación y erosión, nivel de materia orgánica, déficit de nutrientes.
3. Identificar las acciones correctivas con base en los resultados del diagnóstico; por ejemplo, aplicar arroyo o “mulch”, utilizar cultivos de raíces principales fuertes para atender la compactación o reemplazar fertilizantes químicos por abonos orgánicos.
4. Establecer un plan de monitoreo para evaluar los resultados de las prácticas de manejo; por ejemplo, estudiar perfiles del suelo, texturas, estructura, fertilidad, actividad biológica y salud de los cultivos.
5. Utilizar técnicas de monitoreo como cromatografía y análisis físicos y químicos para identificar acciones correctivas adicionales.

## **Referencias**

- Marileo, G. Acondicionamiento de suelos (2007). Disponible en: <http://suelog.blogspot.mx/>
- Gobierno del estado de México. Acondicionamiento de suelo. Disponible en: <http://probosque.edomex.gob.mx/conservacionforestal/acondicionamiento-de-suelos>
- Centro de Gestión Ambiental y Ecológica (2013). Monitoreo de suelos, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Disponible en: <http://cegae.unne.edu.ar/inta/3-02-sue.pdf>. | Pinheiro, S. (2011).
- Cartilha da saúde do solo (cromatografía de Pfei er). Brasil: Juquira Candiru Satyagraha.
- FAO (2005). The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2004). “An agroecological basis for designing diversified cropping systems in the tropics” en *New Dimensions in Agroecology*. D. R. Clements y A. Shrestha (Eds).
- García, F. (2000) “Rentabilidad de la fertilización: Algunos aspectos a considerar”. *Informaciones Agronómicas*, n o. 39, abril. INPOFOS.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>



<https://i.ytimg.com/vi/-UW2cuYflv8/maxresdefault.jpg>

### DEFINICIÓN

La Agricultura Orgánica es una forma integral u holística de agricultura, además de promover la intensificación de los procesos naturales para incrementar la producción de alimentos sanos y nutritivos, meta importante es la conservación de los recursos naturales, cuidar la fertilidad del suelo, mantener las aguas limpias, generar una rica biodiversidad y reducir el deterioro del clima que esta pueda ocasionar.

### Objetivos

El objetivo de la Agricultura Orgánica que el agricultor (campesino) esté bien considerado socialmente, que su producción sea remunerada en lo que realmente vale y que sea lo más autosuficiente posible, tanto en fertilizantes como en fitosanitarios. Además de hacer el mejor uso de los principios y procesos ecológicos adaptados a las condiciones del lugar del emplazamiento.

### Descripción

La Agricultura Orgánica no es un retroceso sino un sistema moderno de agricultura. Este sistema ha desarrollado métodos modernos que certera y conscientemente aprovecha los logros del desarrollo técnico y biológico, biotecnología. Entre tanto ya se ha demostrado científicamente que la Agricultura Orgánica es el sistema de cultivos que mejor cuida el medio ambiente y por lo tanto el más sostenible. Esta agricultura se desarrolla a partir de un entendimiento cabal de la naturaleza, redescubre sabiduría antigua del uso de cultivos y fertilización natural, que aparece como una alternativa a la Agricultura Convencional o

Industrial fundamentada en la química inorgánica, altamente soluble, e ignora los aspectos biológicos.

### **Hipótesis**

La Agricultura Orgánica debe basarse en una comprensión profunda y el manejo comprensivo de los procesos e interacciones en el cual todos los elementos (el terreno, las plantas, los animales, los insectos, el agricultor, región, etc.) están estrechamente vinculados unos con otros, es un sistema de cultivos que mejor cuida el medio ambiente y por lo tanto el más sostenible.

### **Lugar de aplicación**

La Agricultura Orgánica no se limita a las granjas y/o fincas certificadas, sino que incluye a todos los sistemas agrícolas de producción que utilizan procesos naturales, en lugar de insumos externos, para mejorar la productividad.

### **Beneficios**

- Bajo costo
- Mejora la alimentación del suelo
- Ausencia de productos químicos
- Mayor resistencia a enfermedades y plagas
- Aumento de la tolerancia a la sequía
- Incremento de los sistemas de defensa de los cultivos

### **Limitantes de implementación**

Dentro de sus limitantes, la Agricultura Orgánica requiere que el agricultor tenga una mayor comprensión de su cosecha y necesita mantener una estrecha vigilancia sobre sus cultivos, ya que no existen soluciones rápidas como pesticidas o fertilizantes químicos. A veces puede ser difícil cumplir con todos los requisitos y hay que tener en cuenta la experiencia. Se requieren cantidades significativas de tiempo y energía para ejecutar los métodos y técnicas detalladas que se requieren para que sea un cultivo orgánico real, la dificultad que supone para los pequeños agricultores la negociación de contratos con los compradores; la falta de acceso de la mayoría de los pequeños agricultores a los mercados de productos orgánicos; y la tendencia de la mayor parte de las estructuras jurídicas nacionales a favorecer la agricultura convencional.

### **Lecciones aprendidas**

Una agricultura orgánica debidamente gestionada reduce o elimina la contaminación del agua y permite conservar el agua y el

suelo en las granjas. Cuando las circunstancias son adecuadas, la rentabilidad de la agricultura orgánica en el mercado puede contribuir a la seguridad alimentaria local y a aumentar los ingresos familiares.

### **Metodología**

El proceso que debe cuidarse para el éxito de la Agricultura Orgánica son:

- El Período de transición de la finca (tiempo que la finca debe utilizar métodos de producción orgánicos antes de que pueda certificarse; que es generalmente de 2 a 3 años).
- Selección de semillas y materiales vegetales;
- El método de mejoramiento de las plantas;
- El mantenimiento de la fertilidad del suelo empleado y el reciclaje de materias orgánicas;
- El método de labranza;
- La conservación del agua; y el control de plagas, enfermedades y malezas.

Además, se han establecido criterios sobre el uso de fertilizantes orgánicos e insumos para el control de plagas y enfermedades

### **Referencias**

- Agricultura Orgánica. Permacultura México. Disponible en: <http://www.permacultura.org.mx/es/agricultura-organica/>
- Agricultura ecológica, ventajas y desventajas. Ventajas de la agricultura ecológica. Disponible en: <http://ducalexportsa.com/agricultura-ecologica-ventajas-desventajas/>

La adopción de la agricultura orgánica por parte de los pequeños agricultores de América Latina y el Caribe. Estudio temático. Disponible en: <https://www.ifad.org/evaluation/reports/acp/tags/1884274>



<http://www.hortalizas.com>

### DEFINICIÓN

La Agricultura Protegida es la que se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas cultivadas. Así, mediante el empleo de diversas estructuras y técnicas se reducen al mínimo algunas de las condiciones restrictivas del clima sobre los cultivos.

### Objetivos

La finalidad de la Agricultura Protegida es obtener productos de alta calidad, con mejores precios de venta y con mayores niveles de inocuidad, contribuye a sustentar y fomentar el desarrollo y una vida más digna entre la gente del medio rural; mediante el uso de diversos elementos, herramientas, materiales y estructuras en la producción de los cultivos con la finalidad de obtener altos rendimientos con productos de mejor calidad.

## **Descripción**

A través de varios años, pero sobre todo en las últimas décadas se han desarrollado varios tipos de estructuras para la protección de las plantas, que plantean diferentes alternativas para recrear condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de los cultivos, como, por ejemplo:

**Microtúnel:** Se trata de una hilera de arcos entre los cuales se tiende una malla que protegerá los cultivos.

**Macrotúnel:** Son túneles altos, generalmente contruidos con arcos de bambú, tubos de PVC o hierro galvanizado y cubiertos con una o más capas de plástico de tipo invernadero.

**Mallas sombra, mallas antiinsectos, mallas antipájaros,** entre otras protecciones, con el objetivo de disminuir la incidencia de los rayos solares y moderar la temperatura en noches frías.

**Invernaderos:** Son estructuras herméticamente cerradas con materiales transparentes, con suficiente capacidad de altura y ancho para permitir cultivo de especies de altura diversa, incluso árboles frutales.

## **Hipótesis**

La Agricultura Protegida permite obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo, protegiéndolo de insolación, viento, insectos y enfermedades, mejorando la productividad de la tierra y calidad de la cosecha.

## **Lugar de aplicación**

Cada región tiene sus propias demandas de infraestructura y condiciones especiales en que deberá utilizarse cada una de ellas., tomando en cuenta las condiciones climáticas de la región y de las experiencias de cada especie

## **Beneficios**

- Reducir los daños por plagas y enfermedades
- Mejora de la calidad de productos
- Disminuir el impacto negativo del clima en la actividad productiva
- Facilita la producción constante para atención de la demanda
- Estabilización de precios
- Control de excesos de humedad en el suelo

## **Limitantes de implementación**

En la agricultura protegida, el agricultor persigue una mayor rentabilidad, por lo que la limitante primordial es la elección de la

estructura adecuada que es el resultado del balance entre la disponibilidad del capital, los requerimientos técnicos de los cultivos y los costos de esas estructuras.

### **Lecciones aprendidas**

La finalidad de la infraestructura en la agricultura protegida, es proteger cultivos de los factores y elementos adversos a su desarrollo; como son altas y bajas temperaturas, granizadas, vientos, lluvias torrenciales, cantidad y calidad de energía luminosa. Estos factores y elementos pueden ser modificados y controlados eficientemente mediante el diseño, equipamiento y manejo apropiado de cada estructura, considerando las condiciones climáticas locales y los requerimientos de cada especie agrícola a cultivar dentro de ellos.

### **Metodología**

La metodología dependerá del tipo de estructura a utilizar y del cultivo y el clima en la zona del proyecto.

#### Elección de estructura

#### Ubicación la estructura

Deben considerarse los siguientes aspectos para identificar el sitio más adecuado para el establecimiento de La estructura.

- Lo más cerca posible de la fuente de abastecimiento del agua para riego.
- Lo más cerca posible de energía eléctrica.
- Abrigado de vientos fuertes, pero con brisa constante.
- Bien comunicado pero libre de polvo.
- Sin sombreado.
- Cerca del mercado de consumo.
- Terreno lo más plano posible.

#### Diseño agronómico de la estructura

Dimensiones: El tamaño estará en función de tres factores

- 1) El volumen de producción que se pueda comercializar favorablemente
- 2) El volumen de agua disponible
- 3) Dimensión del terreno con las condiciones propicias

Orientación: Se define por dos factores, la dirección de los vientos y la luz.

#### Equipamiento

Con base en el grado de equipamiento: Alta, mediana y baja tecnología o pasivos. Sin embargo, la mejor tecnología no es la

que dispone de más equipo o la de mayor costo, sino la que se adapta mejor a las condiciones ambientales de la región y a las exigencias del cultivo.

### Programa de producción

Definir claramente que se va producir

### **Referencias**

- La aplicación de sistemas de protección garantiza la disposición de frutas y verduras. Agricultura Protegida. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/conoce-que-es-la-agricultura-protegida?idiom=es>
- Huerta, A. Agricultura protegida. Primera parte. Disponible en: <http://www.funprover.org/agroentorno/agosto012pdf/agriculturaprotegida.pdf>
- Altieri, M. A. (1999). Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad.  
<https://tecnoagro.com.mx/revista/2011/no-69/agricultura-protegida-ventajas-y-desventajas-en-el-uso-de-invernaderos/>
- Clasificación de estructuras para Agricultura Protegida. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/clasificacion-de-estructuras-para-la-agricultura-protegida/>
- CRESIAP. Manual básico para la Agricultura Protegida. Disponible en: <http://www.cresiap.org.mx/manual-basico-para-la-agricultura-protegida/>





<http://sociales-alba.blogspot.mx/2009/11/cultivos-de-secano-la-imagen-contiene.html>

### DEFINICIÓN

Es la agricultura producida sin aporte de agua por parte del mismo agricultor, nutriéndose el suelo de la lluvia o aguas subterráneas.

### Objetivos

La Agricultura de secano, se centra básicamente en la preservación del agua y el suelo, enfocándose particularmente en la agricultura sin riego, propios del mediterráneo, que por lo general dependen de las lluvias estacionales. Promueve básicamente, la conservación del agua y del suelo.

### Descripción

La agricultura de secano es una clase de agricultura que se realiza en las regiones semiáridas y en donde no es necesario el riego por parte de las personas, sino que este proviene de las lluvias. Este tipo de cultivos es propio de zonas en donde la precipitación anual se encuentra por debajo de los 500mm. Es también conocida como agricultura de temporal o de rulo y se lleva a cabo entre abril y septiembre. Generalmente se siembran cereales como el centeno, la avena, el trigo y la cebada, de igual forma legumbres como las habas, guisantes y garbanzos; varios árboles frutales como el olivo, el árbol de albaricoque y

almendro. Además, arroz, tomates, melones y cebollas.

### **Hipótesis**

La utilización de Agricultura de secano, propicia la sostenibilidad en los ámbitos político, ambiental y económico de la agricultura, así como para evitar la degradación de los terrenos.

### **Lugar de aplicación**

Esta clase de Agricultura se utiliza principalmente en la zona mediterránea, se puede encontrar en regiones de América central y América del sur (zona norte y este), en ambientes sumamente áridos o semiáridos como los desiertos

### **Beneficios**

La Agricultura de secano ayuda a maximizar la fecundidad de los terrenos, beneficia el control de enfermedades y virus, minimiza las secuelas causadas por la erosión, y dota a la superficie de la cantidad necesaria de agua para la proliferación de los cultivos. Una de sus ventajas, es que puede aplicarse de diversas formas según los requerimientos. Es importante destacar que la agricultura de secano hace los suelos más fértiles y, por tanto, los cultivos serán de mayor calidad.

### **Limitantes de implementación**

Con este sistema se limita resolver contingencias o cambios ambientales o atmosféricos, como es el caso de la sequía. Las precipitaciones son las que garantizan la sobrevivencia de las plantaciones y si éstas se alteran, es casi imposible que haya buenos resultados.

### **Lecciones aprendidas**

Este tipo de agricultura es muy provechosa para ciertos cultivos, en especial para las aceitunas, que adquieren un menor volumen de agua y uno mayor de aceite.

### **Metodología**

Para empezar con el proceso, es esencial considerar que la Agricultura de secano, se maneja tanto en el hemisferio norte como en el sur, pero en el primero su realización va desde abril hasta el mes de septiembre. Y sus fases son:

1. Elección de las semillas a plantar: teniendo en cuenta el requerimiento de cada planta
2. Elección del suelo: analizando la adaptabilidad, textura, profundidad, pH, etc. De igual forma se considera topografía,

- textura y fertilidad.
3. Tipo de producción y uso de agroquímicos: maquinaria e insumos agrícolas
  4. Preparación del suelo: eliminación de malezas y plagas, profundidad, compactación y moteado del suelo.
  5. Labranza de los suelos: para ello se usan diferentes métodos destacando el espeque, tracción animal o motriz.
  6. Siembra: dependiendo de las mejores fechas. En el caso de zonas húmedas debe aprovecharse muy bien el invierno o tiempo de lluvias para que de esta manera la cosecha se de en el verano.
  7. Conservación de suelos y de agua: se deben hacer obras para evitar la erosión del suelo
  8. Fertilización: análisis previo del suelo
  9. Protección del cultivo: de malezas, plagas y enfermedades. Uso de herbicidas, pesticidas
  10. Cosecha: determinado a la madurez del cultivo

### **Referencias**

- Los sistemas de cultivo (regadío y secano). Imagen. Disponible en: <http://sociales-alba.blogspot.mx/2009/11/cultivos-de-secano-la-imagen-contiene.html>
- Agricultura de secano. Definición. Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/agricultura-secano/>
- Agricultura de secano. Disponible en: <https://www.flores.ninja/agricultura-de-secano/>
- Cultivos de secano. Disponible en: <http://riegoporgoteo.net/cultivos-de-secano/>





<http://sierra-madre-oriental.blogspot.mx>

### DEFINICIÓN

La agroforestería es un sistema de uso de la tierra que integra árboles forestales productivos, cultivos agrícolas (anuales y/o perennes), personas, y animales en el mismo pedazo de tierra para lograr mayor productividad, mejor rendimiento económico, y más beneficios sociales en un plazo sostenible

### Objetivos

La Agroforestería facilita la seguridad alimentaria, conservación del agua y energía, y una producción agrícola sostenible y también ofrece una solución a la deforestación existente. Se basa en la recuperación del suelo, mejoramiento de la producción.

### Descripción

La agroforestería combina una serie de técnicas de agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos (CONAFOR, 2007); con el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la sostenibilidad (López, 2007).

### Hipótesis

La aplicación de la agroforestería, puede desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados, suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y

plantas; manteniendo la conexión del paisaje (y, de tal modo, facilitando el movimiento de animales, semillas y polen); haciendo las condiciones de vida del paisaje menos duras para los habitantes del bosque; reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios; potencialmente disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes; y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas (Schroth et al., en prensa cit. por Vargas y Sotomayor, 2004).

### **Lugar de aplicación**

La buena elección del sitio permitirá recuperar la inversión en menor tiempo, por lo que se recomienda:

- Que el terreno sea plano o casi plano. En las pendientes hay suelos superficiales, por lo que el agua de lluvia tiende a escurrirse antes de penetrar en el suelo.
- Con una profundidad no menor a 75 cm.
- Sin pedregosidad o poco pedregosos.
- Sin capas duras de suelo, formadas por piedras o cascajos.
- No erosionados.
- No compactados por el ganado, ya que no permiten la penetración de las raíces ni la infiltración del agua.
- Sin problemas de drenaje o inundaciones.
- Fértiles, poco arcillosos y poco ácidos.

Las características del sitio pueden condicionar el objetivo de la agroforestería, así como las especies por utilizar, los recursos necesarios y la intensidad de las actividades para su establecimiento, mantenimiento y manejo.

### **Beneficios**

- Leña combustible
- Alimento – frutas, nueces y vegetales, Cercas (vivas y muertas)
- Forraje para ganado y otros animales (plantas que alimentan a animales)
- Mejoramiento y restauración de suelos, materia orgánica
- Sombras/esparcimiento (flores, plantaciones junto a los caminos, árboles que dan sombra)
- Madera de construcción (tablas, postes)
- Resina (goma arábiga, vino de palma)
- Medicina (raíces, corteza, hojas)
- Fibra (hojas de palma, cuerda de baobab, raíces como cuerdas)
- Madera de construcción (tablas, postes)

- Aumenta la población de abejas (importante para la polinización)
- Bio-combustibles (jatropha, etc.)
- Mejorar la salud del suelo, hábitat para la vida silvestre
- Reposición de materia orgánica
- Rotación de cultivos

### **Limitantes de implementación**

Las limitantes que desfavorece la productividad en la agroforestería son:

- La competencia que existe de los árboles con los cultivos agrícolas por el espacio, luz, agua y nutrientes.
- Dificultad para mecanizar la producción.
- Puede requerir más mano de obra. Se convierte en un factor negativo cuando la mano de obra es escasa y cara, y cuando la mecanización puede ser la mejor solución.
- Mayor complejidad puede dificultar labores de manejo.
- Resistencia a la plantación de árboles en zonas con poca disponibilidad de tierra o uso muy intensivo.
- Menor disponibilidad de crédito, asistencia técnica e incentivos gubernamentales.
- Menor conocimiento de potencialidades y manejo de los sistemas agroforestales.

### **Lecciones aprendidas**

La agroforestería provee oportunidades para alcanzar los objetivos de productividad, ingreso y manejo ambiental que resulte en sistemas saludables y sustentables para futuras generaciones. La agroforestería comienza sembrando la especie leñosa correcta, en el lugar correcto y para el propósito correcto manejo del bosque de donde se pueden obtener productos de madera, especias, plantas medicinales, flores y otros que se cultivan bajo el dosel del bosque. Las prácticas de agroforestería pueden seleccionarse para atender problemas específicos tales como secuestro de carbono y protección de cuencas.

### **Metodología**

Dentro de la Agroforestería debe darse énfasis a la asociación del árbol en la producción agrícola. El árbol es un cultivo más dentro de la chacra. Antes de plantar, se debe definir bien el objetivo de la plantación; que puede ser madera, energético (leña, carbón, rajas) y usos múltiples (pulpa, resina, esencia, forrajeros, melífero, medicinal, postes, columnas, y bien pueden ser especies también maderables o energéticos).

Posteriormente se eligen las especies y la densidad a plantar considerando la zona y el sitio. Se debe considerar evitar especies trepadoras durante la fase de establecimiento, evitar cultivos de altos requerimientos de nutrientes sin fertilizar.

## Referencias

- Levy. B. & Borsy. Manual de Agroforestería. Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales. Disponible en: <http://www.mag.gov.py/bina/dato/Manual%20de%20agroforesteria.pdf>
- Plenitud PR, Agroforestería. Disponible en: <http://www.plenitudpr.org/agroforesteriacutea.html>
- Sistemas Agroforestales, SAGARPA: Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Sistemas%20Agroforestales.pdf>
- Agroforestería. Permacultura México. Disponible en: <http://www.permacultura.org.mx/es/agroforesteria/>
- Mendieta M. & Rocha L. Sistemas agroforestales. Universidad Nacional Agraria, 2007. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/1\\_RENF08M538.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf)





[https://www.elsoldemexico.com.mx/republica/sociedad/qg8zgf-cambio/ALTERNATES/LANDSCAPE\\_1140/cambio](https://www.elsoldemexico.com.mx/republica/sociedad/qg8zgf-cambio/ALTERNATES/LANDSCAPE_1140/cambio)

## DEFINICIÓN

Es una estrategia utilizada para hacer frente a las variaciones climáticas ante diferentes escenarios como exceso de humedad o sequía o bien, ante heladas tempranas o tardías.

### Objetivos

El objetivo del cambio de fecha de cultivo, es disminuir los riesgos al cultivo durante el período de llenado de grano que puede afectar significativamente el rendimiento, por lo que ampliar la fecha implica asumir los posibles riesgos de sembrar fuera del período recomendado, mejorando la productividad del cultivo.

### Descripción

EL Cambio de fecha de cultivo generalmente es derivado de problemas ambientales como exceso de humedad, sequía o heladas, lleva a considerar aspectos técnicos como cambiar la variedad de semilla, ajustar la densidad de plantas, monitorear la presencia de enfermedades después del inicio de la floración. Además de utilización de cultivos o semillas de baja demanda de agua, con selección de semillas híbridas adecuadas.

### Hipótesis

La utilización de esta estrategia es determinante sobre el ambiente que explorará el cultivo durante el ciclo y especialmente en sus etapas críticas de desarrollo, permite incrementar la productividad y el uso eficiente del agua para lograr una mayor producción agrícola competitiva, rentable y sustentable, que mejore la calidad de vida del productor.

### **Lugar de aplicación**

Para elegir el mejor momento para siembra, hay que establecer las fechas medias de las primeras y últimas heladas, con su correspondiente desvío estándar, para acotar el período libre de heladas con un criterio probabilístico, es decir; la estación de crecimiento disponible para el cultivo queda definida por la época de heladas (en caso del maíz), aunque dependerá siempre del tipo de cultivo y su punto de crecimiento, el que pueda o no soportar heladas leves sin mayores daños

### **Beneficios**

La variación en la fecha de siembra resulta de utilidad para estimar los efectos de demoras planificadas o retrasos imprevistos y tomar decisiones tendientes a aumentar y estabilizar la producción y a mejorar la eficiencia de cultivo.

Las siembras tempranas presentan los máximos potenciales de producción mientras no ocurran deficiencias hídricas severas en su floración.

### **Limitantes de implementación**

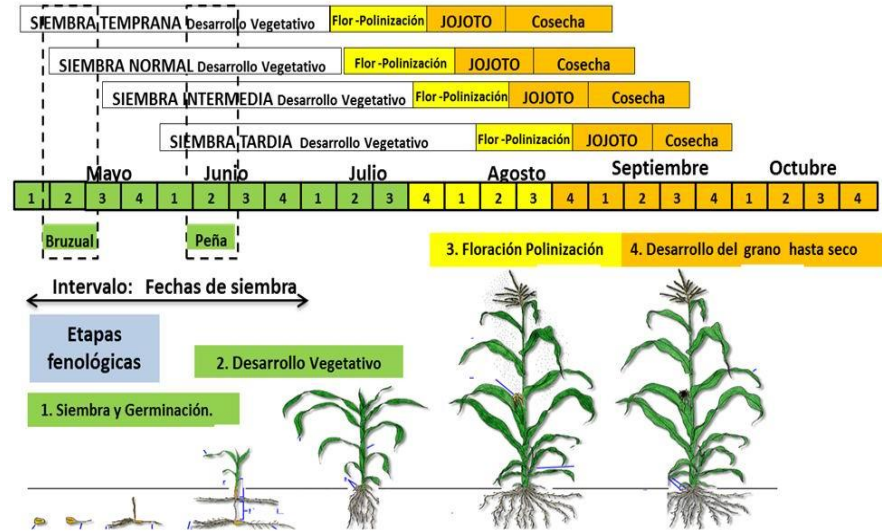
Al cambiar la fecha óptima de siembra se puede tener problemas como bajas temperaturas del suelo que limitan la germinación. También en cultivo de temporal por condiciones de baja precipitación es posible tener problemas de estrés hídrico. Dependiendo de las condiciones climáticas que prevalezcan en la zona, muchas veces el cultivo puede verse afectado por el ataque de plagas y/o enfermedades.

### **Lecciones aprendidas**

El rendimiento de un cultivo depende de su capacidad de crecimiento y de la fracción de ese crecimiento que destina a la producción de granos (índice de cosecha). El crecimiento resulta del aprovechamiento de la luz solar en el desarrollo de los componentes constituyentes de los distintos órganos de la planta.

## Metodología

La Metodología utilizada para decidir la fecha de siembra y cultivo, será la que otorgue el máximo beneficio y, dependerá en gran medida del tipo de cultivo que se desee obtener, de las condiciones ambientales, climáticas y de calidad necesarias para satisfacer las necesidades de la planta sin excederse para no desperdiciarla ni dañar el cultivo o degradar el suelo. En cada región y cada caso se debe analizar el método en base a las ventajas y los costos que se puedan incurrir.



<http://www.monografias.com/docs113/sembrar-maiz-altos-rendimientos-gerencia-y-precision-practicas-agricolas/07.jpg>

## Referencias

- Lara, O. Los estragos del Cambio Climático: ¿Qué hacer cuando la tierra no ayuda? XIII Foro de Expectativas del Sector Agroalimentario. 2013. Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/1598505/>
- Fecha de siembra y crecimiento del cultivo. Disponible en: <http://www.agritotal.com/nota/como-afecta-el-rendimiento-la-fecha-de-siembra/>
- <https://www.intagri.com/articulos/cereales/efectos-de-la-fecha-de-siembra-en-el-rendimiento-del-maiz> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.
- Maíz: cómo elegir la mejor fecha de siembra. 2015. El Diario de la República. Disponible en: <http://www.eldiariodelarepublica.com/elcampo/Maiz-como-elegir-la-mejor-fecha-de-siembra-20150412-0006.html>
- Efectos de la fecha de siembra en el rendimiento del cultivo de maíz. INTAGRI. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/efectos-de-la-fecha-de-siembra-en-el-rendimiento-del-maiz>



<https://www.iagua.es/sites/default/files/styles/thumbnail-1180x647/public/regadio-pixabay-supermaxi.jpg?itok=GmJNiamZ>

### DEFINICIÓN

Es la captura de aguas grises para su posterior uso en usos diferentes al consumo humano, como uso industrial o agrícola.

### Objetivos

Preparar a las comunidades para enfrentar las vulnerabilidades a las que están expuestas.

Manejo integral del recurso hídrico, mediante tecnologías aplicadas al mejoramiento de la calidad de las aguas grises

Las medidas de adaptación aumentan la capacidad de resistencia y recuperación frente fenómenos causados por la variabilidad climática y el cambio climático en el territorio.

### Descripción

Ante la escasez del recurso agua, las zonas desérticas se ven obligadas a hacer un uso eficiente y ahorrar la mayor cantidad de agua posible.

La medida pretende capturar las aguas grises y conectarlas a un sistema de tratamiento para aprovecharlas en usos diferentes

al consumo humano.

### **Hipótesis**

Mejorar la calidad de vida de las comunidades que participan en la implementación de las medidas optimiza sus posibilidades de adaptación y abre la posibilidad de replicar dichas medidas en otros territorios que cuenten con criterios de adaptación similares.

### **Lugar de aplicación**

Puede ser implementada en áreas con déficit de lluvias para su mayor aprovechamiento.

### **Beneficios**

- Proporcionar a los actores de la gestión del riesgo en territorio, conceptos claves y herramientas metodológicas para fortalecer los procesos de desarrollo territorial.
- Aprovechamiento del agua lluvia.
- Mejora las alternativas de captación, extracción y conducción de agua para el riego de la huerta escolar.
- Ayudar a la seguridad alimentaria.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable
- Tener un impacto positivo sobre la economía de la comunidad en el corto plazo.

### **Limitantes de implementación**

La vinculación participativa de la comunidad requiere de un compromiso de largo aliento, lo cual implica la disposición de recursos y la continuidad de los procesos.

### **Lecciones aprendidas**

La implementación local de captación y reutilización de aguas grises, es potencialmente replicable, requiere de una adecuada valoración del conocimiento tradicional local; integrar aspectos culturales y tecnológicos para ser implementados de manera participativa, y afianzar el desarrollo sostenible de las comunidades mostrando nuevas formas de habitar el territorio.

Se resalta la importancia del involucramiento de las comunidades locales desde el inicio del proceso en un intercambio abierto de conocimientos y experiencias.

## **Metodología**

1. De acuerdo a los resultados de los análisis de vulnerabilidad, las necesidades y condiciones particulares de la comunidad se definen las acciones prioritarias.
2. Se realiza el diseño preliminar para discutirlo y concertarlo con los beneficiarios. Realizar los ajustes de acuerdo a las condiciones y requerimientos del lugar de implementación.
3. Validación del diseño y compromiso por parte de la comunidad para acompañar la implementación de la medida.
4. Talleres de capacitación dirigidos a la comunidad en temas de: a) variabilidad climática, gestión del riesgo, optimización de los recursos y, b) sistemas de captación de agua, manejo y mantenimiento de las bombas, limpieza de filtros, mantenimiento de las coberturas vegetales.
5. Se contrata mano de obra para la construcción de la medida, así como la alimentación, víveres y demás insumos se adquieren dentro la comunidad.
6. Establecer un plan de monitoreo para evaluar los resultados de las prácticas.

## **Referencias**

- <http://www.cambioclimatico.gov.co/web/cambio-climatico/proyecto-caribe>
- <http://cambioclimatico.invemar.org.co/documents/19797/40d07af7-e618-40be-b23d-400df3bd1f0e>
- <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/pnud/Pagina.aspx?idp=2>

FT13

LABRANZA CERO

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<http://intainforma.inta.gov.ar/?p=18029>

### DEFINICIÓN

La labranza cero es un conjunto de técnicas utilizadas en la agricultura de conservación, con el fin de mejorar y hacer sostenible la producción agrícola mediante la conservación y mejora de los suelos, el agua y los recursos biológicos.

### Objetivos

Uno de los objetivos de la Labranza Cero es lograr productividad mejorada y sostenible, mayor rentabilidad económica y seguridad alimentaria, conservando y reforzando al mismo tiempo los recursos naturales y el medio ambiente, con una perturbación mínima del suelo en forma continua, cobertura permanente de la superficie del suelo con materiales orgánicos y la diversificación de especies cultivadas en secuencia y/o asociaciones

### Descripción

Por su simplicidad es similar a lo que hizo el hombre primitivo en los inicios de la agricultura; cuando valiéndose de un palo o piedra abría un surco y colocaba la semilla, controlando las malezas a mano. Consiste en mantener una cubierta orgánica permanente para proteger el suelo del sol, la lluvia y el viento; y permitir que los microorganismos y la fauna del mismo se

ocupen de arar y mantener el equilibrio de los elementos nutritivos, procesos naturales que el arado mecánico perjudica. Proporciona cosechas más nutridas, economiza combustible y disminuye el desgaste de los tractores. En la actualidad se puede hacer lo mismo, pero gracias al progreso industrial, se cuenta con máquinas diseñadas especialmente para esta labor y se dispone de eficientes productos químicos para controlar las malezas.

### **Hipótesis**

La Labranza Cero permite el mantener una cubierta orgánica permanente o semipermanente del suelo (por ejemplo, un cultivo en crecimiento o una capa de rastrojo) para protegerlo del sol, la lluvia y el viento, y permitir que los microorganismos y la fauna del suelo se ocupen de "arar" y mantengan el equilibrio de los elementos nutritivos, procesos naturales que el arado mecánico perjudica.

### **Lugar de aplicación**

La labranza cero es recomendable como respuesta a la caída del contenido de materia orgánica en suelos agrícolas sometidos a labranza convencional, removiendo lo menos posible el suelo y disminuir los ciclos de oxigenación intensos de la materia orgánica y, por ese medio, evitar la destrucción de la misma. De acuerdo a los expertos, los suelos francos (textura media o liviana) son ideales para su desarrollo, ya que poseen la porosidad suficiente para que las raíces puedan airearse y oxigenarse de forma adecuada, sin la necesidad de arar el suelo.

### **Beneficios**

- Ahorro significativo de tiempo
- Ahorro en el uso de maquinaria y combustible
- Ahorro de mano de obra
- Evita la evaporación hídrica, debido a que es favorable en zonas donde el agua es escasa; al no mover el suelo, éste conserva la humedad.
- Protege el suelo de la erosión, en especial cuando hay pendiente, ya que al sembrar sobre todo el material que queda del cultivo anterior, se evita el arrastre del suelo por el agua.
- Rápido acceso a terrenos anegados, ya que el suelo al no ser removido, permite la entrada pocos días después de la lluvia
- Los campos de labranza cero actúan como sumideros de CO<sub>2</sub>, este tipo de agricultura de conservación, aplicada a una escala global podría proveer una contribución importante al control de la contaminación ambiental en general y el



calentamiento de la atmósfera en particular. Los agricultores que practiquen la AC podrían, eventualmente ganar créditos de carbono.

### **Limitantes de implementación**

La Labranza cero requiere mano de obra más calificada, no se incorpora materia orgánica al suelo, con consecuente déficit de nitrógeno.

Las limitaciones de la cero labranza están relacionadas con las malezas, es por ello no se recomienda sembrar con este sistema, cuando existe abundancia de malezas de difícil control como son: chéptica, maicillo, hierba del té, etc.

En hortalizas y chacarería, cultivos en que el uso de herbicidas es más limitado por la sensibilidad que presentan, el control de malezas debe hacerse en forma mecánica.

### **Lecciones aprendidas**

La experiencia ha enseñado que esta técnica, es mucho más que la mera reducción de labranza mecánica. En un suelo que no ha sido labrado por muchos años, los residuos de los cultivos se quedan en la superficie del suelo y producen un mantillo de cobertura vegetal. Este estrato protege el suelo del impacto físico de la lluvia y el viento, pero además estabiliza la humedad del suelo y la temperatura cerca de la superficie del suelo. Entonces esta zona vuelve a ser un hábitat para numerosos organismos, desde los insectos grandes hasta hongos y bacterias del suelo. Estos organismos descomponen el mantillo y lo incorporan y mezclan para que formen humus y así contribuyen a la estabilización física de la estructura del suelo.

### **Metodología**

Las labores que tiene que realizar el agricultor se inician directamente con la siembra y no con la preparación previa del suelo, o el abonado de fondo.

1. Realizar labores previas: Muchas veces los suelos se encuentran compactados, debido al manejo tradicional. En esos casos,



[http://www.fundesyram.info/biblioteca/imgs/100181\\_1.png](http://www.fundesyram.info/biblioteca/imgs/100181_1.png)

cuando la compactación es superficial, es necesario utilizar un arado cincel que rompa los endurecimientos del suelo y corrija el micro relieve. Si la compactación es más profunda, se debería pensar en usar un subsolador. Estas labores se realizan con el fin de que el suelo alcance las condiciones óptimas para llevar a cabo la siembra directa. Una vez conseguido este objetivo, ninguna de estas tareas se volverá a repetir, por lo que se podrá realizar la cero labranza.

2. Preparar el cultivo: El manejo del suelo consiste en usar rastrojos de la temporada anterior, los cuales deben ser picados y distribuidos. Para ello se necesita un picador de paja y esparcidores en las cosechadoras para favorecer su descomposición. Antes de la siembra, se deben aplicar herbicidas con el fin de controlar las malezas.
3. Sembrar: El uso de rastrojos implica utilizar sembradoras especiales, las que deben estar equipadas con instrumentos capaces de cortar los rastrojos y poner la semilla de forma adecuada en el suelo para favorecer su germinación.

## Referencias

- Martínez, M. & Novoa R. Labranza Cero. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR10819.pdf>
- SAGARPA. Sistema de Agronegocios Agrícolas. Labranza Cero. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Labranza%20de%20conservaci%C3%B3n.pdf>
- Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Agricultura de Conservación. Labranza Cero. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ca/es/1a.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Labranza Cero: cuando menos es más. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0101sp1.htm>
- Claves para establecer la cero labranza en el campo. Disponible en: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Redes/2014/01/29/Las-claves-para-desarrollar-la-cero-labranza-en-el-campo.aspx>



<https://www.valorsoja.com/wp-content/uploads/CampoGanadero-1024x768.jpg>

### DEFINICIÓN

Es un tipo de Sistema agrosilvopastoril, designa de forma colectiva, los sistemas y técnicas de uso de tierras en los que se utilizan plantas leñosas perennes (árboles, arbustos, palmeras, etc.) en la misma unida de terrenos que ocupan cultivos agrícolas y ganado.

### Objetivos

Los objetivos de la Mezcla de Cultivos y Ganadería, es el ayudar a la regeneración de suelos compactados, mejorar la productividad de la tierra y proveer condiciones óptimas para el adecuado fortalecimiento del ganado. Otro de sus objetivos es mejorar la producción mediante el uso integrado y sostenible de los recursos de la unidad productiva, incluyendo principalmente componentes agrícolas, forestal animal y familiar.

### Descripción

Este sistema puede ser tan diverso como recursos disponibles se tenga, puesto que la elección y establecimiento de sus componentes dependen en gran medida de la ubicación geográfica del sitio y del producto principal a obtener. En el caso particular de ganadería asociada con AFN, es lógico suponer, que estos contribuirán a la fertilidad del suelo, además de ser un suplemento proteico cuando sus hojas y ramas comestibles son utilizadas como forraje.

## **Hipótesis**

La diversificación de las actividades productivas de la finca reduce el riesgo de catástrofes económicas, es un elemento esencial en los sistemas del pequeño productor. Es así, como pequeños productores, con limitaciones de área, pueden llegar a producir en bosques alimentos de origen animal (leche, carne) sin sacrificar el área dedicada a cultivos

## **Lugar de aplicación**

Preferentemente zonas en estado de regeneración, producto de la diversificación de actividades productivas, cuyo manejo del paisaje forma parte del modo de vida campesino y al mismo tiempo representa una oportunidad para evaluar el potencial de restauración de los ecosistemas.

## **Beneficios**

- Entre los beneficios para los animales, está el que regula las temperaturas extremas para los animales (calor excesivo y/o frío extremo -heladas), mejora la alimentación del ganado con forraje de mayor calidad, incrementando el peso del animal y una mayor producción de leche; mejora la producción, disminuye la tasa de mortandad, lo que trae beneficios económicos y ambientales
- Se aprovechan mejor los recursos productivos
- Mejora la seguridad alimentaria y el ingreso del productor
- Se logra una mejor integración económica y ecológica del productor
- En el caso de asociaciones de ganadería con cultivos, la principal ventaja radica en que entre el 60 y 70% de la biomasa vegetal puede usarse en la alimentación del ganado sin causar competencia con la alimentación humana.

## **Limitantes de implementación**

En muchos lugares la implantación de este sistema se ve limitado por la tradicionalidad de los productores y su escasa formación técnica, la falta de iniciativa y autogestión, la necesidad de resultados inmediatos, falta de planificación para utilizar sus recursos, escasa disponibilidad de mano de obra y la falta de promoción entre los mismos productores del sistema.

## Lecciones aprendidas

En el caso de ganadería con cultivos, se logra que entre el 60 y 70% de la biomasa vegetal puede usarse en la alimentación del ganado sin causar competencia con la alimentación humana. En el caso particular de ganadería asociada con árboles frutales, es lógico suponer, que estos contribuirán a la fertilidad del suelo, además de ser un suplemento proteico cuando sus hojas y ramas comestibles son utilizadas como forraje.

## Metodología

Para la implementación del sistema se tienen dos modalidades:

- ❖ Sistemas integrados secuenciales
  - Cultivos anuales en plantaciones forestales
  - Implantación de pastura
  - Cría de ganado
  - Primer y segundo año (agroforestería)
  - Tercer año silvopastoril
- ❖ Sistema integrado simultáneo
  - Integración simultánea y continua de los cultivos anuales o perennes, con árboles y/o ganadería
  - Agroforestería en verano
  - Silvopastoril en invierno



<https://image.slidesharecdn.com/sistemasagroforestalesintegradosenparaguay-sistemas-agroforestales-integrados-en-el-paraguay>

## Referencias

- Sistemas agroforestales integrados. Disponible en: <https://es.slideshare.net/AntoniodeSousaOliveira/sistemas-agroforestales-integrados-en-paraguay>
- Los sistemas agrosilvopastoriles en una agricultura sostenible. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Sistemas\\_agrosilvopastoriles](https://www.ecured.cu/Sistemas_agrosilvopastoriles)
- Russo, R. Los sistemas Agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible.
- Agroforestería. Disponible en: <https://boletinagrario.com/ap-6,agroforesteria,1240.html>



<http://milpayfrutales.blogspot.mx/2012/10/milpa-intercalda-entre-arboles-frutales.html>

### DEFINICIÓN

El Sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales es un sistema agroforestal de cultivo intercalado, constituido por tres especies, el árbol frutal (epicultivo), el maíz (mesocultivo) y frijol u otra especie comestible, de preferencia leguminosa (sotocultivo) en intensa interacción agronómica.

### Objetivos

Tiene como objetivos, la producción de maíz y frijol como elementos estratégicos para incrementar la seguridad alimentaria de las familias rurales, incrementar de manera significativa el ingreso neto familiar, incrementar el contenido de materia orgánica, controlar la erosión hídrica del suelo y con ello lograr un uso más eficiente del agua de lluvia.

### Descripción

El sistema se instala para interceptar los bancos de niebla formados por las nubes que se internan en valles y mesetas mediante unos bastidores de malla plástica. Las gotas de agua contenidas en la niebla chocan contra los hilos de la malla, se acumulan y caen, por efecto de la gravedad, a un canal que lleva el agua a un depósito. Los sistemas comunitarios consisten de varios captadores instalados en serie.

## **Hipótesis**

Los sistemas milpa intercalada con árboles frutales es técnicamente eficiente para el control de la erosión en condiciones de suelos de ladera y altas precipitaciones.

## **Lugar de aplicación**

El Sistema Agrícola MIAF tiene dos modalidades, las cuales se definen en función de la pendiente del terreno y de la profundidad del suelo. La primera versión es la Terraza de Muro Vivo (TMV), que se recomienda para terrenos con una pendiente <40% y una profundidad del suelo >1.0 m. En esta versión, se tiene como objetivo suavizar la pendiente del terreno, alrededor del 15%. Dicha suavización se logra, mediante el laboreo convencional del suelo, y el filtro de escurrimientos colocado en la base de los troncos de los árboles, esto es aguas arriba de las hileras de los árboles. Ambas modalidades son aplicables en riego y temporal en las provincias agronómicas de muy buena y buena productividad.

## **Beneficios**

La implementación, con los agricultores pequeños, del MIAF ha mostrado:

- Ser eficiente en la conservación del suelo y en la disminución de los escurrimientos (Figueroa et al., 2005).
- Se han logrado acumulaciones de carbono de 0.87 a 1.85 t ha<sup>-1</sup> por año (Etchevers et al., 2005).
- De acuerdo con León et al., (2005), es una tecnología económicamente y socialmente viable, además de ser eficiente para en la producción de granos básicos y con ello lograr la seguridad alimentaria sustentable de las familias rurales (Cortés et al, 2005b).

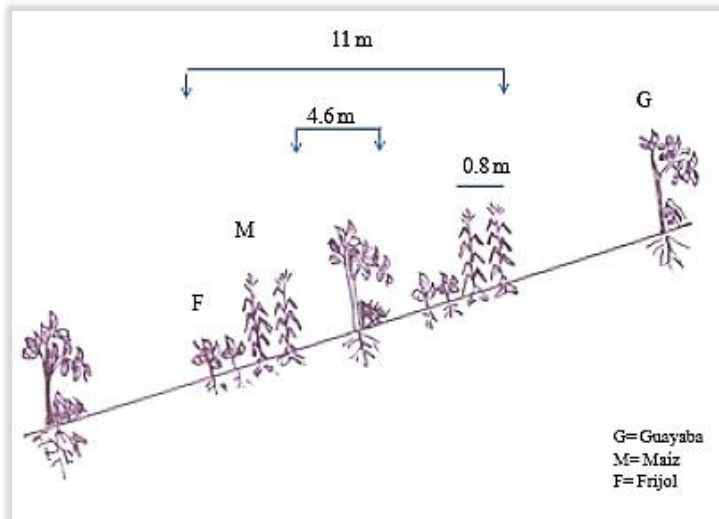
## **Limitantes de implementación**

Una de sus limitantes es la alta inversión inicial por hectárea debido al número de árboles requeridos. Sin embargo, dado que esta tecnología es divisible, su transferencia y adopción puede ser gradual, es decir; el productor puede empezar en una fracción de su terreno de acuerdo a sus posibilidades económicas.

Una segunda limitante, no menos importante, es que la milpa intercalada con árboles frutales, requiere de una asesoría especializada sobre todo en el manejo de los árboles frutales

## Lecciones aprendidas

Para el trazo de las hileras de frutales debe tomarse en cuenta la pendiente de las laderas, de tal forma que en aquellas con pendiente menor o igual a  $20^\circ$  la separación entre hileras puede llegar incluso a los 14m, mientras que si la pendiente se encuentra entre los  $20^\circ$  y  $45^\circ$ , la distancia puede reducirse hasta los 9m, teniendo cuidado de que la hilera continúe estando a nivel, y que en el caso de que la línea a nivel indique que las hileras deben acercarse más de 9m o separarse más de 14m, se debe concluir ahí el trazo, continuándolo unos pocos metros más abajo o arriba, según sea el caso. El lugar donde se interrumpa la continuidad de la hilera de frutales, debido a que se acerque o aleje según lo antes mencionado, deben reforzarse los extremos con estacas bien enterradas, de manera tal que ayuden al frutal en la función de retención de suelo y agua. Debe también considerarse que las zonas con características favorables para el establecimiento de obras de conservación, como son los muros de piedra acomodada, muro de gaviones, barreras vivas, barreras de muro muerto, así como cañadas o con pendiente mayor al 100% interrumpen el trazo de las hileras de frutales, dado que estas áreas dificultan el manejo de los árboles, así como la cosecha misma de la fruta.



terreno.

## Metodología

1. Seleccionar el tipo de árbol frutal adaptado al clima y suelo de la región, puede ser una especie local de valor económico
2. Selección de la variedad dependiendo del tipo de fruta (manzana, durazno), con criterios como adaptación al clima, calidad del fruto, resistencia a enfermedades, época de maduración y cosecha, vida de anaquel, valor de venta y aceptación en el mercado
3. Los árboles frutales deberán ser plantados en hileras a curvas de nivel separadas una distancia de 8.0 m o más, con una distancia entre árboles en la hilera de 0.75 y 1.0 m, ocupando una franja de 3.0 m de ancho aproximadamente.
4. Cada hilera de árboles será flanqueada a ambos lados por surcos de maíz y/o frijol en franjas también de 3.0 m de ancho. Con este arreglo, los árboles ocupan 1/3 del terreno, y el maíz y frijol 2/3 del

Diseño del establecimiento del sistema de Milpa Intercalada con árboles frutales. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.mx/img/revistas/remexca/v3n2/a2f1.jpg>



## Referencias

- Milpa Intercalada entre árboles frutales. Disponible en: <http://milpayfrutales.blogspot.mx/2012/10/milpa-intercalada-entre-arboles-frutales.html>
- Camas, Robertony & Turrent, Antonio. Erosión del suelo, escurrimiento y pérdida de nitrógeno y fósforo en laderas bajo diferentes sistemas de manejo en Chiapas, México. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000200002)
- Tecnologías Agrícolas Sustentables. Sistema Agrícola MIAF. Disponible en: <http://www.colpos.mx/proy/PMSL/Docs/SubCResultadosA.htm>
- Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.3 no.2 Texcoco mar./abr. 2012. Erosión del suelo, escurrimiento y pérdida de nitrógeno y fósforo en laderas bajo diferentes sistemas de manejo. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000200002)



<http://lfacultad.wixsite.com>

### DEFINICIÓN

Es una técnica de monitoreo que se utiliza para determinar el estado del recurso suelo, para hacer un seguimiento de los cambios en la salud del suelo debido a las prácticas de manejo e investigar problemas específicos como, por ejemplo, la compactación.

### Objetivos

El objetivo del Monitoreo de Suelos es evaluar las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del mismo, para conocer la presencia de contaminantes que minen el establecimiento de algún proyecto agrícola, pecuario, forestal, de construcciones civiles o de biorremediación. El muestreo brinda información preliminar del sitio de análisis, proporcionando información acerca de la variación de concentraciones de parámetros específicos, en un tiempo y área geográfica específica.

### Descripción

El monitoreo de suelo es la actividad mediante la cual se toman muestras representativas del suelo para su análisis, en cuanto a características o propiedades del suelo y de su estructura, así como climáticas y geológicas, el muestreo de suelos se utiliza para determinar la fertilidad del suelo, su capacidad productiva y el riesgo a la salud humana y al ambiente debido a contaminantes específicos, su concentración y distribución, determinando así los riesgos potenciales a la flora y fauna, así como para identificar las fuentes de contaminación y medir la eficiencia de acciones de control o de limpieza.

## **Hipótesis**

El Monitoreo de suelo es la mejor guía para el diagnóstico de sus condiciones, lo que permitirá una mejor planificación de las actividades y manejos, ajustando los insumos de producción. Pero el análisis no será satisfactorio, si el muestreo no ha sido adecuado y representativo del sitio del que se desea la información.

## **Lugar de aplicación**

Las áreas de estudio deberán ser seleccionadas acorde a los siguientes criterios:

- Zona agroecológica estratégica (relevante para el país debido a sus características naturales, densidad poblacional, problemas (erosión) y tipo de manejo).
- Dirigido a áreas con erosión hídrica y debido al cultivo (erosión laminar y en surcos, evitar áreas de movimientos de tierra debido a deslizamientos o erosión en cárcavas)
- Disponibilidad de información sobre la historia del uso de la tierra y su gestión (últimos 50 años).
- Disponibilidad de sitios de referencia, ver punto anterior.
- Presencia de usos de tierra contrastante (largo plazo) con el objeto de realizar una comparación de pares del impacto del uso de la tierra en la erosión (pastos vs pastos-tierras agrícolas (min 15 años)), con el mismo tipo de pendiente-suelo y de patrón de lluvia.
- Disponibilidad de información básica (características del suelo, clima (precipitaciones) y geología) y mapas topográficos (MDT) del área de estudio.
- Para el caso del 7Be el suelo debe estar al descubierto, sin cobertura vegetal y se debe tener en cuenta para los estudios que los procesos erosivos estén separados por un período de suficiente longitud (2 vidas medias o 106 días). El suelo debe estar sin cobertura vegetal.

## **Beneficios**

- Los beneficios de realizar un análisis de suelo es que el programa de fertilización se hace en base a lo que la planta requiere, disminuyendo así, la pérdida de fertilizantes.
- Basado en la información obtenida por el análisis se puede hacer un cálculo de la cantidad de fertilizante a aplicar.
- Revela el contenido de nutrientes y divulga las toxinas que pueden haber lixiviados en el suelo.
- Descubre materiales peligrosos originados en las profundidades del suelo a través de plantas o instalaciones que emiten materiales peligrosos en el agua, el suelo o el aire circundante.

- Define con precisión que suplementos son necesarios para alcanzar los resultados deseados.
- Mejora el rendimiento y la calidad y ahorra dinero

### Limitantes de implementación

Evitar áreas fuertemente escarpadas con alto contenido de fragmentos gruesos

Uno de los aspectos relevantes que limita un buen muestreo de suelos está la definición del número y ubicación óptima de las muestras para la superficie total analizada, y el número submuestras que compondrán una muestra de suelo. Además, de la elección del método de muestreo, que puede ser; el muestreo al azar, sistemático y estratificado. Por otra parte, los resultados que se obtienen del análisis deben tener un alto grado de confiabilidad, ya que un simple número es el que finalmente determinará la dosis de fertilizante a aplicar.

### Lecciones aprendidas

Para hacer un mejor muestreo de suelo, las muestras deben recogerse utilizando recipientes y métodos especiales, ajustándose a las necesidades o recomendaciones de estudio necesarios, para mejorar la productividad y según en productor agrícola que se desea obtener

### Metodología

1. Es necesario delimitar las áreas de muestreo lo más homogénea posible. Para identificarlas, es necesario observar los diferentes tipos de suelos en la finca y los límites que estos suelos tienen dentro del paisaje.
2. Usualmente los límites del suelo coinciden con el cambio en la pendiente del terreno, uso, posición en el terreno, años de cultivo, manejos, diferencias en la vegetación natural, etc.
3. Es conveniente la participación del técnico y del productor para la diagramación del croquis y extracción de las muestras.
4. Definidas las áreas de muestreo en la finca se procede al muestreo, evitando los sectores con influencias de caminos, alambrados, construcciones, deyecciones, aguadas, manchones, sendas etc.
5. El muestreo consistirá en realizar un recorrido en zig-zag tomando en



cada punto una muestra simple (submuestra). Posteriormente se mezclará con las muestras de los puntos sucesivos a cada profundidad, formando una muestra compuesta la cual se llevará para su análisis.

6. Para la extracción de cada submuestra se debe comenzar eliminando la cobertura vegetal u hojarasca de cada punto elegido evitando eliminar la capa superficial de suelo.
7. En caso de usar pala de punta, cada muestra simple se obtendrá cavando y vaciando un pozo de profundidad definida, procediendo a sacar una rebanada de 3 cm de espesor aproximadamente y de esta rebanada seleccionar el tercio medio colocándola en una bolsa. Cada muestra estará constituida por submuestras según se trate de cultivo extensivo (1 submuestra cada 2-3 ha. Entre 10-30 submuestras por cada muestra) o cultivo intensivo (10-30 submuestras por ha., parcela o cuadro)
8. Se recomienda muestrear 2.3 meses antes de la siembra o trasplante, cada 2 años alrededor de 1-2 meses antes de la cosecha en cultivos perennes.

## **Referencias**

- Monitoreo de calidad del suelos y perfil estratigráfico. 2016. Disponible en: <http://lfacultad.wixsite.com/ing-ambiental-peru/single-post/2016/08/15/MONITOREO-DE-CALIDAD-DE-SUELOS-Y-PERFIL-ESTRATIGRAFICO>
- Saenz, J. 2015. Laboratorio de Suelos. Universidad de Cuenca. Disponible en: <https://www.ucuenca.edu.ec/contactos/133-cat-investigacion/cat-departamentos-investig/cat-recursos-hidricos/cat-labs-recursos-hidricos>
- Muestreo de suelos. 2013. Instituto Nacional de Tecnología Alimentaria. Disponible en: <https://inta.gov.ar/documentos/muestreo-de-suelos-0>
- Extracción de muestras de suelo: Principales limitaciones y alternativas metodológicas. 2015. Disponible en: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2013/11/26/Extraccion-de-muestras-de-suelo-Principales-limitaciones-y-alternativas-metodologicas.aspx>
- Beneficios del muestreo de suelos. 2016. Disponible en: <http://www.digfineart.com/nLBd737zM/>

FT17

PASO DE RODILLO AERADOR

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



[http://www.amnsa.com/images/Trabajo\\_rodillo1.jpg](http://www.amnsa.com/images/Trabajo_rodillo1.jpg)

### DEFINICIÓN

Es el paso de un cilindro metálico pesado con dientes o cuchillas, soldadas helicoidalmente a lo largo del mismo, para lograr una mayor penetración en el suelo y una mayor eficiencia en el rodado, ya que este diseño permite que todo el peso del cilindro se concentre solamente en una o dos cuchillas a la vez. Estas hendiduras actúan como depósitos para el almacenamiento de agua.

### Objetivos

El objetivo es incrementar la mayor disponibilidad de agua para los pastos del agostadero, a través de la descompactación de los agregados del suelo, el incremento de la infiltración, la disminución del escurrimiento superficial y reducir la erosión.

### Descripción

Es un implemento ideal para la rehabilitación de agostaderos y potreros deteriorados, éste se engancha en la parte posterior de un buldócer y es rodado sobre la superficie del terreno que se desee rehabilitar.

El peso del cilindro metálico y la disposición helicoidal de las cuchillas permite que todo el peso del cilindro se concentre solamente en una o dos cuchillas a la vez, lo cual rompe capas impermeables de 25 cm debajo de la superficie del suelo y se crean pozas de aproximadamente 20 cm. de diámetro y de 15 a 20 cm de profundidad útiles para la captar los

escurrimientos.

### **Hipótesis**

El uso del Rodillo Aereador, que se usa para mantener en estado de crecimiento el matorral, obteniendo rebrotes de mayor palatabilidad a una altura accesible para el ganado, incrementa la producción de forraje herbáceo, estimula el crecimiento de vegetación herbácea y gramíneas, deseables para la dieta del ganado además de otras especies de fauna silvestre de importancia cinegética. Este tratamiento mejora la infiltración del agua en el suelo, disminuye el escurrimiento superficial y por lo tanto la erosión hídrica, de especial importancia en zonas áridas donde la lluvia es escasa e incierta.

### **Lugar de aplicación**

Se recomienda su uso en todo tipo de suelos, excepto texturas arcillosas o perfiles pedregosos y que sean preferentemente terrenos planos. En zonas áridas, donde la lluvia es escasa y el sobrepastoreo ha dejado suelos desnudos y compactados.

### **Beneficios**

El rodillo es un método rápido para descompactar, airear el suelo, controlar temporalmente la invasión de especies indeseables, crear pequeñas microcuencas en el suelo donde se retiene agua, favorece la infiltración, retener sedimentos, reducir la velocidad de escurrimiento, reducir la erosión hídrica y crea condiciones para la regeneración natural de la vegetación. Incorpora material vegetativo sobre la superficie del suelo, por lo que protege el suelo con mantillo, el cual protege el suelo del sol, protege contra el viento, del arrastre de partículas, del impacto de las gotas de lluvia y; además reduce la oscilación de la temperatura del suelo.

### **Limitantes de implementación**

No es efectivo en suelos pesados o arcillosos debido a que los dientes o cuchillas no rompen la superficie del suelo, por lo que el suelo no se descompacta y no se trazan buenas pozas para retener el agua. La eficiencia del rodillo también se ve reducida en terrenos muy quebrados y con pendiente muy pronunciada y en suelos con mucha piedra y roca ya que estas características limitan la penetración de los dientes o cuchillas y pone en peligro la vida útil de las mismas. Las áreas tratadas requieren de por lo menos un año completo de protección del pastoreo, para ayudar a las plantas nuevas a que desarrollen buena raíz.

## Lecciones aprendidas

El uso de Rodillo Aereador rehabilitador es una herramienta eficiente para la rehabilitación de pastizales degradados, en función a la reducción de la compactación del suelo, mayor capacidad de infiltración, mayor aireación del suelo, promueve el resurgimiento de semillas almacenadas en el suelo y controla en cierta medida la vegetación arbustiva indeseable.



<http://www.amnsa.com/images/Imagen%2025.jpg>



<http://www.amnsa.com/images/Trabajo%20Rodillo016.jpg>

## Metodología

El Rodillo Aereador consta de dos cilindros metálicos, provisto de dientes o cuchillas soldadas helicoidalmente a lo largo del mismo para lograr una mayor penetración en el suelo y una mayor eficiencia en el rodado, ya que el diseño permite que todo el peso del cilindro se concentre solamente en una o dos cuchillas a la vez. El implemento se engancha en la parte posterior de un Bull Dozer o Tractor y es rodado sobre la superficie del terreno que se desea rehabilitar.

Esta labor de labranza en potreros se realiza al inicio de la época de lluvias, ya que las mejores cavidades se obtienen cuando se trabaja en suelos húmedos. Los rodillos varían en cuanto a su diseño, dimensión y peso. Generalmente cada rodillo es de



3.0 m de longitud, de 0.75 a 1.2 m de diámetro, consta de 80 a 120 cuchillas y pesa de 3 a 6 ton. Los rodillos llenos de agua para ser jalados requieren entre 80 y 100 HP.

### **Referencias**

- UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, INSTITUTO FORESTAL (INFOR). “Guía de Conservación de suelos forestales”. Valdivia Chile 1999 <http://www.uach.cl/proforma/guias/gcsuelo.pdf>
- Rodillo Aereador. SAGARPA. Disponible en:  
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Rodillo%20aereador.pdf>
- A. Berlanga, Carlos. Uso del Rodillo Aereador para la rehabilitación de pastizales degradados. Disponible en:  
<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1319/821.pdf?sequence=1>
- A. Ibarra Fernando & Marin, Martha . Use el Rodillo Aereador. Disponible en:  
<http://www.patrocipes.org.mx/revistaranchor/ranchooctubre2002/rodillo.htm>
- Ventura Ramos, E. Jr.; Norton, L.D.; López B., M and Tapia N.A. 2004. "IN SITU" Water Harvesting for crop production in semiarid regions. In. Anaya G. M. (Ed) XI IRCSA CONFERENCE – PROCEEDINGS, Montecillo México. Pp.
- AMNSA . Galería de rodillo Rehabilitador. Disponible en: [http://www.amnsa.com/Fotos\\_Rodillo.html](http://www.amnsa.com/Fotos_Rodillo.html)



<http://socialesarcas3.blogspot.mx/2015/10/>

### DEFINICIÓN

Los Sistemas de Cultivos Múltiples o Policultivos son sistemas de cultivos en los que dos o más especies o cultivares crecen juntos en la misma superficie de tierra durante todo su ciclo o parte del mismo de acuerdo a diferentes diseños (franjas, surcos, etc.) y arreglos espaciales y/o temporales.

### Objetivos

Entre sus objetivos se encuentran, el mejorar la estructura del suelo, en la medida que reducen el laboreo, con aporte de materia orgánica que favorece a su vez el desarrollo de las plantas, mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes por las plantas y resistencia a la erosión.

### Descripción

Este sistema consiste en el diseño de asociación de cultivos combinados sobre la misma superficie, que se plantan suficientemente cerca para conseguir determinados beneficios mutuos y de complementación, para maximizar el uso de los recursos disponibles, como temperatura, radiación solar, humedad, nutrientes, entre otros.

## **Hipótesis**

El hecho de aumentar la diversidad de la vegetación mediante el uso de los policultivos no es la panacea para resolver los problemas de producción y protección de cultivos, pero puede ofrecer a los agricultores opciones potencialmente útiles para disminuir la dependencia de insumos externos, reducir al mínimo la exposición a los productos agroquímicos, aminorar el riesgo económico, la vulnerabilidad nutricional y proteger la base necesaria de los recursos naturales para la sustentación agrícola.

## **Lugar de aplicación**

Los policultivos son frecuentes en áreas tropicales, donde los predios son pequeños y los agricultores carecen de capital para plaguicidas y maquinarias agrícolas, aunque su uso no se restringe a estas zonas. Los policultivos también se pueden encontrar en zonas templadas, en los predios más o menos extensos altamente mecanizados y con disponibilidad de capital.

## **Beneficios**

- Se puede obtener mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo
- Las plagas e insectos son menos abundantes en policultivos
- El policultivo ofrece menor uso de mano de obra, químicos y costos.
- Mejora de la rentabilidad Económica neta en el uso de la tierra
- Mejora de la estabilidad de la producción
- Mejor captación de recursos y nutrientes entre cultivos
- Mayor estabilidad ecológica, económica, social, energética
- Se integra mayores cantidades de biomasa (materia orgánica) al agroecosistema y de mejor calidad.
- Se reduce la evaporación del agua de la superficie del suelo.
- Se reduce la erosión en la superficie del suelo por medio de una protección física.
- Se incrementa la cubierta vegetal en el suelo, la cual ayuda a controlar la presencia la maleza y produce beneficios físicos al terreno.

## **Limitantes de implementación**

Se pueden presentar efectos alelopáticos entre las especies cultivadas

Se tiene mayor competencia por los factores del crecimiento (luz, agua y nutrientes del suelo)

El incremento de la humedad favorece el ataque de enfermedades

Dificultad en el uso de maquinaria para actividades de siembra, manejo y cosecha de los cultivos

Pueden ocurrir mezclas de granos, lo que dificulta la selección

### Lecciones aprendidas

Este sistema agrícola, reduce el riesgo de perder totalmente una cosecha, además de incrementar el potencial nutrimental del suelo y ganancias económicas del agricultor, proporcionando estabilidad de producción. En muchos casos las parcelas dedicadas a cada cultivo no pasan de una línea, y sirven para separar las especies plantadas.

### Metodología

1. La metodología irá de acuerdo a las necesidades o prioridades del agricultor y a las condiciones ambientales de la región.
2. Se recomienda sembrar cultivos de enraizamiento profundo, después y junto a los de enraizamiento superficial.
3. Rotar y asociar plantas de reducido desarrollo radical con plantas de gran desarrollo de raíces
4. Cambio secuencial y combinación de cultivos fijadores de nitrógeno con cultivos extractores de nitrógeno (40% de la producción de cultivos como mínimo deben ser leguminosas)
5. La siembra de cultivos de largo estadío juvenil. Debe hacerse después de cultivos con efectos represores hacia las malezas



<https://image.slidesharecdn.com/policultivosexpocnt03-170803095723/95/policultivos-expo-cultivos-no-tradicionales.jpg>

6. Instalar cultivos susceptibles a determinados patógenos, después y junto a aquellos que tienen un efecto represor sobre estos patógenos.
7. La proporción de cereales no debe ser mayor al 60% (lo óptimo sería 50%)
8. No dejar descubierto el suelo dentro de los cultivos principales, en lo posible, completar el ciclo anual con rotaciones y asociaciones (relevos) de cultivos para el control de malezas.
9. Determinados cereales (sorgo, maíz, pastos) son cultivos altamente extractivos, por lo que deben establecerse luego y junto a cultivos incrementadores de la fertilidad del suelo.

10. Establecer planes de rotación y asociación de una duración de mínimo 5 a 7 años.
11. Mantener la cobertura del suelo lo más posible
12. Lograr una máxima intercepción de luz por área foliar, mediante un óptimo aprovechamiento del espacio aéreo

### **Referencias**

- Liebman, M. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Cap 9. Sistemas de policultivos. Disponible en: <http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/IOPolicultivos.pdf>
- Mainardi, V. Introducción a los Sistemas de Policultivos. 2000, de Ecología Agraria Disponible en: [https://documentop.com/sistemas-de-policultivos\\_598fba711723dd42ef42012a.html](https://documentop.com/sistemas-de-policultivos_598fba711723dd42ef42012a.html)
- Flores, M. Policultivos y Cultivos Asociados. Riego Ecológico. Disponible en: <https://agroecoitat.wikispaces.com/file/view/Policultivos+y+asociaci%C3%B3n.pdf>
- Baldenebro, L.. (2011). Uso de la asociación, rotación y los policultivos en la agricultura orgánica. UABC Sur. Disponible en: <http://biblio.uabcs.mx/tesis/TE%202628.pdf>
- Barcia B. & Sánchez, D. Policultivos. Universidad de Guayaquil. Disponible en: <https://www.slideshare.net/marcellocedeno/policultivos-expo-cultivos-no-tradicionales-03082017>

## SECTOR HÍDRICO

FT1

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RECARGA DE AGUA

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



[http://semillamontealegre.org/wp-content/uploads/photo-gallery/UNADJUSTEDNONRAW\\_thumb\\_b09.jpg](http://semillamontealegre.org/wp-content/uploads/photo-gallery/UNADJUSTEDNONRAW_thumb_b09.jpg)

### DEFINICIÓN

Es una técnica que permite introducir agua dentro de acuíferos, puede ser agua previamente tratada y con calidad adecuada; o agua de lluvia, que una vez almacenada puede utilizarse para distintos usos como abastecimiento o riego

### Objetivos

El objetivo de esta técnica es contribuir, siempre que económicamente sea factible, a una gestión más racional de la potencialidad hídrica que presenta una cuenca hidrográfica, y/o para reducir los costos de transporte, almacenamiento o bombeo de agua

### Descripción

#### Obras de superficie

La característica principal (en lo que a filtración se refiere) de las obras de recarga en superficie es la creación de una lámina libre. Es en esta zona dónde se produce la altura de agua necesaria para que el agua se infiltre.

**Balsas o lagunas:** Son obras generalmente alargadas, aunque no siempre. Poco profundas y de gran superficie, con o sin fondo artificial de grava o arena. La infiltración se realiza predominantemente por el fondo. Pueden estar tanto dentro como fuera de los cauces de ríos. A veces no hay salida de agua, infiltrándose todo lo que llega. Normalmente se disponen dos balsas; en la primera se produce la sedimentación de las partículas en suspensión, de manera que se reduzca la colmatación en la segunda.

**Canales, zanjas y surcos:** Suelen construirse siguiendo la topografía del terreno, en general con agua circulante hasta que se infiltra totalmente o hasta que sale la porción residual no recargada. Suelen ser poco profundos, la infiltración se produce por el fondo y también por los lados, con importancia variable dependiendo de la anchura.

A veces pueden ser zanjas que contienen un tubo perforado que conduce el agua y un relleno de grava. Son recomendables en terreno inclinado.

**Fosas:** En estas obras la superficie lateral es importante en relación con la del fondo, de manera que domina la infiltración por los flancos.

**Campos de inundación:** Son campos de labor que, en determinadas épocas del año en que existen excedentes hídricos, se riegan, sin que se dañen los cultivos, con elevadas dotaciones.

**Áreas de extensión de agua:** El agua se puede extender bien por inundación directa o en forma de riego con elevadas dotaciones superficiales. En ocasiones, en zonas áridas van unidas a obras extensas de recolección de aguas de escorrentía, a veces con cuencas de muchas decenas de km<sup>2</sup> o a sistemas de control de la erosión de torrentes. A veces se aprovecha el lecho de un río, opción especialmente aconsejable en zonas de alta capacidad de transporte de sedimentos asociado a avenidas esporádicas.

**Actuaciones sobre lechos de ríos:** Se realizan para aumentar o mantener la capacidad de infiltración, extendiendo la superficie mojada, aumentando la rugosidad del lecho (mediante gaviones o maquinaria disminuyendo la pendiente), en general dejando suficiente velocidad al agua para que arrastre la materia en suspensión hacia aguas abajo.

### **Obras en profundidad**

Las obras en profundidad disponen de mucha menor superficie para la recarga. Debido a esta característica el flujo por unidad de superficie se disipa.

**Pozos:** Pueden ser excavados o perforados con máquina, con o sin macizo de grava, que penetran en el acuífero. Pueden variar desde pocas décimas a algunos metros de diámetro.

**Pozos de absorción:** Estos pozos (también llamados de difusión) se caracterizan por no llegar al nivel de saturación.

**Drenes y galerías:** Se construyen en el fondo de un pozo por el que se introduce el agua. En general están por debajo o en el límite del nivel freático.

**Zanjas:** Se excavan a poder ser hasta el nivel freático, y se rellenan con gravas. - Simas y dolinas: En terrenos calcáreos lo suficientemente carstificados se pueden utilizar estas formaciones naturales. En estos casos, la sedimentación se compensa con la disolución de calcita, con lo que se inhibe la colmatación.

**Simas y dolinas:** En terrenos calcáreos lo suficientemente carstificados se pueden utilizar estas formaciones naturales. En estos casos, la sedimentación se compensa con la disolución de calcita, con lo que se inhibe la colmatación.

### **Hipótesis**

Estas técnicas son especialmente adecuadas cuando el suministro de agua de una zona depende básicamente de un acuífero que se agota o de un río con un riesgo de contaminación no previsible, en cuyos casos los sistemas de recarga permiten crear una reserva. Así como, la construcción de infraestructuras de recarga de agua de las reservas subterráneas también permite conservar el recurso hídrico en aquellas regiones expuestas a largos periodos de sequía.

### **Lugar de aplicación**

Zonas de escasa disponibilidad de terreno en superficie o sin posibilidad de otras formas de embalsamiento, zonas afectadas por la sequía

### **Beneficios**

Reducción de pérdidas por evaporación

Ayuda a incrementar la recarga natural de acuíferos

Recuperación de manantiales o cuerpos de agua

Mejora económica de asentamientos humanos en áreas rurales

Incremento de la productividad agrícola

Almacenamiento hídrico en un entorno seguro para situaciones de escasez de agua o sequía

Reducir la sobreexplotación de acuíferos

### **Limitantes de implementación**

Es preciso un control durante el diseño y construcción, así como planificar y llevar a cabo un programa de vigilancia y control ambiental. Además, es necesario realizar varios estudios y proyectos para minimizar los riesgos e impactos ambientales previamente a la construcción de dispositivos.



## Lecciones aprendidas

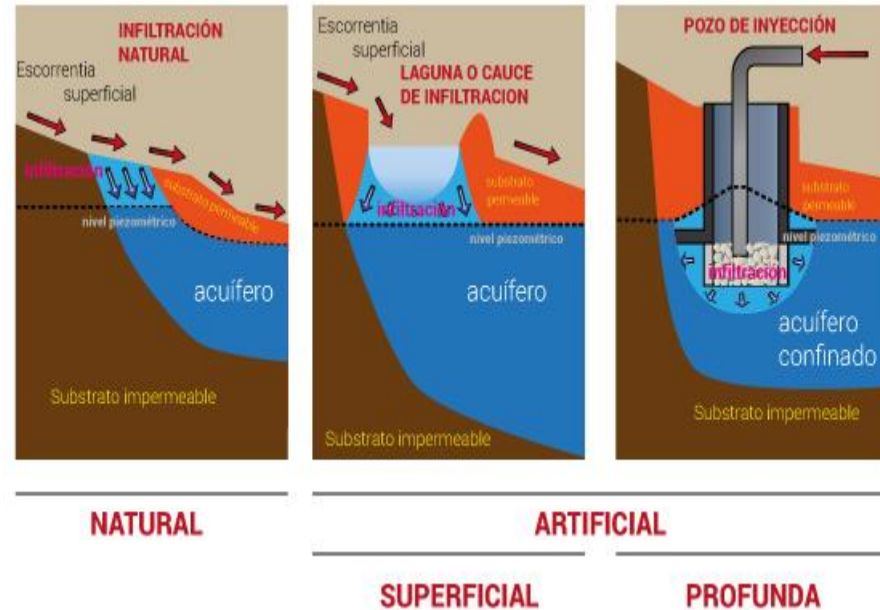
Los métodos de recarga en superficie presentan menos complicaciones técnicas que los dispositivos de recarga artificial en profundidad. Como regla general se podría indicar que a igualdad de eficiencia siempre es preferible la técnica constructiva más sencilla.

## Metodología

La metodología a utilizar dependerá directamente del sistema de recarga que se utilice y adecue a las necesidades inmediatas de la zona geográfica en que se aplique.

## Referencias

- Recarga artificial de acuíferos. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2011/09/18/recarga-artificial-de-acuiferos/>
- Sistemas de recarga. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8847/00.pdf>
- Sistemas de captación y almacenamiento en acuíferos de agua de lluvia y deshielo. Recarga de acuíferos. Disponible en: [https://agronomoglobal.blogspot.mx/2016/12/recarga-de-acuíferos.html](https://agronomoglobal.blogspot.mx/2016/12/recarga-de-acuiferos.html)
- Cortez, F. Recarga artificial de acuíferos mediante pozos de infiltración. Universidad de Chile. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112265>



[https://agronomoglobal.blogspot.mx/2016/12/recarga-de-acuíferos.html](https://agronomoglobal.blogspot.mx/2016/12/recarga-de-acuiferos.html)

## SECTOR FORESTAL, BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS

FT1

ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS (AbE)

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<https://stories.undp.org/the-water-gods>

### DEFINICIÓN

La Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) es la utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.

### Objetivos

Sus objetivos son reducir la vulnerabilidad de las personas frente a los efectos del cambio climático. El uso sostenible de los recursos, para la conservación y restauración de ecosistemas, con el fin de proveer los servicios que permiten a la gente a adaptarse a la variabilidad climática

### Descripción

La AbE utiliza intencionalmente la infraestructura verde y los servicios ecosistémicos para fomentar la resiliencia de las sociedades humanas al cambio climático, es de hecho; un enfoque antropocéntrico, interesados en la forma en que los ecosistemas pueden ayudar a las personas adaptarse tanto a la variabilidad actual del clima como al cambio climático futuro. Mediante la AbE se busca beneficiar ecosistemas como, por ejemplo:

- a. **Conservación de manglares:** Mediante la protección contra marejadas ciclónicas, elevación del nivel del mar e inundaciones costeras, esperando obtener beneficios como la provisión de opciones de empleo, conservación de especies y reservas de carbono sobre la superficie y debajo de ella, además de generación de ingresos para las comunidades locales a través de la comercialización de productos de los manglares.
- b. **Restauración de humedales degradados:** Con esto se busca el mantenimiento del flujo, la calidad y la capacidad de almacenamiento de nutrientes y agua, así como protección contra crecientes o inundaciones por tormentas
- c. **Establecimiento de sistemas agro silvícolas diversas en tierras agrícolas (silvicultura):** La fundación adaptativa para la diversificación de la producción agrícola para hacer frente al cambio de las condiciones climáticas.
- d. **Conservación de la diversidad biológica agrícola:** Mediante la provisión de acervos genéticos específicos para la adaptación de cultivos y el ganado a la variabilidad climática
- e. **Conservación de plantas medicinales utilizadas por comunidades indígenas locales:** Mediante el desarrollo de medicinas locales disponibles para problemas de salud resultantes del cambio climático o la degradación del hábitat.

### **Hipótesis**

La Adaptación Basada en Ecosistemas, busca mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas, las estrategias y actividades que pueden ser costo- efectivas y generar beneficios sociales, económicos, ambientales y culturales, a la vez que contribuyen a la conservación de la biodiversidad.

### **Lugar de aplicación**

La Adaptación basada en Ecosistemas, puede aplicarse a diferentes escalas geográficas (local, regional y nacional) y en diferentes plazos (corto, mediano y largo) y en diferentes áreas o sectores vulnerables, p. ej., gestión del agua, protección de costas, seguridad alimentaria, reducción del riesgo de desastres, reducción de inundaciones interiores o deslizamientos de tierras, así como por ejemplo en el sector de salud, entre otros.

### **Beneficios**

- Reducción del riesgo de desastres
- Mantenimiento de los medios de vida y la seguridad alimentaria
- Conservación de la biodiversidad
- Secuestro de carbono
- Manejo integrado del recurso hídrico

### Limitantes de implementación

La Adaptación basada en Ecosistemas se enfrenta a una serie de barreras, que pueden incluir la falta de financiamiento, conflictos de uso del suelo y la falta de apoyo de las poblaciones locales. Los vacíos en el conocimiento, también pueden ser un inconveniente; por ejemplo, es recomendable contar con estudios de impacto y vulnerabilidad como base para la implementación de actividades de AbE, existe una falta de información sobre los costos y beneficios de las medidas de AbE y la relación entre los impactos del cambio climático y los servicios de los ecosistemas aún debe ser estudiado. También habrá límites ecológicos para la AbE.

### Lecciones aprendidas

Los ecosistemas saludables y resilientes no pueden proteger a las poblaciones de los impactos climáticos o meteorológicos extremos. En algunos casos, las soluciones de ingeniería seguirán siendo necesarias en lugar de, o junto con, las medidas de AbE. También se prevé que más allá de ciertos niveles de cambio climático (más de 3°C), se prevé que los impactos en los ecosistemas sean severos y en gran medida irreversibles.

### Metodología

De lo aprendido de la experiencia de las lecciones de los proyectos de AbE, se sugiere que existen algunos principios básicos fundamentales para el desarrollo de estrategias de ABE, en los que se incluye:

**Centrarse en la reducción de las presiones no climáticas:** La reducción de la degradación de los ecosistemas es un enfoque de adaptación útil en todo caso, en el que todos ganan. Las estrategias de AbE deben prestar especial atención a la minimización de otras presiones antropogénicas que han degradado la condición de ecosistemas críticos, y que disminuyen, por ende, su resiliencia al cambio climático. Estas presiones incluyen, entre otras, las cosechas insostenibles, la fragmentación de los hábitats, las especies exóticas y la contaminación.

**Involucrar a las comunidades locales:** Las medidas de AbE son más exitosas cuando la población local participa en la planificación y ejecución.

**Adoptar enfoques de manejo adaptativo:** Las estrategias de AbE deben apoyar las opciones de gestión adaptativa que



faciliten y aceleren el aprendizaje sobre las opciones de adaptación adecuadas para el futuro. Se debe realizar un seguimiento cuidadoso de los impactos climáticos y las medidas AbE para que las acciones de manejo puedan adaptarse adecuadamente a las condiciones cambiantes.

**Integrar la adaptación basada en los ecosistemas con estrategias de adaptación más amplias:** El éxito de la adaptación depende de la integración de las iniciativas de AbE con otros componentes de la gestión de riesgos como los sistemas de alerta temprana y la concienciación y, en algunos casos, con intervenciones en infraestructura física. Es importante fomentar y facilitar la transferencia tecnológica y el diálogo entre los planificadores y los profesionales con experiencia en la ingeniería y la gestión de los ecosistemas.

**Comunicar y educar:** El éxito de la AbE depende de la transferencia de conocimientos, el desarrollo de capacidades, la integración de la ciencia y el conocimiento local, y la concienciación sobre los efectos del cambio climático y los beneficios y el potencial de la gestión racional de los ecosistemas.

## Referencias

- Principios de la Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE). Disponible en: [https://www.scoopnest.com/es/user/CONANP\\_mx/806586208587390976](https://www.scoopnest.com/es/user/CONANP_mx/806586208587390976)
- Adaptación basada en Ecosistemas: Una respuesta al Cambio Climático. 2012. UICN. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf>
- Adaptación basada en Ecosistemas (AbE). Medio Ambiente y Cambio Climático. Disponible en: <https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2013-es-adaptacion-basada-en-los-ecosistemas.pdf>
- GTZ – CDB (2010). Diversidad biológica y medios de vida: Beneficios de REDD. Eschborn, Alemania.
- Andrade, A. (2010). Adaptación al cambio climático basada en ecosistemas. Cambio climático en un paisaje vivo: Vulnerabilidad y adaptación en la Cordillera Real Oriental de Colombia, Ecuador y Perú. WWF – Fundación Natura. Cali, Colombia, pp. 65-74.
- UICN, 2006. El Enfoque Ecosistémico: Cinco pasos para su implementación. Gland, Suiza



[http://www.pe.undp.org/content/dam/peru/img/Medio%20ambiente/p e.eba%20monta%C3%B1a%20\(a\).jpg](http://www.pe.undp.org/content/dam/peru/img/Medio%20ambiente/p e.eba%20monta%C3%B1a%20(a).jpg)

### DEFINICIÓN

Es una estrategia de adaptación en la que la comunidad, establece las prioridades, necesidades, conocimientos y capacidades; la cual debe empoderar a personas buscando incrementar la capacidad adaptativa de las comunidades más vulnerables, planeando y superando los impactos del cambio climático, a corto y largo plazo.

### Objetivos

Su objetivo es disminuir la vulnerabilidad de la comunidad, reducir riesgos frente a los impactos reales o esperados del cambio climático, reducir la pobreza sin desconocer las necesidades de su entorno.

### Descripción

La adaptación es un proceso que se fundamenta en la capacidad de la comunidad para identificar y analizar los impactos del cambio climático que pueden afectar su territorio y, su capacidad de responder de manera adecuada con soluciones prácticas y creativas. De esta manera la iniciativa de AbC debe concentrarse en el fortalecimiento de las capacidades de la comunidad, incluyendo capacitaciones relacionadas con el cambio climático, con el fin de asegurar el entendimiento de las causas y procesos básicos.

## **Hipótesis**

La adaptación al cambio climático basada en comunidades (AbC) debe empezar con la manifestación expresa de las necesidades y percepciones de la comunidad e incluir los beneficios de la reducción de la pobreza y de bienestar al mismo tiempo que se propone reducir la vulnerabilidad al cambio climático y los desastres que pudiera ocasionar.

## **Lugar de aplicación**

Es recomendable su aplicación especial en las comunidades más pobres y vulnerables, y asegurar la inclusión de la equidad de género. También se puede aplicarse en cualquier comunidad en la que se desea comprender mejor la vulnerabilidad al cambio climático. Puede ser particularmente relevante para las comunidades en áreas o regiones que han sido identificadas como vulnerables.

## **Beneficios**

- Genera un alto potencial de sostenibilidad y costo-eficiencia
- Ayuda a mejorar asuntos no relacionados con el cambio climático, que contribuyen al bienestar de la comunidad
- Contribuye en la construcción de infraestructura pública a prueba de cambio climático
- Beneficia la atención a población vulnerable
- No requiere elaborar estudios científicos
- Ampliación de conocimientos sobre cambio climático
- Fortalecimiento permanente de comunidades
- La AbC puede ser aplicada a escala nacional, sub-nacional y local, y tanto a nivel de proyecto como de programa
- Sus beneficios pueden aprovecharse tanto en el corto como en el largo plazo

## **Limitantes de implementación**

La AbC es muy local, puede ser limitada en tiempo y espacio, tiene el potencial de generar conflictos en otras comunidades, también es posible que no responda al panorama completo de las necesidades de la zona, ya que el proceso se basa en el conocimiento de las comunidades, el cual podría ser limitado. Es posible que las comunidades no identifiquen todos los impactos esperados.

## Lecciones aprendidas

No es posible identificar una fórmula universal para determinar si una iniciativa de adaptación se debe basar en una estrategia AbC o en otra estrategia. No siempre es posible transferir experiencias a otras comunidades

## Metodología

1. La metodología de la AbC, se sintetiza en los puntos siguientes:
2. Reconocimiento de la zona
3. Memorias del clima
4. Identificación de medios de vida y componentes de bienestar esenciales
5. Involucramiento de la comunidad
6. Capacitación en temas del cambio climático
7. Impactos del cambio climático sobre aquellos
8. Priorización
9. Identificación y diseño de medidas
10. Evaluación externa



<http://slideplayer.es/2732408/10/images/27/Adaptaci%C3%B3n+basada+en+Ecosistemas.jpg>

## Referencias

- Diesner F. Adaptación basada en Comunidades (AbC). Bases conceptuales y guía metodológica para iniciativas rápidas de AbC en Colombia. 2013. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion\\_y\\_participacion\\_al\\_ciudadano/Consulta\\_Publica/030214\\_consulta\\_publica\\_adaptacion\\_comunidades.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/030214_consulta_publica_adaptacion_comunidades.pdf)
- Adaptación basada en Comunidades. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: <https://sector.iadb.org/es/adaptacion-al-cambio-climatico/pages/la-adaptaci%C3%B3n-basada-en-comunidades>
- Reid, H., Alam, M., Berger, R., Cannon, T., Huq, S., y Milligan, A., 2009. Community-based adaptation to climate change: an overview. Participatory Learning and Action 60, 11–33. London: IIED.
- Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. 2010. Disponible en: [http://www.careclimatechange.org/files/toolkit/Analisis\\_de\\_Capacidad\\_y\\_Vulnerabilidad\\_Climatica.pdf](http://www.careclimatechange.org/files/toolkit/Analisis_de_Capacidad_y_Vulnerabilidad_Climatica.pdf)



## FT6

## FRANJAS CONTRAFUEGO

## ADAPTACIÓN MITIGACIÓN



[http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/E5C51344-3723-4C69-BEEB-82160EEF25C7/110395/Lakarri\\_b.JPG](http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/E5C51344-3723-4C69-BEEB-82160EEF25C7/110395/Lakarri_b.JPG)

### DEFINICIÓN

Es una franja de terreno que no presenta ningún tipo de vegetación. De este modo, dicha franja actúa como barrera al fuego, ya que evita que se propague.

### Objetivos

Prevenir la propagación de incendios forestales antes de que éstos tengan efectos negativos sobre el ecosistema, las unidades de cultivo o los bienes materiales de la población.

### Descripción

Esta medida se realiza despejando una franja de vegetación de entre 4 y 6 m, y raspando el terreno hasta el suelo mineral. Generalmente inician y terminan en sitios donde el fuego no puede avanzar por falta de combustible. El material extraído se dispone en el lado contrario de donde podría avanzar el fuego. Estas franjas también pueden ser utilizadas como rutas de observación y como senderos interpretativos.

### **Hipótesis**

El riesgo de incendios se incrementa con temperaturas altas, humedad relativa baja, viento y sequedad de los combustibles inmediatos del entorno.

Esta medida atenúa el impacto del aumento de incendios forestales debido al incremento global de temperatura y déficit estacional de precipitación.

Al proteger a los bosques, ayuda a que mantengan sus servicios de regulación hídrica y climática, lo cual disminuye el efecto de extremos de calor y lluvias intensas.

### **Lugar de aplicación**

Es útil en sitios donde existe una alta incidencia o riesgo de incendios forestales debido a sequías estacionales prolongadas y la consecuente acumulación de combustible vegetal.

### **Beneficios**

Las franjas cortafuego protegen los recursos materiales, agrícolas y ecosistémicos así que el beneficio está relacionado con su efectividad en dicha protección. Por ejemplo, 400 m lineales de franja cortafuego serían suficientes para proteger 1 ha de bosque.

Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático.

Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable.

### **Limitantes de implementación**

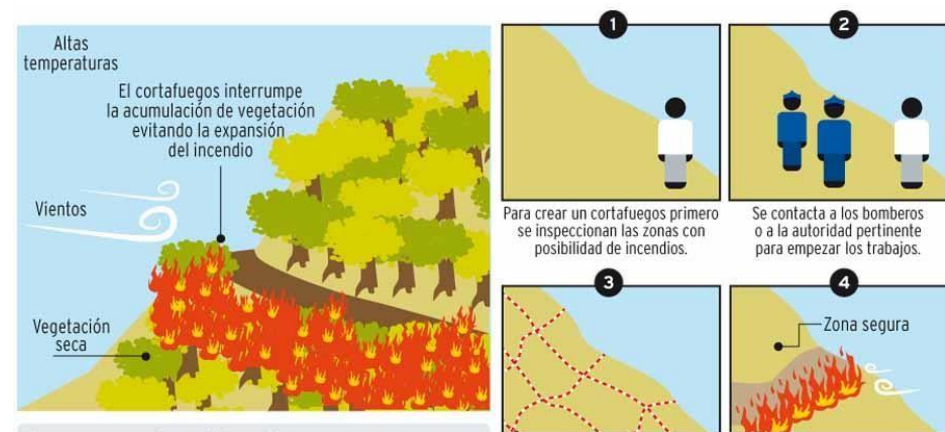
La construcción de franjas se dificulta en zonas urbanas por falta de espacio, así como en áreas altamente anegadas o pantanosas. Para determinar correctamente el ancho con base en la altura de la vegetación y la velocidad de los vientos dominantes se requiere de asistencia técnica calificada. De no construirse de manera adecuada pueden propiciar la erosión del suelo.

### **Lecciones aprendidas**

El impacto ambiental de incendios en zonas altas es de mayor importancia por situarse en la cabecera de la cuenca hidrográfica. Las franjas cortafuego y los equipos complementarios requieren mantenimiento para que sean eficaces. Es importante no esperar a que el peligro sea eminente para hacer reparaciones al equipo o limpiar el material vegetal acumulado en las franjas cortafuego. El mantenimiento debe hacerse por lo menos una vez al año, al iniciar la temporada de secas.

## Metodología

1. El diseño de la barrera o franja contrafuego se realiza de acuerdo a las características del área expuesta, las características de la vegetación y la velocidad de los vientos.
2. Es recomendable considerar una segunda franja y sistemas de agua a presión en caso de ser un sitio con alto riesgo de incendios.
3. Despejar áreas de entre 4 y 6 m. Entre más alta sea la vegetación y más fuertes los vientos predominantes, la anchura de la franja debe incrementarse.
4. Las franjas se comienzan y terminan en lugares donde no pueda transitar el fuego (rocas, arenales, ríos o caminos). Estos espacios seguros se denominan “puntos de anclaje”.
5. El trazo tiene que ser lo más recto posible, evitando líneas sinuosas.
6. Es importante construir caminos o veredas alternas para usarlos como ruta de escape.
7. Dar mantenimiento por lo menos una vez al año.



<http://prevenirlosincendios.blogspot.mx/2011/04/hacen-mantenimiento-al-cortafuegos.html%2Bfuego.JPG>

## Referencias

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (2002). Plan nacional de prevención, control de incendios forestales y restauración de áreas afectadas. Comisión Nacional Asesora para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2009).TEEB Climate Issues Update. September. Disponible en <http://www.teebweb.org>.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>



<http://bpganaderas-audidores.blogspot.mx/>

### DEFINICIÓN

Las Prácticas Pecuarias y manejo de pastura son un conjunto acciones para asegurar la salud de los animales destinados a la producción y obtención de productos y subproductos, garantizando buena alimentación, manejo, sanidad, calidad del agua, control de desechos y fauna nociva, para ayudar a la reducción de GEI.

### Objetivos

Acompañamiento técnico a los ganaderos para la implementación de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) y otras prácticas que ayuden a reducir la emisión de GEI, contribuyendo así con la mejora de la productividad y competitividad del sector en la región y con la mitigación del cambio climático.

### Descripción

La implementación de buenas prácticas pecuarias que a su vez tienen un potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero incluyen, según literatura, las siguientes:

Manejo de la alimentación del ganado

Tratamientos químicos y físicos a los alimentos para los bovinos.

Suplementación estratégica (Suplementación mineral proteica, Bloques de urea y melaza).

Aditivos y agentes alimenticios moduladores del sistema ruminal (como como aceites vegetales y animales, prebióticos y

probióticos, ácidos orgánicos).  
Mejor aprovechamiento del forraje.  
Selección y mejoramiento animal  
Cruzamientos para mejorar la producción animal.  
Optimización de parámetros productivos y reproductivos  
Buenas prácticas de manejo de pasturas  
Manejo de los parámetros de calidad del suelo  
Eficiencia del uso de nutrientes en pasturas  
Manejo eficiente de las pasturas  
Implementación de sistemas integrados agrosilvopastoriles  
Reducción de la nitrificación en sistemas ganaderos  
Uso estratégico de leguminosas para reducción de la fertilización nitrogenada

### **Hipótesis**

Definir para cada unidad productiva las buenas prácticas pecuarias e implementarlas reduce las emisiones de gases de efecto invernadero e incrementa la resiliencia del sector pecuario, trayendo consigo beneficios en la productividad.

### **Lugar de aplicación**

Principalmente zonas de producción pecuaria a pequeña y gran escala.

### **Beneficios**

- Reducción de las emisiones de GEI (CH<sub>4</sub> principalmente)
- Conservación del suelo
- Disminución de la contaminación hídrica.
- Eficiencia energética en el sector.
- Mejora de la seguridad alimentaria.
- Mayor productividad y competitividad del sector.
- Innovación tecnológica.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen.
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable
- Tener un impacto positivo sobre la economía de la comunidad en el corto plazo.

## Limitantes de implementación

Esta práctica requiere una importante inversión de recursos.

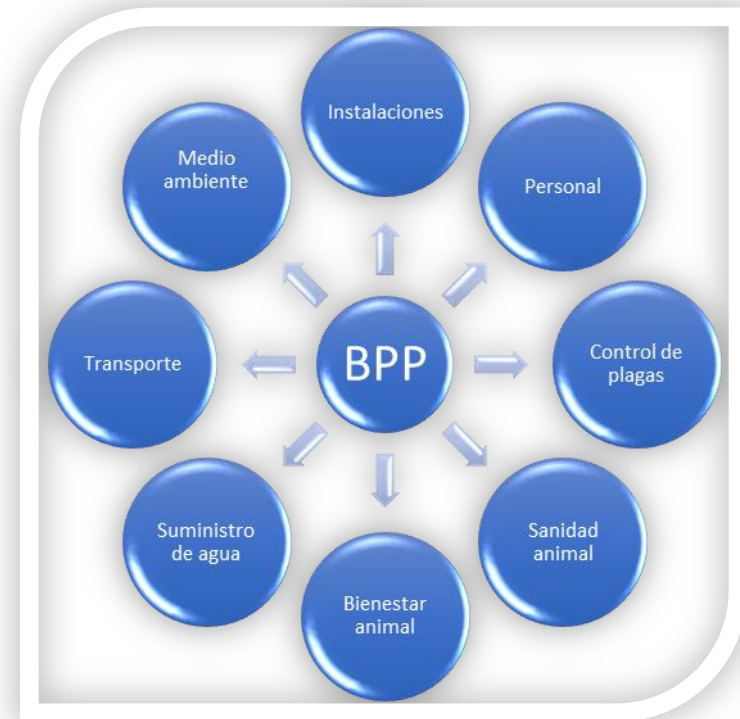
## Lecciones aprendidas

El mejoramiento del suelo y de las prácticas pecuarias se logra con varias medidas combinadas.

## Metodología

1. Planeación, Sensibilización y vinculación de unidades productivas
2. Talleres iniciales de sensibilización en temas de cambio climático (causas, efectos, adaptación y mitigación) / Taller de vinculación de empresarios (presentación de bondades de la participación en el proyecto, del esquema de
3. intervención y firma de acuerdos voluntarios para la participación)
4. Diagnóstico, para lo cual deben realizarse visitas por unidad productiva para toma de información de línea base en aspectos empresariales, ambientales y de prácticas agrícolas pecuarias
5. Definición de línea base y de indicadores iniciales por unidad productiva.
6. Definición de estrategias a implementar en las diferentes unidades productivas.
7. Formación, entrenamiento e implementación
8. Capacitaciones grupales y visitas de asistencia técnica en cada unidad productiva
9. Seguimiento, certificación y medición de impacto.

## Referencias



Buenas prácticas pecuarias

<https://es.slideshare.net/lu82/buenas-practicas-ganaderas-bpgs>

- Hristov A. N. & Joonpyo O. Mitigación de la Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Producción. 2013. Disponible en:
- <http://www.fao.org/3/a-i3288s.pdf>
- PRICC. Inventario de emisiones de gases efecto invernadero para la región Cundinamarca – Bogotá. Bogotá, 2012
- IPCC, Tecnologías, Políticas, y medidas para mitigar el cambio climático, Documento técnico I del IPCC, noviembre de 2006
- Secretaría de Planeación de Cundinamarca – Gobernación de Cundinamarca, Anuarios estadístico de Cundinamarca, 2011.
- Identificación de medidas y formulación de proyectos de mitigación y adaptación a la variabilidad y al cambio climático en la Región Capital Bogotá-Cundinamarca. 2013 <http://www.idiger.gov.co/pricc>







<http://www.cug.co.cu/images/sostenible.png>

### DEFINICIÓN

Es el proceso que comprende el conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto la ordenación, el cultivo, la protección, la conservación, la restauración y el aprovechamiento de los recursos y servicios ambientales de un ecosistema forestal, considerando los principios ecológicos, respetando la integridad funcional e interdependencia de recursos y sin que merme la capacidad productiva de los ecosistemas y recursos existentes en la misma.

### Objetivos

Promover el desarrollo de las comunidades locales, al mismo tiempo que conserva la biodiversidad, captura carbono y puede incluso eliminar la deforestación y restaurar la cobertura forestal.

### Descripción

El manejo forestal sostenible requiere dejar árboles económicamente valiosos en el bosque, tanto para promover la regeneración (árboles semilleros), como para garantizar la viabilidad económica de futuras cosechas (respetando los diámetros mínimos de corta). Desarrollo de prácticas tales como: extracciones de impacto reducido, respeto a las áreas de conservación, protección de árboles semilleros, censo y mapeo de árboles comerciales, protección contra incendios y promoción de la regeneración natural del bosque (podas selectivas y aclareos).

## **Hipótesis**

El manejo forestal sostenible reduce el impacto en personas, cultivos y ecosistemas de heladas, sequías, vientos fuertes, inundaciones, deslizamientos, lluvias intensas, cambios en patrones de lluvias, extremos de calor e incendios forestales, debido a la variedad de servicios ecosistémicos que prestan los bosques conservados. Entre ellos destacan la regulación climática e hídrica, la generación de suelo, prevención de erosión y el reciclaje de nutrientes. Además, la captura y el almacenamiento de CO<sub>2</sub> en los bosques apoyan en la mitigación del cambio climático.

## **Lugar de aplicación**

Es de vital interés su aplicación en comunidades y regiones forestales donde se pueda implementar e impulsar el uso sostenible y la conservación comunitaria de los bosques.

Se aplica especialmente en zonas con pequeños bosques degradados y regiones con tasas altas de deforestación donde se pretenda revalorizar el recurso forestal.

## **Beneficios**

- Generación y protección de servicios ecosistémicos y de biodiversidad como provisión (alimento, agua, energía, materias primas, recursos genéticos), regulación (climática, hídrica, prevención de la erosión) y culturales (recreación, turismo).
- Creación de empleo directo formal y la distribución de las ganancias del manejo forestal comunitario hacia los hogares.
- Generalmente estos ingresos son adicionales a los obtenidos por las actividades productivas individuales.
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático.
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable.
- Tener un impacto positivo sobre la economía de la comunidad en el corto plazo.

## **Limitantes de implementación**

El manejo forestal sostenible requiere certidumbre en la tenencia de la tierra y capacidad de organización de las comunidades. Es necesario contar con apoyo de ingenieros forestales para elaborar los planes de manejo y de capacitación para generar empresas productivas comunitarias.

## **Lecciones aprendidas**

La falta de conocimiento sobre esta alternativa orienta a los dueños de tierras comunitarias hacia opciones poco rentables desde el punto de vista social y ambiental, lo cual da la falsa imagen de que del bosque no se puede vivir.

El manejo forestal sostenible crea las condiciones necesarias para desarrollar equidad económica, paz social y justicia,

democratizar el poder y mejorar el manejo de ecosistemas forestales.

Existen diversos productos no maderables que pueden ser aprovechados y comercializados como miel, resina, hongos y tierra, entre otros.

### **Metodología**

1. Identificar el área a manejar y establecer los derechos de uso entre la comunidad.
2. Hacer un mapeo del terreno y realizar un inventario forestal para determinar las áreas productivas (bosque alto y medio), las de protección (ríos, caminos) y las de regeneración (zonas degradadas).
3. Determinar las existencias maderables actuales y potenciales (existencia de regeneración natural).
4. Diseñar el plan de manejo forestal con base en la clasificación de especies por grupo comercial, las especies a aprovechar, el ciclo de corta y la división administrativa del área.
5. Establecer un sistema de monitoreo.
6. Incorporar los productos a cadenas de valor.

### **Referencias**

- Manejo Forestal. Innovación Forestal. Disponible en: [http://www.conafor.gob.mx/innovacion\\_forestal/?p=1281](http://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?p=1281)
- Manejo Forestal Sostenible. Disponible en: <http://mnemografo.blogspot.mx/2011/07/manejo-forestal-sostenible.html>
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (2010). El Manejo Forestal Sostenible como Estrategia de Combate al Cambio Climático: Las Comunidades nos Muestran el Camino.
- Brady D. B. y Merino L. (2004). La experiencia de las comunidades forestales en México: Veinticinco años de silvicultura y construcción de empresas forestales comunitarias. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Sabogal, C. et al. (ed.) (2008). Manejo forestal comunitario en América Latina Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro. Brasil: Centro para la Investigación Forestal Internacional, CIFOR.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2009). TEEB Climate Issues Update. September. Disponible en <http://www.teebweb.org>.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>



<http://www.atlanticgrain.com/livestock.html>

### DEFINICIÓN

El pastoreo sustentable, se basa específicamente en la conservación y respeto de la comunidad biótica (biocenosis) del lugar (rodeo, pasturas, lombrices, microorganismos etc.) sin comprometer ni dañar los recursos naturales

### Objetivos

Entre sus objetivos está el asegurar que una elevada proporción del alimento producido sea utilizado (consumido) por los animales con el fin de lograr mayores ganancias, asegurar niveles de producción animal que aumenten al máximo los ingresos de los productores ganaderos y preservar el equilibrio ambiental.

### Descripción

El pastoreo sustentable debe respetar la comunidad biótica (biocenosis) del lugar (rodeo, pasturas, lombrices, microorganismos, etc) además de proveer trabajo, y principalmente sin dañar ni comprometer los recursos naturales, considerando el uso racional de los recursos, así como mejorar su eficiencia e incrementar la competitividad y lograr contribuir al mejoramiento del nivel de vida de las familias rurales.

## **Hipótesis**

Este tipo de pastoreo busca obtener mayores rendimientos de los pastos y animales, a la vez que ayuda a incrementar producción ganadera y mantiene el equilibrio ecológico de los sistemas que involucra.

## **Lugar de aplicación**

Zonas de pastoreo degradadas, aunque es aplicable sin inconvenientes en campos de cualquier calidad y extensión.

## **Beneficios**

- Mejoramiento del cuidado del suelo
- Reducción de la erosión
- Aumento de la fertilidad del suelo
- Mejor y mayor producción de pasto
- Alcanzar una producción estable de 4 a 7 animales por ha (dependiendo la zona y condiciones).
- Mayor sanidad en los animales.
- Lograr un forraje de alta calidad biológica
- Mayor rendimiento de carne o leche por animal por hectárea
- Mejora costo de producción
- Ser energéticamente sostenible.
- Reducción de costos
- Maximización de producción de pasto y el consumo óptimo del mismo.

## **Limitantes de implementación**

Tiene dos obstáculos principales: la falta de conocimientos y la necesidad de una considerable inversión inicial. Todo esto depende únicamente de la predisposición por parte del hombre, productor y personal, para abrirse a nuevas costumbres y hábitos, para aceptar errores y trabajar sobre ellos, de su convencimiento en capacitarse ya que es él quien determina el éxito del emprendimiento.

## **Lecciones aprendidas**

Mediante esta técnica, se incrementa la producción por unidad de superficie en forma sustentable, con el transcurso de los años. Los animales resultan menos propensos a las enfermedades

Las pasturas manejadas con PRV, junto con la deposición de materia orgánica en los potreros proveniente de las heces de los animales de pastoreo y del sistema radicular, secuestra 14.467 Kg de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por cada hectárea al año (Schenck, 201; Harper et al. 1.995; LCPM, 2003; Schwartz, JD. 2013). Entre tanto, un bovino, por ejemplo, emite a la atmósfera por eructos y flatulencias, así como por la volatilización de gases de sus heces, un total de 3.500 Kg de CO<sub>2</sub> durante toda su vida. Si la vida media de los vacunos fuera de 3 años, el secuestro de CO<sub>2</sub> en ese período por las pasturas (aún sin tener en cuenta lo que pueden capturar los árboles del sistema productivo) sería de 43.400 Kg (esto es 12,5 veces más carbono del emitido por los bovinos).

## Metodología

Utilizando como propuesta sustentable, las leyes del Pastoreo Racional Voisin

- Reposo: Entre un corte o cosecha y otro, debe existir suficiente tiempo (período de descanso) para que la raíz genere reservas.
- Ocupación: Los animales no deben estar en el lote cuando las plantas comiencen su rebrote (3 días max.)
- Ley del máximo: Los animales de mayores necesidades nutricionales deben comer lo mejor.
- Rendimientos regulares: Si se mantiene un cambio de parcela regular, la producción se mantiene regular. Ej: Si estreno parcela todos los días, la ganancia de peso de los animales será estable.

Un sistema pastoril que se lleve a cabo basado en las cuatro leyes fundamentales dictadas por A. Voisin conduce a un mejoramiento natural de las condiciones físico - químicas del suelo, al resaltamiento de la vida del suelo (biocenosis), por lo cual se podrá lograr una adecuada formación de humus a partir de la materia orgánica y esto permitirá obtener una oferta forrajera de óptima calidad nutritiva que dará sanidad al animal y se verá reflejada en un producto final de comercialización de alta calidad biológica.

De la hierba	Del Reposo	Entre dos cortes sucesivos a diente debe haber pasado suficiente tiempo para permitir que el pasto almacene reservas en sus raíces y realizar la llamada de crecimiento: DE 30 A 60 DIAS .
	Ocupación	El tiempo de ocupación global en una parcela desde que entra el primer animal hasta que sale el último debe ser suficientemente corto para que no coma los rebrotes: MAX 3 DIAS.
Del animal	Rendimiento Máximo	Es necesario ayudar a los animales de mayor exigencia alimenticias a cosechar la mayor cantidad y mejor calidad posible.
	Requerimiento regular	La calidad y cantidad de forraje ofrecido en la parcela debe ser constante para que no disminuya su ingesta y en consecuencia su producción IDEAL = 1 DIA.

<http://www.ganaderialaluna.com/pastoreo.php>

## Referencias

- Fernández, C., Sistema de Pastoreo Racional. 2007. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/68-racional.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/68-racional.pdf)
- Augspach, Ch. El Arte del Pastoreo Sostenible. 2016. Disponible en: <http://www.congresobovinoscarne.com/files/doctos/ponen2016/CharlesAugspach.pdf>
- Hernández A. Pastoreo Rotacional Intensivo. SAGARPA. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Pastoreo%20rotacional%20intensivo.pdf>
- Hernández A. Programación de la producción animal con base en la disponibilidad estacional de forrajes. En: Memorias del Primer Simposium "Tópicos actuales sobre producción animal". Iguala, Gro., México. P.52
- Améndola R. Producción de leche en pastoreo. En: Memorias del Foro "Producción animal bajo pastoreo. Chapingo, México. p. 15
- Siatema de pastoreo. Sistema de producción animal. 2011. Disponible en: <https://ipafcv.files.wordpress.com/2011/06/tec3b3rico-18.pdf>
- HERRERO, M.A. 2004. Bases para la producción animal. 2da Edición. 1ra Reimpresión. Ed. BMPress, Bs As, Argentina 343 p
- CARRILLO, J. 1997. Manejo de un rodeo de cría. INTA. CERBAS EEABalcarce. Pp 402-410
- COCIMANO, M., LANGE, A. y MENVIELLE, E. 1975 Estudio sobre equivalencias ganaderas. Producción Animal (Buenos Aires, Argentina) 4: 161-190.
- COOP, I.E. 1965. A review of the Ewe Equivalent System. New Zealand Agric. Science 1(3):13- 18
- Rúa, M. Introducción al Pastoreo Racional Voisin. ¿Qué es el Pastoreo Racional Voisin (PRV)? 2015. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/introduccion-pastoreo-racional-voisin-t32864.htm>



<https://i2.wp.com/pulperiaquilapan.com/wp-content/uploads/2015/09/biodigestor-1.jpg?fit=1800%2C1200>

### DEFINICIÓN

Un biodigestor o digestor de desechos orgánicos es, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales-no se incluyen cítricos ya que acidifican-, etc) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

**Objetivos** El objetivo principal de su uso es producir gas combustible a partir de desechos orgánicos. Sin embargo, al ser integrados a un sistema de agricultura ecológica los biodigestores pueden brindar muchos otros beneficios, en articular el reciclado de nutrientes para la obtención de fertilizantes de alta calidad

### Descripción

El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales. El biodigestor cuenta con una entrada para el material orgánico, un espacio para su descomposición, una salida con válvula de control para el gas (biogás), y una salida para el material ya procesado (bioabono).



## **Hipótesis**

El biodigestor es sencillo de implementar con materiales económicos, representa gran beneficio a la solución de la problemática energética-ambiental, para realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales, y favorecer a la mitigación de los GEI.

## **Lugar de aplicación**

Debe estar cerca del lugar donde se consumirá el gas, cerca del lugar donde se recogen los desperdicios para evitar el acarreo debe estar en un lugar cercano al de almacenamiento del efluente y con una pendiente adecuada para facilitar el transporte y salida del mismo, a por lo menos 10-15 metros de cualquier fuente de agua y protegido de vientos fríos y donde se mantenga relativamente estable la temperatura, tratando de que reciba el máximo de energía solar.

## **Beneficios**

- Es una energía renovable y sustentable.
- Aprovecha la producción natural del biogás.
- Es posible utilizar los productos secundarios como abono o fertilizante.
- Evita el uso de leña local, así reduciendo la presión sobre los recursos forestales.
- Fomenta el desarrollo sustentable.
- Redirige y aprovecha los gases de efecto invernadero producidos por los vertederos y granjas industriales, lo cual reduce la huella de carbono de estos establecimientos y disminuye su contribución al cambio climático.
- Cumple con la normatividad nacional e internacional.
- Impide la contaminación de mantos acuíferos.
- Crea empleos especializados.
- Crea la posibilidad de incursionar un proyecto de vanguardia.
- Al depositar los residuos en un depósito hermético, se soluciona decididamente el problema de los insectos, la rotura de bolsas de residuos. Se evita la contaminación de las napas de agua. En el campo, se eliminan en un 80% los olores indeseables provenientes de las heces de animales, con el importante valor agregado de la drástica reducción de las enfermedades causadas por roedores e insectos.

## **Limitantes de implementación**

Idealmente, la ubicación debe de estar cerca de donde se recolecta la biomasa.

La temperatura de la cámara de digestión debe mantenerse entre 20° C y 60° C; puede ser limitante en lugares extremos.

El biogás contiene un subproducto llamado sulfato de hidrógeno, el cual es un gas corrosivo y tóxico para los seres humanos. Al igual a cualquier otro gas combustible, existe el riesgo de explosión o incendios por un mal funcionamiento, mantenimiento o seguridad.

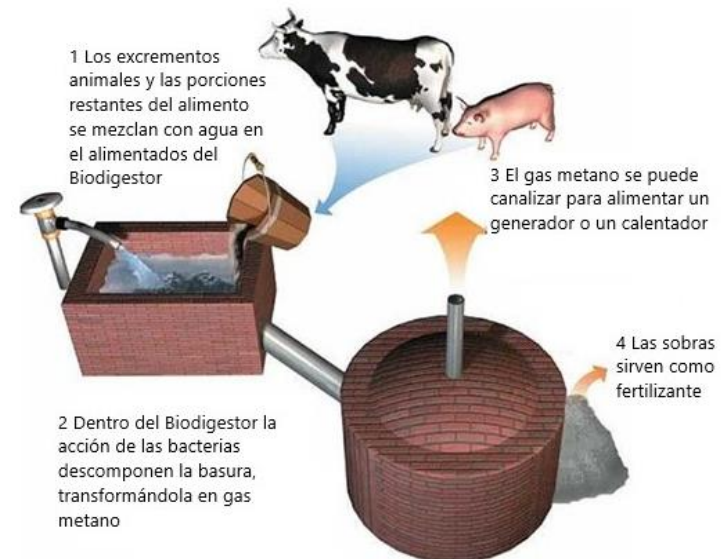
### Lecciones aprendidas

Con el biodigestor se aprovechan los desperdicios para producir energía renovable y de bajo costo. El fertilizante que se produce es excelente y tal vez más fácil de aprovechar que el gas. El biodigestor procesa los residuos orgánicos y acumula en un compartimento todo el gas obtenido, llamado Biogás siendo absolutamente apto para abastecer cualquier artefacto que se tenga en la casa o en el campo que funcione con gas envasado o de red.

### Metodología

Existen muchas variaciones en el diseño del biodigestor. Algunos elementos que comúnmente se incorporan son:

1. Cámara de fermentación: El espacio donde se almacena la biomasa durante el proceso de descomposición.
2. Cámara de almacén de gas: El espacio donde se acumula el biogás antes de ser extraído.
3. Pila de carga: La entrada donde se coloca la biomasa.
4. Pila de descarga: La salida, sirve para retirar los residuos que están gastados y ya no son útiles para el biogás, pero que se pueden utilizar como abono (bioabono).
5. Agitador: Desplaza los residuos que están en el fondo hacia arriba del biodigestor para aprovechar toda la biomasa.
6. Tubería de gas: La salida del biogás. Se puede conectar directamente a una estufa o se puede transportar por medio de la misma tubería a su lugar de aprovechamiento.



<https://civilgeeks.com/2015/05/27/los-biodigestores-importancia-y-beneficios/>

## Referencias

- Los biodigestores, importancia y beneficios <https://civilgeeks.com/2015/05/27/los-biodigestores-importancia-y-beneficios/>
- Biodigestores. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2013. Disponible en: <https://constructorelectrico.com/biodigestores/>
- Olaya Y. & González L. Fundamentos para el diseño de biodigestores. 2009. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

**FT5**

**DRENAJE AGRÍCOLA**

**ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN**



<https://i.ytimg.com/vi/li1oUkWhHlg/maxresdefault.jpg>

**DEFINICIÓN**

Es un conjunto de sistemas que desalojan, dan cauce y disponen el agua excedente de una parcela, por gravedad, de forma no erosiva usando canales.

**Objetivos**

La finalidad es controlar el contenido de humedad específica para cada tipo de cultivo y evitar pérdidas por exceso de agua en situaciones extremas.

**Descripción**

El drenaje agrícola es un conjunto de sistemas que desalojan, interceptan, dan cauce y disponen el agua excedente de una parcela a un lugar seguro. Esto se hace por gravedad, de forma no erosiva, por canales superficiales o subterráneos.

Sus dimensiones dependen de la profundidad del nivel freático y del volumen máximo que se pretenda evacuar, pero en general oscilan entre 0,4 y 1,5 m de profundidad y de 0,5 a 1,2 m de ancho.

## **Hipótesis**

Al implementar estas acciones se evitan daños a cultivos por lluvias intensas e inundaciones al evacuar excesos de agua. También se controla el contenido de humedad en el suelo para el desarrollo adecuado de los cultivos, lo cual incrementa la producción y con ello la seguridad alimentaria. La humedad retenida en época de lluvias puede ser benéfica durante los tiempos de sequía.

Muchos de los problemas del suelo agrícola podrían atenuarse con sistemas adecuados de drenaje, pero es necesario garantizar un buen funcionamiento y conocer sus limitaciones.

## **Lugar de aplicación**

Son de particular utilidad en zonas anegables como valles aluviales o predios con baja permeabilidad y suelos de arcilla o limo. se implementa en parcelas con pendientes entre 1 y 25%, que requieran controlar el nivel freático del suelo o sufran de inundaciones periódicas.

## **Beneficios**

- Esta medida incide en el ahorro energético en riego porque controla la humedad del suelo.
- Evita la pérdida de cosechas por inundaciones y mantiene las condiciones agrícolas de suelo adecuadas para maximizar rendimientos.
- Elimina el exceso de agua en tierras agrícolas y controla el nivel freático de tal forma que el balance de agua y sales sea óptimo en la zona de las raíces del cultivo (Pizarro, 1985).
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen.
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático.
- Reducir los riesgos asociados a eventos climáticos en las actividades productivas.
- Tener un impacto positivo sobre la economía de la comunidad en el corto plazo.

## **Limitantes de implementación**

Los drenajes agrícolas no se pueden implementar en tierras sin pendiente y en lugares donde no se pueda disponer el agua excedente de forma segura.

Los drenajes requieren mantenimiento y monitoreo constante; se pueden complementar con pozos de absorción,

almacenamiento de agua y sistemas de bombeo.

El costo de drenajes subterráneos es órdenes de magnitud mayor al de drenajes superficiales.

Los drenajes seccionan las áreas agrícolas, lo cual dificulta el uso de maquinaria y el acceso en general.

### Lecciones aprendidas

Es importante comenzar construyendo el menor número posible de drenajes y complementar la obra hidráulica de infiltración y escurrientías excedentes con medidas más sencillas.

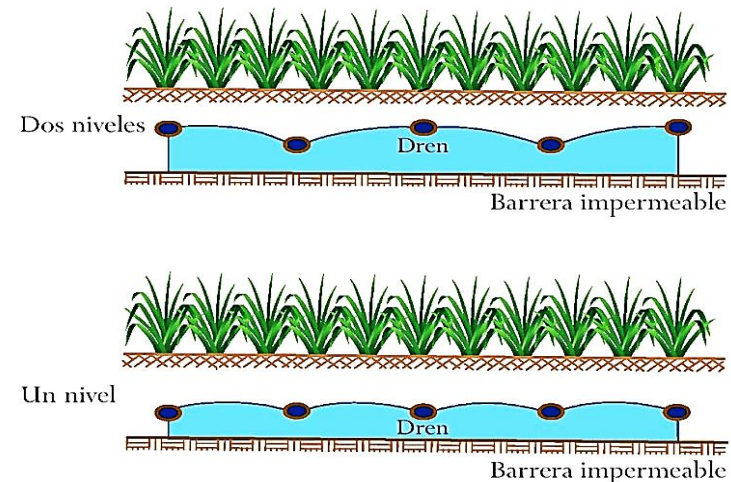
El dimensionamiento correcto es importante ya que un drenaje mal diseñado puede desecar el terreno.

### Metodología

1. Identificar las áreas donde naturalmente se encauzan los excedentes de agua dentro de un terreno.
2. Identificar el tipo de drenaje a usar (superficial o subterráneo).
3. Calcular profundidad, anchura y longitud de los drenajes dependiendo del origen y cantidad de agua que se quiere desplazar; del problema que ocasiona; de la permeabilidad del suelo, y del tipo de cultivo que se busca beneficiar.
4. Excavar las zanjas con declive de forma a no acumular sedimentos y obtener una velocidad mínima de 0,25 m/s.
5. Complementar los drenajes superficiales con bordos de
6. contención compactados o los subterráneos con rellenos de material
7. (grava, piedra) y con tubos de evacuación.

### Referencias

- Pizarro, F. (1985). Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Madrid: 2ª ed., Editorial Agrícola Española, S.A.
- Polón Pérez, R., et al. (2011). "Principales beneficios que se alcanzan con la práctica adecuada del drenaje agrícola". Cultivos Tropicales, vol. 32, no. 2, pp. 52-60. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193222422010.pdf>
- Ayers, R. y Westcot, D. (1985) Water Quality for Agriculture. Rome: FAO Irrigation and Drainage Papers, no. 29.



<http://www.cenicana.org/web/images/Cenicana/acerca-decenicana/drenaje-dos-profundidades.jpg>

- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>







<http://www.laprensa.hn/csp/mediapool/sites/dt.common.streams.StreamServer.cls?STREAMOID>

### DEFINICIÓN

Es una estructura sólida hecha a base de mampostería y cemento armado que está sujeta a flexión por tener que soportar empujes horizontales de diversos materiales, sólidos, granulados y líquidos.

### Objetivos

La función principal de los muros de contención, es la de evitar deslizamientos masivos y daños a infraestructura. Detener o reducir el empuje horizontal debido a: tierra, agua y vientos en las vías de comunicación terrestre, fluvial. Oleaje, aludes y erosión en las riberas.

### Descripción

Los muros de contención natural son estructuras construidas con materiales locales y algunos otros elementos que proporcionan estabilidad al terreno e incrementan su capacidad de contener el desplazamiento de suelo al modificar su talud natural.

Su construcción puede estar conformada por gaviones (en zonas de alto grado de infiltración) o por combinaciones de material rocoso y arcilloso, acomodado y compactado para ejercer una fuerza de empuje contraria a la de la tierra y de

resistencia a la erosión. Representa una alternativa al muro de hormigón, cuyos costos económicos y ambientales son significativos.

Protegen de deslizamientos al suelo y su cobertura vegetal, los cuáles pueden ser considerados como dos pilares de los servicios ecosistémicos.

### **Hipótesis**

La contención del suelo de laderas permite el establecimiento de una cubierta vegetal y con ello reduce la erosión por lluvia y viento.

Al ser estructuras permeables, los muros de contención natural promueven la infiltración de agua y ayudan a conservar la humedad del suelo, lo que reduce el impacto de sequías.

### **Lugar de aplicación**

Esta medida es apta para sitios en donde las viviendas, áreas de trabajo y pastoreo se encuentren en riesgo de presentar deslizamientos: por ejemplo, laderas con pendientes mayores a 50%. Se construyen normalmente en sitios con suelos erosionados y riberas de cauces naturales en riesgo por el propio flujo del río o por grandes avenidas de agua pluvial.

### **Beneficios**

- Su uso genera empleos temporales
- Son más económicas que otras estructuras (de tabique u otros materiales ligeros),
- Su cálculo y construcción son fáciles;
- No requieren de mantenimiento sofisticado,
- Es fácil conseguir los materiales con que se construyen,
- Protegen las vías y casas de las áreas urbanas,
- Tienen mayor durabilidad y resistencia al deterioro ambiental,
- Evitan pérdidas económicas de los insumos que se transportan por vía terrestre
- Controlan el deterioro de las márgenes de los ríos
- Son de utilidad en el mantenimiento de las áreas útiles de cultivo y también sirven para la delimitación de predios.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen.
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable
- Establecimiento de especies vegetales, mejorando la supervivencia de plántulas y evitando así la erosión

### **Limitantes de implementación**

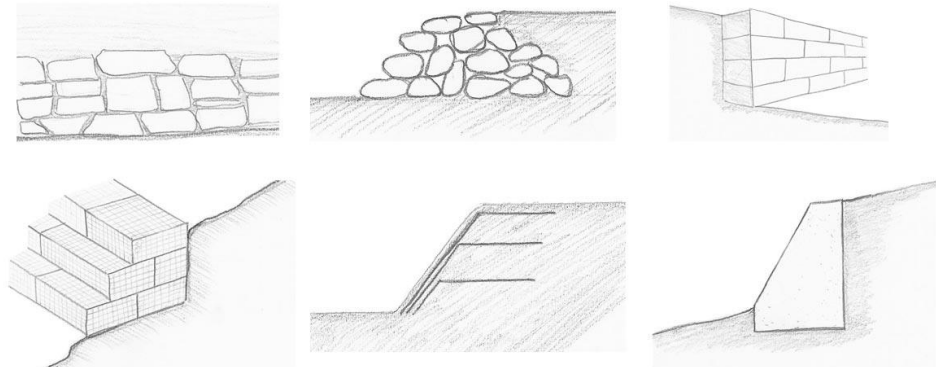
Al construirlos, debido a su peso, no se pueden establecer en terrenos de baja consistencia y cohesión (muy húmedos). Se deben de eliminar todos los materiales indeseables tales como: fragmentos de roca, material vegetal, suelos arenosos e inestables (derivados de cenizas volcánicas). No se pueden construir sobre laderas de suelo arenoso. Para muros de contención de piedra deben utilizarse piedras de tamaños mayores a 30 cm. En caso de que el muro se vaya a construir en un lecho rocoso, es conveniente realizar un anclaje con varilla corrugada. Los costos de construcción son altos y se requiere de conocimiento técnico especializado para su diseño.

### **Lecciones aprendidas**

Se recomienda remover la vegetación asentada sobre el muro por lo menos una vez al año para garantizar su integridad. Al construir el muro se debe considerar la instalación de tubos y canales de drenaje para permitir el desalajo de escorrentías que pongan en riesgo su estabilidad.

### **Metodología**

1. Realizar el diseño del muro con el apoyo de un profesional calificado, tomando en cuenta pendiente, cantidad de suelo a retener, intensidad media de las lluvias, tipo de suelo y coeficiente de escurrimiento.
2. Proyectar la dimensión del muro de contención sobre la ladera.
3. Realizar los cortes necesarios al terreno para facilitar el ingreso de materiales ya sea en vehículo de carga o manualmente.
4. Armar los gaviones con piedra y malla ciclónica.
5. Construir el muro.
6. Dar mantenimiento anual para garantizar su correcto funcionamiento.



<http://www.slowhome.es/wp-content/uploads/2016/11/tipos-de-muros-de-contenci%C3%B3n-para-una-casa-1.jpg>

## Referencias

- Muros de Contención. SAGARPA. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Muros%20de%20contenci%C3%B3n.pdf>
- Acuña, M. et al. (2012). Informe-Exposición: Estructuras de Contención: Ficha 258055. Centro de Desarrollo Empresarial y Agroindustrial.
- Fernández Reynoso, D. et al. (2009) Catálogo de Obras y Prácticas de Conservación de Suelo y Agua. Estado de México: Colegio de Postgraduados, CP/ SAGARPA.
- Keller, J. y Bliesner, R. (1990). Sprinkle and Trickle Irrigation. New York: Nostrand Reinhold.
- UPME. Unidad de Planeación Minero Energética: <http://www1.upme.gov.co/>.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>
- <http://www.slowhome.es/wp-content/uploads/2016/11/tipos-de-muros-de-contenci%C3%B3n-para-una-casa-1.jpg>

FT8

RESTAURACIÓN DE SUELOS/ACONDICIONAMIENTO DE SUELOS

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<http://conafomichoacan.blogspot.mx/2011/07/invertiran-29-mdp-del-proarbol-para.html>

### DEFINICIÓN

Es una necesidad de extrema urgencia para la economía nacional, y particularmente en la carrera para no perder la seguridad alimentaria y en el trabajo por el regreso de la soberanía nacional, señalan expertos integrados al centro de Capacitación y Competitividad Agroalimentaria Sustentable Ambiental (CYCASA).

### Objetivos

El objetivo de la restauración es dar estabilidad al suelo e incrementar los aportes de materia orgánica que ayudan a su restablecimiento.

### Descripción

Se realizan acciones de regeneración de los ciclos naturales del suelo mediante revegetación con especies rastreras y arbustivas, reforestación con especies arbóreas nativas, así como trabajos de contención con estacados. La restauración se desarrolla de acuerdo con las condiciones biológicas y edafológicas particulares de la región, lo cual también determina las especies a utilizar.

## **Hipótesis**

Al reconstituir el suelo se aumenta su capacidad de infiltración, lo que recarga mantos acuíferos y aumenta la disponibilidad de agua. El mayor contenido de humedad ayuda a establecer especies arbustivas y arbóreas que con sus raíces retienen suelo y evitan erosión y deslizamientos. Los árboles generan un microclima que disminuye los efectos de heladas, cambios bruscos de temperatura, vientos fuertes, extremos de calor, granizo y lluvias intensas sobre cultivos o ecosistemas. El conjunto de procesos de regulación de temperatura y humedad en el suelo y el aire reduce el potencial de sequías.

## **Lugar de aplicación**

Esta medida es específica para la recuperación de suelos pobres, degradados o con baja permeabilidad. Se utiliza en zonas deforestadas o erosionadas, con riesgo de deslave, pero también es útil en los límites de áreas conservadas para amortiguar los impactos de la expansión de la frontera agropecuaria.

## **Beneficios**

- Al proteger el suelo con plantas se obtienen múltiples beneficios: mejora de su calidad, humedad y fertilidad; incremento en flora y fauna; control de la erosión; captura de carbono; regulación de temperatura y agua, y mejora de la biodiversidad y productividad agrícola (Durán y Rodríguez, 2009).
- A corto plazo, las áreas restauradas ofrecen a las comunidades vecinas recursos naturales que apoyan su sostenibilidad.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático
- Reducir los riesgos asociados a eventos climáticos.
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable
- Tener un impacto positivo sobre la economía de la comunidad en el corto plazo.

## **Limitantes de implementación**

Existe poca información que valore de forma cuantitativa los beneficios de la restauración a corto plazo, lo cual puede dar la falsa impresión de que no es importante, necesaria o rentable. Las especies seleccionadas deben surgir de un análisis previo del sitio, estar adaptadas a las condiciones climáticas locales y tener la calidad genética requerida. De no ser así, se puede perder la inversión o romper el equilibrio del ecosistema.

## Lecciones aprendidas

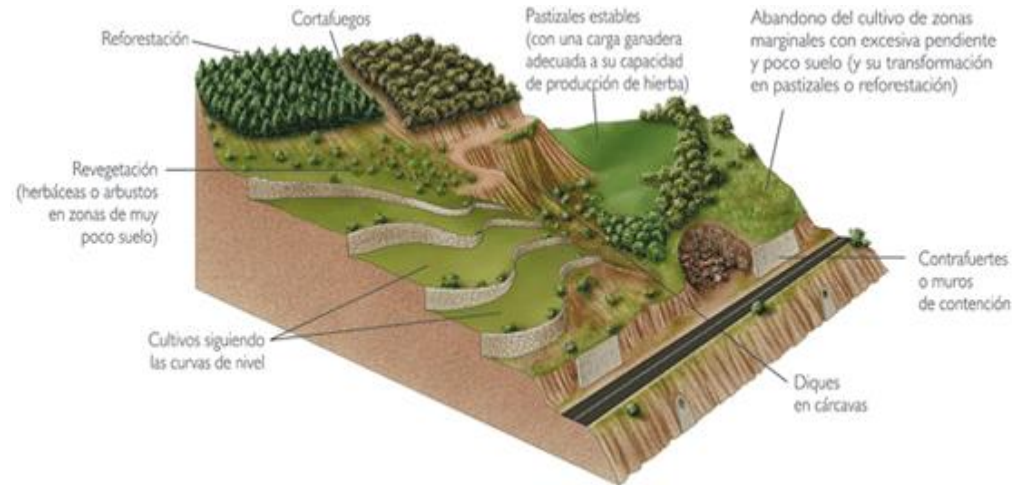
La reforestación incluida en la restauración, debe llevar mantenimiento y seguimiento por al menos dos años para asegurar la supervivencia de los individuos plantados. Es un proceso a largo plazo con beneficios integrales para toda una comunidad así que se requiere participación y apropiación de los beneficiarios. Se debe cuidar que durante el proceso de restauración el área no sea colonizada por especies oportunistas de sitios degradados para permitir el desarrollo de especies locales y propias de zonas forestales saludables.

Se recomienda combinar esta técnica con obras complementarias como tinajas ciegas, zanjas-bordo, drenajes pluviales y terrazas para favorecer un buen manejo y control del agua y suelo, así como la supervivencia de la vegetación.

El mantenimiento de los árboles reforestados disminuye dos años después de la siembra, pero se recomienda mantener los cuidados del área hasta que se establezcan los ciclo

### Metodología

1. Hacer un diagnóstico del estado del suelo y formular el programa de restauración con apoyo de un técnico.
2. Establecer especies pioneras para incrementar la estabilidad y contenido de materia orgánica del suelo.
3. Clavar estacas vivas de especies nativas arbóreas, de alrededor de 1.2 m, en los taludes con erosión severa y reforzarlas con estacas perpendiculares a la pendiente del terreno.
4. Reforestar con especies nativas de viveros locales o trasplantar retoños de áreas forestales aledañas cuando sea viable.  
Considerar una densidad media de 1200 árboles/ha.
5. Realizar acciones complementarias para la retención de suelo y agua.
6. Realizar tareas de mantenimiento.
7. Evaluar y dar seguimiento al programa.



[http://2.bp.blogspot.com/\\_tdK7AJ\\_NJws/TMMMVFtiQI/AAAAAAAAAW0/ji8f9DYtX\\_Y/s1600/prevenir-erosion.png](http://2.bp.blogspot.com/_tdK7AJ_NJws/TMMMVFtiQI/AAAAAAAAAW0/ji8f9DYtX_Y/s1600/prevenir-erosion.png)

## Referencias

- Restauración de suelos o la muerte de la agricultura. 2014. Disponible en: <http://www.tierrafertil.com.mx/restauracion-de-suelos-o-la-muerte-de-la-agricultura/>
- Rivera, J. y Sinisterra, J. (2005). Restauración Social de Suelos Degradados por Erosión y Remociones Masales en Laderas Andinas del Valle del Cauca Colombia con la utilización de obras de Bioingeniería. V Congreso Nacional de Cuencas Hidrográficas. Cali.
- Vargas, O. (2007). Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino. 2ª ed. Universidad Nacional de Colombia
- Durán, V. y Rodríguez, C. (2008). "Soil-Erosion and Runo Prevention by Plant Covers: A Review". *Agronomy for Sustainable Development* 28: 65–86.
- Pimentel, D. y Kounang, N. (1998). "Ecology and soil erosion in ecosystems". *Ecosystems* 1, 416–426. | TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers (2009). Chapter 9: Investing in ecological infrastructure.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>





<https://agroclique.com.br/wp-content/uploads/2017/03/irrigacao-por-gotejamento-15-1140x610.jpg>

## DEFINICIÓN

Es un Método de Riego moderno en el cual el agua es aplicada directamente y de forma lenta en la zona radicular de la planta. En los sistemas de riego por goteo se utiliza emisores de caudales bajos y las presiones de operación son relativamente bajas. De esta manera, se reducen los gastos de agua innecesarios.

## Objetivos

Este Método o Sistema de Riego, permite la utilización óptima de agua y abonos al localizar su aplicación en la zona de raíces de los cultivos.

## Descripción

Mediante un número variable de puntos de emisión, llamados goteros, y una alta frecuencia de aplicación, a través de caudales pequeños, a baja presión, lo que permite el ahorro de agua. Dicho ahorro se logra de dos maneras: al hacer que el agua percole en el suelo sin que se evapore o escurra y al proveer agua en la zona de raíces, justo donde las plantas la requieren. El sistema es de fácil diseño e instalación y generalmente está compuesto por la fuente de agua, la unidad de bombeo, la unidad de fertilización, filtros, la red de distribución y los goteros.

## **Hipótesis**

Los efectos de las sequías, el calor extremo y los cambios en patrones de lluvia pueden ser aminorados por el sistema de riego por goteo debido al aprovechamiento deficiente que se hace del agua durante su distribución y aplicación. El ahorro de agua permite producir incluso en condiciones de menor disponibilidad, lo cual aumenta la seguridad alimentaria.

## **Lugar de aplicación**

Zonas con sequías estacionales prolongadas, en las que se construyan reservorios o que cuenten con fuentes de agua, y se busque incrementar la productividad o alargar los periodos de cultivo. En caso de existir suficiente diferencia de altura entre la fuente y el terreno, la distribución puede hacerse por gravedad en lugar de bombeos.

## **Beneficios**

- Utilización eficiente del recurso hídrico.
- Con las prácticas correctivas los suelos se tornan físicamente estables, lo cual implica mejor drenaje en épocas de lluvia y mayor retención de humedad durante épocas secas.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable
- Tener un impacto positivo sobre la economía de la comunidad en el corto plazo
- Disposición exacta del agua en el lugar en que necesita la planta

## **Limitantes de implementación**

La inversión inicial es alta debido a la cantidad de materiales que se deben adquirir, y si se requiere de un sistema automatizado el precio se incrementa aún más.

Una instalación inadecuada del sistema puede resultar en deficiencias de agua y un mal desarrollo de las raíces y las plantas, así que es importante contar con la asesoría de un técnico calificado.

Existe un alto riesgo de obturación de los emisores y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego. Por ello es necesario incluir un sistema de filtración que dependerá de las características del agua utilizada.

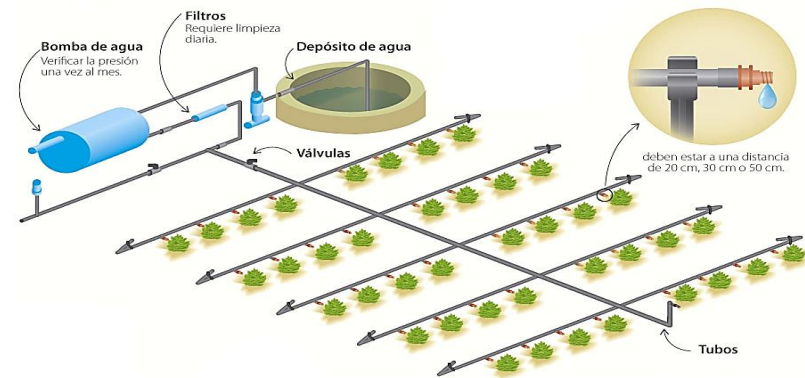
## Lecciones aprendidas

Algunos productores han diseñado filtros a base de arena de bajo costo, hechos con materiales disponibles localmente. La cobertura del suelo con materia orgánica (restos de cosecha o abonos verdes) ayuda a conservar humedad además de proveer nutrientes adicionales al suelo, incrementando así la eficiencia del riego.

Los mejores casos de éxito se dan cuando los agricultores tienen un conocimiento claro sobre las características técnicas del sistema y los requerimientos de agua del cultivo.

## Metodología

1. Identificar el cultivo y el área de la finca donde se va a implementar.
2. Analizar las características del suelo y la cantidad de agua requerida por el cultivo en cuestión.
3. Diseñar el sistema con ayuda de un técnico.
4. Realizar el montaje, que comprende la excavación de zanjas y tendido de la tubería, la construcción de casetas para los diferentes elementos (bombas, filtros, tanques de agua) e instalación de los goteros en los puntos de riego de la red.
5. Dar mantenimiento al sistema, teniendo especial cuidado en que los goteros no se obstruyan por sólidos suspendidos o disueltos en el agua.



<http://www.gestiriego.com/public/img/3197-elementossistemaderiego.jpg>

## Referencias

- Horcajo D. Riego por Goteo. ¿Qué es? Ventajas y desventajas. Disponible en: <https://www.agrohuerto.com/riego-por-goteo-que-es/>
- Karmeli, D., Peri, G. y Todes, M. (1983). Irrigation Systems. Design and Operation. Oxford: Oxford University Press.
- FINTRAC (2001). Programa de Riego por Goteo: resultados reales para personas reales. Programa de riego por goteo del Centro de Desarrollo de Agronegocios, CDA. Honduras: FINTRAC, Marzo.
- Dippenaar, M., Barnard, C., Pretorius, M. (1997). "Yield and gross margin of cotton under drip and sprinkle irrigation". Applied Plant Science vol. 11, no. 1, pp. 7-12.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>



<https://i.ytimg.com/vi/umwQ600lbwA/maxresdefault.jp>

### DEFINICIÓN

Es un sistema de riego en el que el agua se aplica en forma de una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo de se infiltre en el mismo punto donde cae. Para ello es necesaria una red de distribución que

permita que el agua de riego llegue con presión suficiente a los elementos encargados de aplicar el agua (aspersores o difusores).

### Objetivos

Su objetivo es producir una lluvia uniforme sobre toda la parcela, y con una intensidad tal que el agua infiltre en el mismo punto donde cae

### Descripción

Este sistema utiliza dispositivos de emisión o descarga(aspersores) en los que la presión disponible en el ramal induce un caudal de salida, estos aspersores pueden ser estacionarios (Móviles, semifijos o fijos) o de desplazamiento continuo (ramales desplazables o aspensor gigante)

### Hipótesis

La elección de este Sistema de Riego, depende de la fuente de agua disponible, cultivo asociado, fuente de energía (gravitacional, eléctrica, fotovoltaica, combustible, etc), dinero que disponga y el tipo de terreno que posee.

## Lugar de aplicación

Suelos en los que se desee obtener máxima eficiencia de cultivo, suelos de pequeña o gran magnitud, de relieve regular o forma irregular

## Beneficios

- Es independiente de las características del suelo
- Adaptable a diferentes láminas netas y velocidades de infiltración
- Control preciso de las dosis de agua
- No necesita nivelación o sistematización
- Es adaptable a rotaciones de cultivos
- Permite la automatización
- Es totalmente entubado
- Permite una alta velocidad de infiltración
- No es indispensable la mano de obra especializada
- Evita la acumulación de sales en las capas superiores de terreno
- Facilita la germinación de semillas en climas áridos

## Limitantes de implementación

El viento puede ocasionar mala uniformidad de humedad  
Es un sistema que necesita altas inversiones y costos operativos  
La salinidad del agua puede tener efectos sobre los cultivos  
Es necesario establecer una correcta programación de riegos  
Es necesario dar presión al agua  
Existe el riesgo de compactar el suelo, debido a la caída de agua  
Puede favorecer el desarrollo de algunas enfermedades

## Lecciones aprendidas

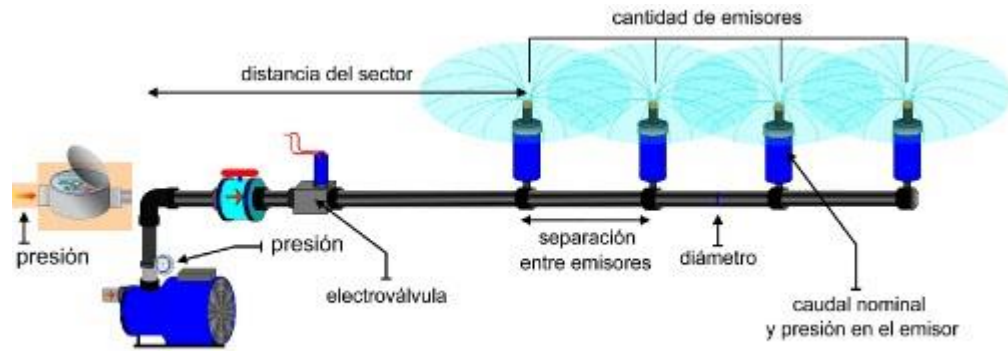
Para reducir las perturbaciones que ocasiona el viento en un sistema de riego por aspersión. Es necesario colocar los aspersores menos espaciados entre sí, para cubrir totalmente el terreno a regar. La colocación de los aspersores puede ser en triángulo o en cuadrado



<https://estudiandoagriculturaentaiwan.blogspot.mx/2017/04/jen-gibre-riego-por-aspersion.html>

## Metodología

1. Es necesario definir la planta que se desee sembrar
2. Determinar el poder retentivo del terreno de acuerdo al tipo de suelo y la profundidad que alcancen las raíces de las plantas a cultivar
3. Plano de la superficie a ser regada
4. Toma desde un río, lago o embalse;
5. Determinar la humedad necesaria para las cosechas
6. Determinar la dirección e intensidad de los vientos dominantes
7. Determinación de la lámina y turno de riego
8. Número de horas de funcionamiento diario
9. Intensidad de aplicación de agua
10. Determinar el consumo total de agua a aplicar (total, por turno de riego, por mes)
11. Elección del tipo de aspersor (fijo, semifijo o móvil)
12. Número de aspersores (según la superficie)
13. Redes principal y secundaria de tuberías necesarias
14. Equipo de bombeo



<https://aguasaneamientoohigiene.files.wordpress.com/2011/11/lotusmallorca62.jpg>

## Referencias

- Alonso, D. El Riego por Aspersión. Disponible en: <http://lan.inea.org:8010/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/El%20riego%20por%20aspersi%C3%B3n.pdf>
- Tarjuelo, J. R. Universidad de Castilla-La Mancha. 2005. Riego por Aspersión. Disponible en: [http://ruralcat.gencat.cat/migracio\\_resources/633281\\_tarjuelo.pdf](http://ruralcat.gencat.cat/migracio_resources/633281_tarjuelo.pdf)
- Pulgar, Jaime. Ministerio de Agricultura. Riego por Aspersión. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1955\\_13.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1955_13.pdf)
- Estudiando agricultura en Taiwán. Riego por aspersión. 2017. Disponible en: <https://estudiandoagriculturaentaiwan.blogspot.mx/2017/04/jengibre-riego-por-aspersion.html>

## EDUCACIÓN Y CULTURA

FT2

DESARROLLO DE PROYECTOS ECO-TURÍSTICOS/ECOTURISMO

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<http://adventuremexico.travel/wp-content/uploads/2015/10/ecoturismo-latzi-belli-oaxaca-cascada.jpg>

### DEFINICIÓN

Ecoturismo o turismo ecológico es la actividad turística que se desarrolla sin alterar el equilibrio del medio ambiente y evitando los daños a la naturaleza. Se trata de una tendencia que busca compatibilizar la industria turística con la ecología.

### Objetivos

Propiciar un intercambio entre visitantes y comunidad para estimular la educación ambiental y el comercio justo, minimizando daños en el entorno natural, así como satisfaciendo las necesidades de las zonas ambientales

### Descripción

Es una herramienta de desarrollo económico basada en la existencia, conservación y aprovechamiento sustentable de bienes y servicios ecosistémicos, haciéndolos disponibles a visitantes. La presión de los visitantes sobre el ecosistema disminuye

cuando se emplean ecotecnologías para la provisión de servicios (agua y saneamiento, manejo de residuos). Se enfoca en el turismo local a pequeña escala hacia áreas conservadas o zonas de producción agropecuaria (agroturismo) con oportunidad de apreciar la naturaleza, los valores y tradiciones culturales asociados y los productos sustentables que se pueden obtener. El Ecoturismo se basa en los recursos locales, tiene bajo impacto y provee beneficios socioeconómicos a las poblaciones encargadas de conservar el bien o servicio promovido.

### **Hipótesis**

El principal objetivo del ecoturismo es diversificar los ingresos de los productores de modo que, al complementar sus actividades, se puede disminuir la presión ejercida por ciertos impactos del cambio climático como pérdida de productividad agrícola, daños a cultivos, necesidad de mayores insumos, e incluso menor disponibilidad de agua. Si bien el ecoturismo no atiende amenazas de manera directa, se tiene una menor dependencia de factores climáticos para la generación de ingresos.

### **Lugar de aplicación**

El ecoturismo se puede implementar en áreas naturales que posean atractivos paisajísticos, culturales o ecológicos particulares y, de preferencia, accesibilidad a mercados o un público específico.

### **Beneficios**

- Se promueve la conservación del área natural salvaguardando su diversidad biológica y cultural.
- La población local se ha visto beneficiada con los nuevos empleos generados.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático.
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable.
- Tener un impacto positivo sobre la economía de la comunidad en el corto plazo.

### **Limitantes de implementación**

La correcta implementación del ecoturismo requiere de planificación, capacitación y manejo adecuado del ecosistema y la aprobación de la comunidad, lo cual lleva tiempo. El número máximo de visitantes debe establecerse con base en la capacidad de carga del ecosistema. (Weaver, 1998). Requiere la participación activa de la comunidad y Educación para la



conservación.

### Lecciones aprendidas

La probabilidad de éxito se incrementa vinculando distintos actores clave (gobiernos locales, ONG, comisiones de áreas protegidas) para obtener apoyo en la planificación o en la obtención de incentivos económicos; conociendo la normatividad ambiental (categorías de conservación, lineamientos de ordenamiento territorial) para saber lo que es posible realizar en el área, e integrando negocios locales para diversificar los servicios ofrecidos.

Una capacitación adecuada sobre la importancia de manejar correctamente los recursos del área garantiza su conservación y la permanencia del proyecto.

### Metodología

1. Identificar los atractivos paisajísticos, ecológicos y culturales del sitio con base en bienes y servicios ecosistémicos.
2. Evaluar la capacidad de carga del sistema.
3. Evaluar la viabilidad del proyecto y establecer un plan de negocios.
4. Vincular a organizaciones comunitarias locales, autoridades de gobierno y demás actores clave para acordar responsabilidades y beneficios.
5. Gestionar permisos y trámites para cumplimiento de la normatividad.
6. Capacitarse sobre administración de negocios y servicio a clientes.
7. Proveer capacitación a los trabajadores sobre conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de recursos.
8. Acondicionar el área.
9. Realizar actividades de mercadeo.
10. Aplicar prácticas de conservación, manejo de residuos, gestión de agua y demás medidas necesarias para minimizar el impacto ambiental de la actividad.



Dimensiones del Ecoturismo.  
Elaboración propia

## Referencias

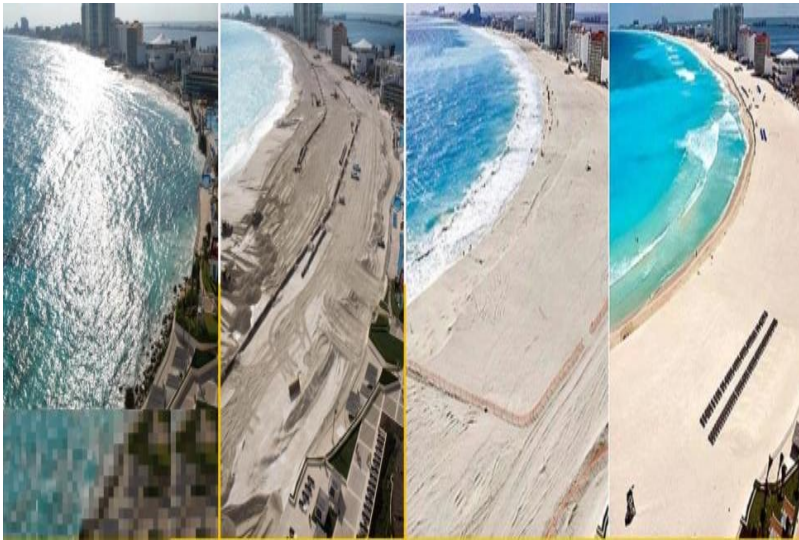
- Ecoturismo Certificado en México. Adventure México. Disponible en: <http://adventuremexico.travel/organizaciones/ecoturismo-certificado/>
- ¿Qué es el Ecoturismo? Disponible en: <https://www.viajejet.com/ecoturismo/>
- Lindberg, K. et al. (1994). An Analysis of Ecoturism's Economic Contribution to Conservation and Development in Belize, vol. 1. World Wildlife Fund.
- Schaller, D. (1995). "Indigenous Ecoturism and Sustainable Development: The Case of Río Blanco, Ecuador" en Ecoturism Research and Other Adventures
- Weaver, D. B. (1998) Ecoturism in the Less Developed World. Wallinford/New York: Cab International.
- SEMARNAT (2006). Introducción al turismo comunitario. México: 2ª ed. | Dasenbrock, J. (2002). "The Pros and Cons of Ecoturism in Costa Rica". TED Case Studies, no. 648, enero.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>

## ZONAS COSTERAS

FT1

### ALIMENTACIÓN DE DUNAS COSTERAS Y PLAYAS

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<https://aclarando.files.wordpress.com/2010/07/cancun-punta-cancun-relleno-comparacion-2008-2010.jpg?w=1024&h=357>

#### DEFINICIÓN

Es una técnica que ayuda a detener o controlar ese proceso regresivo de la costa, para fortalecer las playas y cordones litorales mediante la aportación artificial de arenas o gravas a las playas.

#### Objetivos

Tienen como objetivo fundamental fortalecer las playas y cordones litorales mediante la aportación o alimentación artificial con los sedimentos apropiados: arena o gravas

#### Descripción

La playa es un elemento dinámico y en permanente movimiento, debido a la acción de los agentes climáticos marítimos y atmosféricos sobre el sedimento que la constituye. La mejor defensa de una playa, es una playa. La alimentación artificial para

fortalecer las playas y cordones litorales, es una solución donde se trata de suplir en algunos tramos el déficit de aportes sedimentarios, con o sin apoyo de estructuras marítimas, se vierten arenas sobre la playa seca sin emplear estructuras que sujeten o reduzcan la energía del oleaje, empleando fuentes de sedimentos originales con los aportados,

### **Hipótesis**

Cuando la franja litoral que conforma la playa se ve alterada o invadida, no permitiendo el libre movimiento de sedimentos, en periodos de temporales fuentes, ante los embates de los agentes climáticos marinos, especialmente el oleaje, la playa tiende a conformarse como si en realidad pudiera evolucionar de manera natural, cuando su funcionamiento dinámico es inadecuado no existe una fuente estable de sedimentos que alimente al sistema, y además, existen barreras que impiden el libre transporte sólido y preservación del litoral, así como hábitat de flora y fauna, la alimentación de playas puede ser una buena alternativa para su recuperación.

### **Lugar de aplicación**

Playas en las que se haya perdido la condición de defensa costera, con procesos erosivos y merma de ecosistemas.

### **Beneficios**

- Ayuda a incrementar la superficie de playa seca disponible y asegurar una anchura suficiente en las estaciones de mayor utilización.
- Asegurar la presencia estable de un tamaño más pequeño de áridos, normalmente pequeños callaos o cantos rodados, cuando se trata de playas con grandes bolos, debiendo tener en cuenta las consideraciones medioambientales.
- Para suavizar artificialmente unas duras condiciones naturales de oleaje, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- Conseguir que su utilización sea más compatible con el mantenimiento de un buen estado ecológico.
- Beneficia la protección y mejora de ecosistemas y hábitats.
- Favorece la recuperación de zonas litorales degradadas



<http://blogdegeografiadejuan.blogspot.mx/2015/08/como-regenerar-una-playa-con-arena-la.html>

## Limitantes de implementación

La restauración puede requerir mucha inversión y tiempo, especialmente por los estudios necesarios para identificar los problemas o amenazas que afectan el área y seleccionar las acciones y la aplicación de los métodos. Para lograr el éxito del proyecto en el tiempo, se debe asegurar que existe un aporte de arena a la playa por medio del oleaje y mareas y que el aporte de arena por corrientes paralelas a la costa no esté obstruido por espigones o escolleras los cuales generalmente tienen una orientación perpendicular a la línea de costa alterando la dinámica del movimiento de sedimentos.

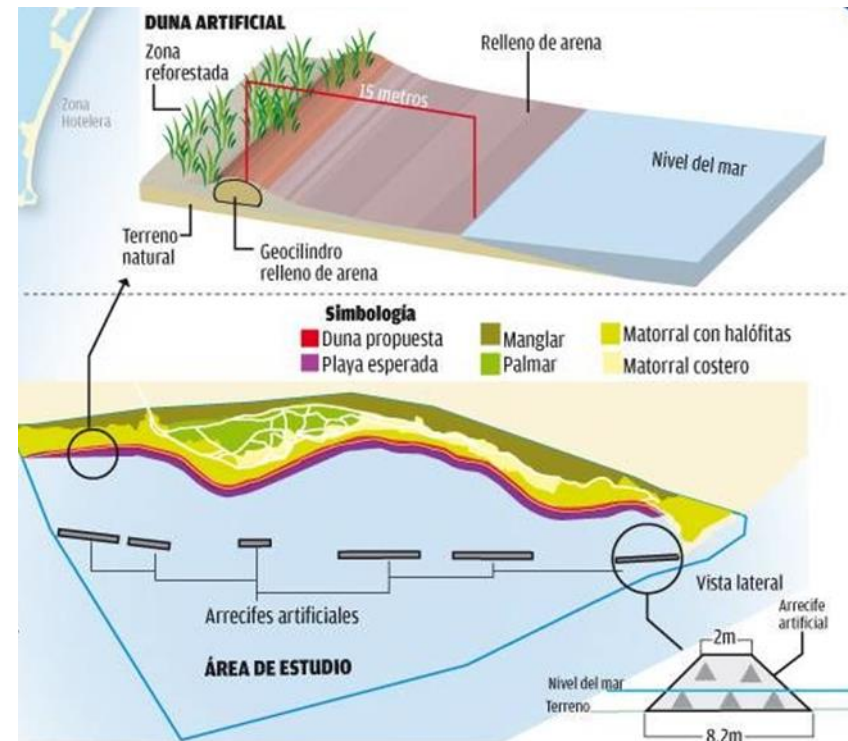
## Lecciones aprendidas

Si predomina la erosión, las dunas restauradas tendrán un periodo de vida sumamente corto y será necesario llevar a cabo programas permanentes para mantenerlas, utilizando fuentes externas de sedimentos, y el costo se elevará. En el caso de las dunas que se forman en los deltas de ríos, estuarios, islas de barrera y en cabos, no se recomienda realizar acciones de restauración debido a que son altamente dinámicas y pueden desaparecer durante una tormenta o inundación, de manera que no existe garantía de que perduren las acciones para estabilizarlas o restaurarlas.

## Metodología

La alimentación artificial para fortalecer las playas y cordones litorales, con o sin apoyo de estructuras marítimas, se puede hacer de tres formas distintas:

1. El primero se refiere a las actuaciones de alimentación que intentan reforzar artificialmente el suministro natural de sedimentos a las playas cuando este es deficitario.
  - Mediante la utilización de sedimentos que están presentes en el sistema litoral, y que toman parte en los procesos litorales, desde los cauces hasta el pie de las playas existentes en la costa.
  - Mediante la aportación de áridos ajenos al sistema litoral y a la dinámica sedimentaria costera.
2. El segundo tipo se presentaría cuando la aportación de material no obedece a un déficit estructural de la playa, sino a



la necesidad de mejorar sus condiciones de uso.

- En este supuesto se pueden utilizar también sedimentos procedentes de otras zonas del sistema litoral o de fuentes externas, que sí que determinaría la inyección neta de un cierto volumen de sedimentos a la costa.

3. El tercer tipo se refiere a la alimentación de arena ligada a la construcción de nuevas playas artificiales, según la caracterización posteriormente descrita para éstas.

<http://sipse.com/imgs/072016/060716b322c2ddb.jpg>

- También en este caso los sedimentos de aportación pueden venir del propio sistema litoral, en cuyo caso se colocarían sobre una zona donde no cabría encontrarlos de manera natural, o de fuentes exteriores.

En todos los casos, el sistema de alimentación artificial a la costa que se sea seleccionado debe diseñarse tras el análisis de la mejor gestión de los sedimentos presentes en el sistema litoral y Demarcación Hidrográfica, aprovechando al máximo su disponibilidad, y evitando en lo posible su pérdida por inmovilización o salida del circuito sedimentario litoral.

## Referencias

- Directrices sobre actuaciones en playas. Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/es/costas/publicaciones/directrices\\_sobre\\_playas\\_tcm7-153279.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/costas/publicaciones/directrices_sobre_playas_tcm7-153279.pdf)
- Dunas costeras. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/dunasCosteras.html>
- Ley C., Gallego J. & Vidal C. 2007 Restauración de sistemas dunares. Manual de restauración de dunas costeras. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/es/costas/publicaciones/manual\\_restauracion\\_dunas.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/costas/publicaciones/manual_restauracion_dunas.aspx)
- Yepes V., 2014. Intervención en una playa: justificación y técnicas. Disponible en: <http://victoryepes.blogs.upv.es/2014/06/25/intervencion-playa-justificacion-tecnicas/>
- Dune restoration in the beach of “La Creu”, Valencia (Valencia). Disponible en: <http://www.ingemar.es/project/restauracion-playa-la-creu/?lang=en>
- SEMARNAT. Manejo de ecosistemas de dunas costeras, criterios ecológicos y estrategias. 2013. Disponible en: <http://www.ileanaespejel.com/uploads/1/1/3/3/11330338/cd001496.pdf>
- Cómo regenerar una playa con arena: la Playa de la Victoria y Santa María del Mar de Cádiz. 2015. Disponible en: <http://blogdegeografiadejuan.blogspot.mx/2015/08/como-regenerar-una-playa-con-arena-la.html>

FT2

BARRERAS DE INTRUSIÓN DE AGUA SALADA

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<https://i2.wp.com/jovenesconstruyendo.org/wp-content/uploads/2015/04/agua.jpg?resize=800%2C445>

### DEFINICIÓN

Una barrera es un límite para evitar el movimiento o intrusión del agua de mar en acuíferos de agua dulce debido a los procesos naturales o actividades humanas, causada por la disminución de los niveles de agua subterránea o aumentos de los niveles de agua de mar.

### Objetivos

El objetivo de las barreras de intrusión es controlar y prevenir la excesiva intrusión de agua salada.

### Descripción

El establecimiento de barreras físicas, sólo pueden establecerse en acuíferos poco profundos. Estas barreras pueden ser tablestacas, zanjas rellenas de arcilla, bentonita o cemento. El gran inconveniente de esto son los grandes costos que implica y la resistencia de las estructuras contra terremotos o erosión química.

### Hipótesis

Como consecuencia de la sobreexplotación de acuíferos cercanos a la costa, se produce la contaminación de acuíferos por intrusión de agua salada debido a su mayor densidad, esto ocasiona la inutilización de esta agua para la mayoría de usos.

## Lugar de aplicación

Acuíferos costeros contaminados por intrusión salina

## Beneficios

- Recuperación de acuíferos costeros
- Limita la sobreexplotación
- Restaurar la calidad del agua
- Favorece el incremento de la restauración y conservación de hábitats
- Recuperación de recursos vivos costeros y marinos

## Limitantes de implementación

Según la experiencia existen dificultades técnicas de mantenimiento

Falta de financiamiento ya que son medidas de alto costo

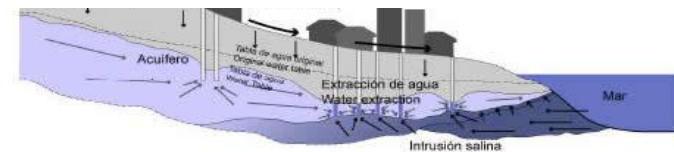
## Lecciones aprendidas

Es de vital importancia crear conciencia en las comunidades sobre las implicaciones sobre los ecosistemas de la intrusión de agua salada. La recuperación de la calidad de las aguas del acuífero, no necesariamente implica la creación de una barrera de intrusión, sino que puede haber algún grado de recuperación solo con limitar las extracciones para uso antropogénico, redistribución de captaciones y/o construcción de pequeños dispositivos de infiltración,

## Metodología



aguas-subterraneeas-prospeccion-y-explotacion-maxima-acuíferos/image003.png





Dependiendo del tipo de barrera que se utilice o ajuste a las necesidades de recuperación del acuífero, es necesario hacer una caracterización del mismo, hacer su delimitación tanto en extensión lateral como en profundidad, determinar los parámetros dinámicos de los acuíferos, como dirección del flujo, gradiente hidráulico, permeabilidad, entre otros.

**Barrera de depresión.** Consiste en crear una línea de descensos, en los niveles piezométricos, bombeando en una serie de captaciones adyacentes y paralelas a la línea de costa, que penetren completamente en el acuífero, incluida la porción de agua que se encuentra por debajo de la interfase. Esta depresión limita la intrusión marina hacia el interior. Tal barrera sólo se justifica como una solución transitoria, para reducir la salinidad en acuíferos con intrusión, hasta que sea posible la aplicación de otro método.

**Barrera de recarga costera.** La barrera de recarga es exactamente lo contrario a la barrera de depresión. Esta barrera se crea mediante unos pozos superficiales de recarga o un área de infiltración. La función de la barrera de recarga es crear y mantener una línea de presión de agua dulce, adyacente y paralela a la costa. Esta barrera de presión debe tener altura suficiente, por encima del nivel del mar, para poder mantener la interfase en la posición adecuada.

**Barrera subterránea impermeable.** En acuíferos relativamente superficiales se sugiere la construcción de una presa sumergida, mediante una empalizada o un muro de arcilla, para reducir la permeabilidad del acuífero cerca de la costa, con el fin de prevenir la intrusión marina. El método es muy caro, aunque los costos de su operación y mantenimiento serían bajos. Además, hace posible la completa utilización de la capacidad de almacenamiento del acuífero.

**Barreras hidráulicas.** Las barreras de inyección hidráulica son una serie de pozos establecidos a lo largo de la costa mediante los cuales se inyecta agua que mantiene los niveles piezométricos del acuífero suficientemente estables, de esta forma se crea una barrera que evita el flujo de agua salada hacia el interior (Tibbott, 1992). Estos pozos pueden ser vistos como pozos de recarga artificial, técnica ampliamente implementada como método de almacenamiento a largo y corto plazo ya que presenta grandes ventajas sobre el almacenamiento superficial (Bouwer, 2002).

## Referencias

- Mercado A. Intrusión marina- Factor determinante en la gestión de los acuíferos costeros. Disponible en: [http://aguas.igme.es/igme/publica/pdfTiac/9\\_intrusion.pdf](http://aguas.igme.es/igme/publica/pdfTiac/9_intrusion.pdf)
- Ballesteros B. & López J. Recuperación de la calidad del acuífero costero de la plana de Jávea mediante la explotación sostenible de sus recursos. Disponible en: <http://aguas.igme.es/igme/publica/pdflib15/017.pdf>
- Custodio, E., Cacho, F., Peláez, M.D., García, J.L. 1976. Problemática de la intrusión marina en los acuíferos del delta del Llobregat. II Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Sección de Ciencias Hidrológicas. Barcelona.

- Ortuño F. & Niñerola J. La barrera hidráulica contra intrusión marina y la recarga artificial en el acuífero del Llobregat (Barcelona España). Disponible en: [http://www.igme.es/Boletin/2009/120\\_2\\_2009/235-250.pdf](http://www.igme.es/Boletin/2009/120_2_2009/235-250.pdf)
- Botero, A. 2015. Simulación a escala de laboratorio de barreras hidráulicas contra la intrusión salina en acuíferos costeros confinados considerando los efectos de la estratificación del medio. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/49704/1/1077032642.2015.pdf>

## SECTOR SALUD

FT1

PLANEACIÓN DE CRECIMIENTO POBLACIONAL INTELIGENTE

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<http://www.thedrive.com/news/6867/at-the-detroit-auto-show-fords-city-of-tomorrow-upstages-f-150-bronco>

### DEFINICIÓN

Son instrumentos técnicos y normativos que se utilizan para ordenar el uso del suelo y regular las condiciones para su transformación o conservación, generando bienestar para las personas, así como sustentabilidad social, económica y ambiental.

### Objetivos

Su principal objetivo es controlar la expansión de las manchas urbanas y consolidar las ciudades para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, además de diseñar instrumentos normativos, fiscales, administrativos y de control para la gestión del suelo, evitar asentamientos en zonas de riesgo y disminuir la vulnerabilidad de la población ante desastres naturales.

### Descripción

La planeación de crecimiento poblacional inteligente se pretende, lograr mediante una distribución territorial equilibrada de la población, reducir la desigualdad social y regional, además de potenciar los beneficios del cambio demográfico para orientar el crecimiento de la población, y; fortalecer opciones de empleo, migración y residencia, productivas, competitivas y sostenibles.

## **Hipótesis**

Con esta medida se pretende la regulación de asentamientos humanos en zonas de riesgo para así evitar los daños a infraestructura y problemas de salud ocasionados por los eventos meteorológicos extremos, ante la vulnerabilidad de la población, además; implementar acciones para mejora de una movilidad sustentable.

## **Lugar de aplicación**

Ciudades o población con vulnerabilidad alta o muy alta y poblaciones con alto índice de crecimiento demográfico.

## **Beneficios**

- Minimización de impactos negativos
- Mejora de oportunidades laborales
- Reducción de riesgos de salud
- Reducción de enfermedades infecciosas de origen hídrico
- Reducción de la vulnerabilidad social

## **Limitantes de implementación**

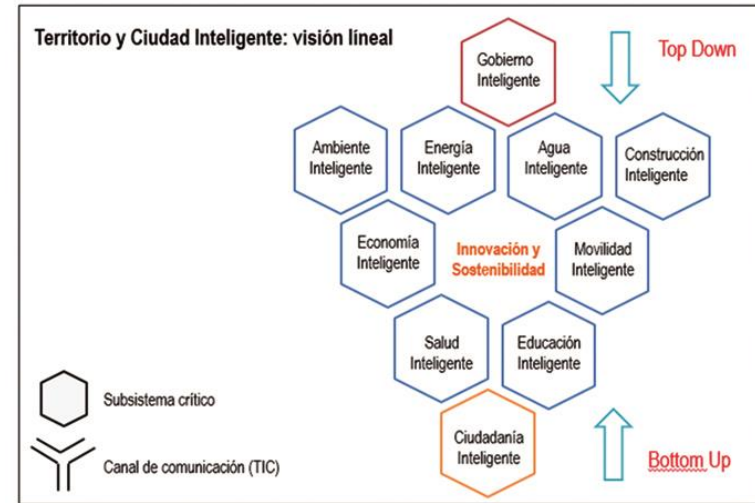
Entre las limitantes principales a que se enfrenta esta medida, son la falta de regulación de crecimiento urbano en zonas de alto riesgo y la falta de conciencia de la población ante la zona vulnerable en que se encuentra. Falta de financiamiento en caso de que se deba construir alguna infraestructura de protección, movilización de población o estudios de diferentes tipos de riesgo según el área geográfica.

## **Lecciones aprendidas**

En esta medida de planeación, es importante buscar el equilibrio en todos los aspectos, es importante la protección y conservación de suelos, preservación de centros históricos, de Áreas Naturales Protegidas y regulación de construcciones, para reducir riesgos e impactos que dañen integridad de las personas y sus bienes, como consecuencia de eventos meteorológicos extremos.

## Metodología

La metodología a aplicar dependerá de la conciencia e involucramiento que tengan las autoridades y la sociedad civil, sin embargo; la planeación de crecimiento poblacional inteligente, requiere una planeación urbana con instrumentos técnicos históricos que comprendan normas de cumplimiento obligado al iniciar construcciones o ampliaciones urbanas, planos que reflejen estas determinaciones, estudios económicos sobre su viabilidad y las implicaciones ambientales, sociales y económicas que conlleven. Se deben integrar todos los sectores y el ambiente para que la comunicación de la comunicación de necesidades fluya y puedan complementarse y adaptarse a las necesidades y aprovechar las oportunidades de convertirse en un sistema sostenible territorio-ambiente.



<https://www.smartcities.com/es/articulos/territorio-data-4-inteligencia-del-territorio-desde-la-cultura-de-los-datos-1>

## Referencias

- El potencial de desarrollo y la política pública reciente. Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/El\\_potencial\\_de\\_desarrollo\\_y\\_la\\_politica\\_publica\\_reciente\\_Cap1](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/El_potencial_de_desarrollo_y_la_politica_publica_reciente_Cap1)
- Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022009000200001](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022009000200001)
- Dirección General de Planeación en Población y Desarrollo. CONAPO. 2014. Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Direccion\\_General\\_de\\_Planeacion\\_en\\_Poblacion\\_y\\_Desarrollo](http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Direccion_General_de_Planeacion_en_Poblacion_y_Desarrollo)
- Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones Barton .J.. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. Revista geografía Norte Grande, 43, 5-30. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022009000200001](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022009000200001)
- Programa Nacional de desarrollo Urbano. Disponible en: <https://www.gob.mx/sedatu/acciones-y-programas/programa-nacional-de-desarrollo-urbano>
- Crecimiento poblacional urbano. Disponible en: [http://ceja.org.mx/IMG/Crecimiento\\_Poblacional\\_Urbano.pdf](http://ceja.org.mx/IMG/Crecimiento_Poblacional_Urbano.pdf)
- Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/els146576.pdf>
- Programa de Prevención de Riesgos. Disponible en:

[http://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/work/models/PTP/Reingenieria\\_Gasto/imagenes/Ventanas/Ramo\\_15/15S254.pdf](http://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/work/models/PTP/Reingenieria_Gasto/imagenes/Ventanas/Ramo_15/15S254.pdf)

- Territorio Data 4: La Inteligencia del territorio desde la cultura de los datos (1). 2017. <https://www.smartscities.com/es/articulos/territorio-data-4-inteligencia-del-territorio-desde-la-cultura-de-los-datos-1>
- Planificación estratégica territorial y políticas públicas para el desarrollo local. Disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7285/S03266\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7285/S03266_es.pdf?sequence=1)

# FICHAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN RHA VI RÍO BRAVO

## AGRICULTURA

FT1

CULTIVOS MÚLTIPLES O POLICULTIVOS

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<http://www.e-veracruz.mx/nota/2016-11-16/campo/se-retrasan-610-mdp-de-recursos-federales-para-el-campo-veracruzano>

### DEFINICIÓN

El policultivo o poli cultura es aquel tipo de agricultura que usa cosechas múltiples sobre la misma superficie, imitando hasta cierto punto la diversidad de ecosistemas naturales de plantas herbáceas, y evitando las grandes cargas sobre el suelo agrícola de las cosechas únicas, o monocultivo. Incluye la rotación de cosecha, multi-cultivo, intercultivo, y cultivo en callejones.

### Objetivos

Entre sus objetivos se encuentran, el mejorar la estructura del suelo, en la medida que reducen el laboreo, con aporte de materia orgánica que favorece a su vez el desarrollo de las plantas, mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes por las plantas y resistencia a la erosión.

### Descripción

Se denomina cultivos múltiples o policultivos, a la producción de dos o más cultivos, que coinciden en espacio, al menos durante parte de su ciclo de vida, durante el mismo año o ciclo de cultivo. Existen diferentes formas de combinar las plantas en espacio y tiempo en los cultivos múltiples. Durante siglos los cultivos múltiples han sido utilizados por los agricultores para maximizar el uso de los recursos disponibles, como temperatura, radiación solar, humedad, nutrientes, entre otros



(Guzmán et al., 2008).

### **Hipótesis**

Las rotaciones de cultivos mejoran las características de los suelos que favorecen el desarrollo de las plantas. Especialmente se ha reportado una mejora en la estructura del suelo, mayor estabilidad de los agregados, en ocasiones mejora del contenido de materia orgánica, y mayor resistencia a la erosión. Las diferentes plantas que se utilizan en una rotación tienen diferentes capacidades de penetrar el suelo, crear micro poros y de dejar materia orgánica con diferente resistencia a la mineralización a diferentes profundidades (Rosset 2001).

### **Lugar de aplicación**

Los policultivos son frecuentes en áreas tropicales, donde los predios son pequeños y los agricultores carecen de capital para plaguicidas y maquinarias agrícolas, aunque su uso no se restringe a estas zonas. Los policultivos también se pueden encontrar en zonas templadas, en los predios más o menos extensos altamente mecanizados y con disponibilidad de capital.

### **Beneficios**

- Mayor rendimiento en la siembra
- Las plagas e insectos son menos abundantes en policultivos
- El policultivo ofrece menor uso de mano de obra, químicos y costos.
- Mejora de la rentabilidad Económica neta en el uso de la tierra
- Mejora de la estabilidad de la producción
- Mejor captación de recursos y nutrientes entre cultivos
- Mayor estabilidad ecológica, económica, social, energética
- Se integra mayores cantidades de biomasa (materia orgánica) al agroecosistema y de mejor calidad.
- Se reduce la evaporación del agua de la superficie del suelo.
- Se reduce la erosión en la superficie del suelo por medio de una protección física.
- Se incrementa la cubierta vegetal en el suelo, la cual ayuda a controlar la presencia la maleza y produce beneficios físicos al terreno.

### **Limitantes de implementación**

Los cultivos que se desarrollan lentamente y que, por lo tanto, son susceptibles a verse invadidos por malas hierbas, deberían seguir a cultivos que la sofocan.

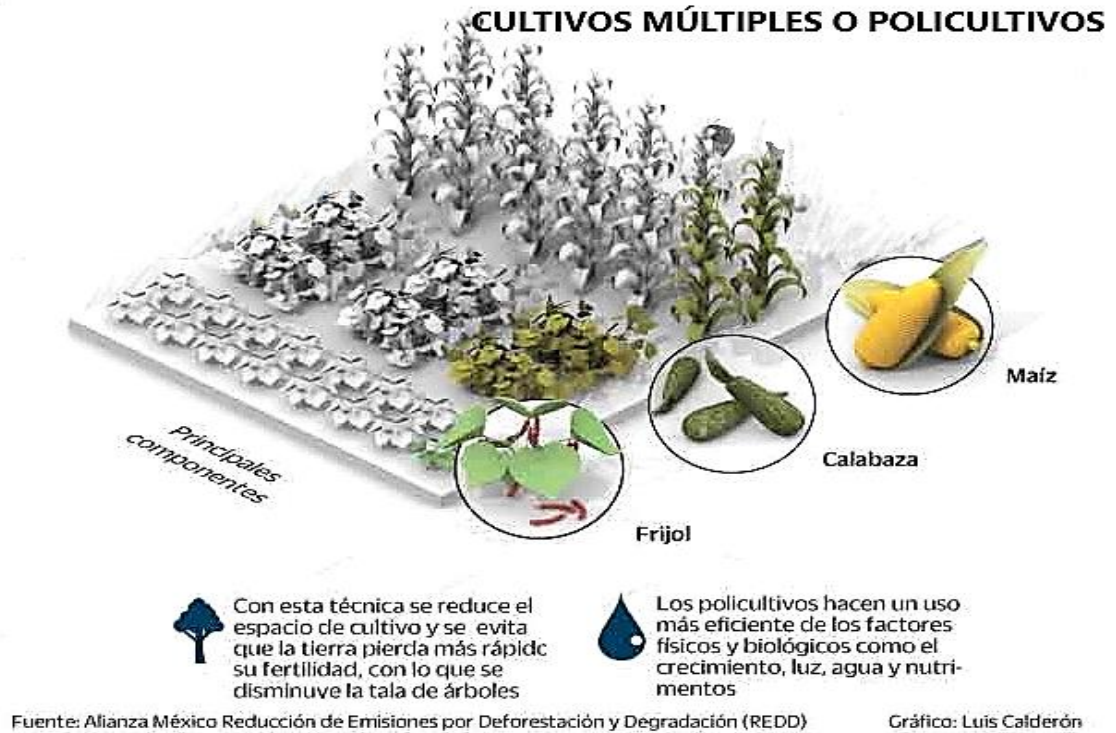
Se pueden presentar efectos alelopáticos entre las especies cultivadas  
Se tiene mayor competencia por los factores del crecimiento (luz, agua y nutrientes del suelo)  
El incremento de la humedad favorece el ataque de enfermedades  
Dificultad en el uso de maquinaria para actividades de siembra, manejo y cosecha de los cultivos

### Lecciones aprendidas

Este sistema agrícola, reduce el riesgo de perder totalmente una cosecha, además de incrementar el potencial nutrimental del suelo y ganancias económicas del agricultor, proporcionando estabilidad de producción. En muchos casos las parcelas dedicadas a cada cultivo no pasan de una línea, y sirven para separar las especies plantadas.

### Metodología

1. La metodología irá de acuerdo a las necesidades o prioridades del agricultor y a las condiciones ambientales de la región.
2. Se recomienda sembrar cultivos de enraizamiento profundo, después y junto a los de enraizamiento superficial.
3. Rotar y asociar plantas de reducido desarrollo radical con plantas de gran desarrollo de raíces
4. Cambio secuencial y combinación de cultivos fijadores de nitrógeno con cultivos extractores de nitrógeno (40% de la producción de cultivos como mínimo deben ser leguminosas)
5. La siembra de cultivos de largo estadío juvenil. Debe hacerse después de cultivos con efectos represores hacia las malezas



<http://archivo.eluniversal.com.mx/estados/2014/policultivos-opcion-contra-cambio-climatico-1058230.html>

6. Instalar cultivos susceptibles a determinados patógenos, después y junto a aquellos que tienen un efecto represor sobre estos patógenos.
7. La proporción de cereales no debe ser mayor al 60% (lo óptimo sería 50%)
8. No dejar descubierto el suelo dentro de los cultivos principales, en lo posible, completar el ciclo anual con rotaciones y asociaciones (relevos) de cultivos para el control de malezas.
9. Determinados cereales (sorgo, maíz, pastos) son cultivos altamente extractivos, por lo que deben establecerse luego y junto a cultivos incrementadores de la fertilidad del suelo.
10. Establecer planes de rotación y asociación de una duración de mínimo 5 a 7 años.
11. Mantener la cobertura del suelo lo más posible
12. Lograr una máxima intercepción de luz por área foliar, mediante un óptimo aprovechamiento del espacio aéreo

## Referencias

- Policultivos, opción contra el cambio climático. 2014. Disponible en: <http://archivo.eluniversal.com.mx/estados/2014/policultivos-opcion-contra-cambio-climatico-1058230.html>
- Baldenegro, L.. (2011). Policultivos. Uso de la asociación, rotación y los policultivos en la agricultura orgánica (18-22). La Paz, BCS: UABCS. Núñez M. A 1994. Fruticultura ecológica en la Agricultura Tropical Sustentable. IPIAT. Mérida, Venezuela, septiembre.
- Liebman, M. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Cap 9. Sistemas de policultivos. Disponible en: <http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/IOPolicultivos.pdf>
- Mainardi, V. Introducción a los Sistemas de Policultivos. 2000, de Ecología Agraria Disponible en: [https://documentop.com/sistemas-de-policultivos\\_598fba711723dd42ef42012a.html](https://documentop.com/sistemas-de-policultivos_598fba711723dd42ef42012a.html)
- Flores, M. Policultivos y Cultivos Asociados. Riego Ecológico. Disponible en: <https://agrocoitat.wikispaces.com/file/view/Policultivos+y+asociaci%C3%B3n.pdf>
- Baldenebro, L.. (2011). Uso de la asociación, rotación y los policultivos en la agricultura orgánica. UABC Sur. Disponible en: <http://biblio.uabcs.mx/tesis/TE%202628.pdf>
- Barcia B. & Sánchez, D. Policultivos. Universidad de Guayaquil. Disponible en: <https://www.slideshare.net/marcellocedeno/policultivos-expo-cultivos-no-tradicionales-03082017>



<http://agronoticias2012.blogspot.mx/2016/02/surcado-al-contorno.html>

### DEFINICIÓN

Es el trazo de los surcos perpendiculares a la pendiente, siguiendo una curva a nivel. Es una práctica aislada para el control de la erosión, aumentar la humedad disponible para el crecimiento de las plantas y reducir los riesgos de formación de cárcavas y canalillos en terrenos con pendiente.

### Objetivos

Su propósito es reducir el escurrimiento superficial y propiciar la infiltración de agua en el perfil del suelo, para reducir la erosión laminar y en canalillos, reducir el transporte de sedimentos y otros contaminantes del agua, reducir la velocidad del escurrimiento superficial, para aumentar la humedad disponible para el crecimiento de las plantas y reducir los riesgos de formación de cárcavas y canalillos en terrenos con pendiente. Los cultivos se establecen de acuerdo con las curvas a nivel siguiendo la configuración del terreno.

### Descripción

También se le llama siembra en contra de la pendiente o siembra atravesada a la pendiente. Esta práctica consiste en hacer las hileras del cultivo en contra de la pendiente siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda para cualquier clase de cultivo cuando la pendiente del terreno es mayor al 5%. La importancia de esta práctica es que al sembrar las hileras del cultivo en contra de la pendiente, las demás labores del cultivo como limpieza y aporques, se hacen de la misma manera. Además, cada

surco o hilera del cultivo se oponen al paso del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo, disminuyendo su velocidad, y así hay menos arrastre del suelo y nutrientes.

### **Hipótesis**

La función del surcado en contorno es construir un obstáculo que impida el paso del agua de escorrentía, para disminuir así su velocidad y capacidad de arrastre del suelo. La importancia de esta práctica es que al sembrar las hileras del cultivo en contra de la pendiente, las demás labores del cultivo como limpieza y aporques, se hacen de la misma manera. Además, cada surco o hilera del cultivo se oponen al paso del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo, disminuyendo su velocidad, y así hay menos arrastre del suelo y nutrientes.

### **Lugar de aplicación**

Son recomendadas para terrenos con una pendiente de hasta 12%, sin embargo, en tierras con pendientes superiores a esta se deben utilizar obras físicas como guía o patrón para trazar las curvas entre las obras. No es recomendable para zonas con altas precipitaciones o donde los terrenos son muy arcillosos o descansan sobre un estrato impermeable, ya que en estas condiciones los excesos de agua pueden perjudicar el desarrollo de los cultivos.

### **Beneficios**

- Disminuye el arrastre del suelo y nutrientes.
- Reduce la erosión laminar y en canalillos
- Reduce el transporte de sedimentos y otros contaminantes del agua
- Reduce la velocidad de escurrimiento superficial
- Promueve la infiltración de agua en el suelo, y aumenta la humedad disponible para el crecimiento de las plantas
- Reduce los riesgos de formación de cárcavas y canalillos en terrenos con pendiente

### **Limitantes de implementación**

Hay varios factores que afectan la eficacia del surcado al contorno para reducir la erosión del suelo. Estos factores incluyen: la altura del surco, la pendiente del surcado, la pendiente del terreno el grupo hidrológico del suelo, la cubierta y la rugosidad, y la longitud crítica de la pendiente.

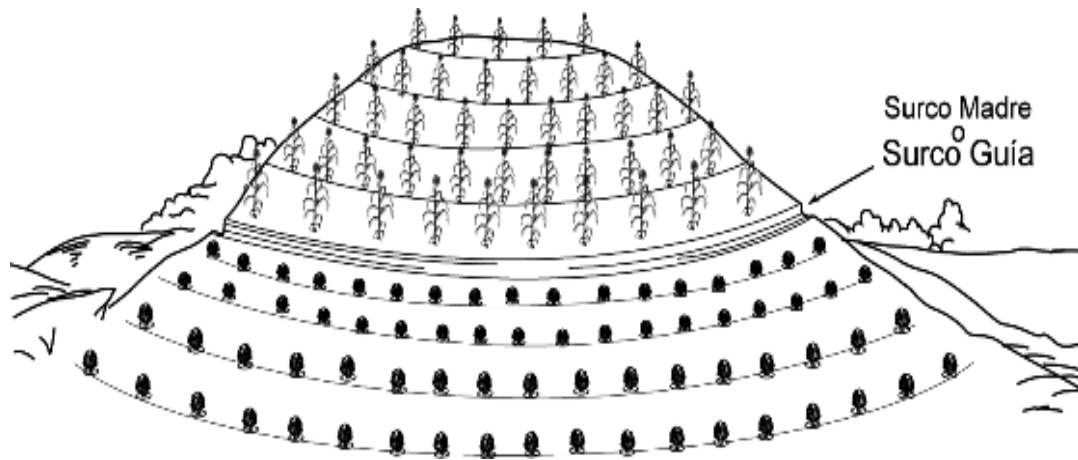
## Lecciones aprendidas

Para proteger mejor los suelos inclinados, se recomienda combinar esta práctica con otras de mayor eficiencia para el control de la erosión como las barreras vivas, barreras de piedras y zanjas de ladera.

El trazo del surcado al contorno no debe hacerse en una pendiente mayor a la longitud crítica de la pendiente, a menos que se combine con otras prácticas (por ejemplo, terrazas, derivaciones, etc.) que reduzcan la longitud de la pendiente por debajo de la longitud crítica o reduzca las velocidades del flujo superficial.

## Metodología

1. Previo al diseño y trazo, debe considerarse el retiro de obstáculo o cambios en los linderos o forma de los terrenos, donde sea factible, para mejorar la eficacia de la práctica y la facilidad de realizar operaciones de cultivo.
2. Una forma sencilla de hacer la siembra en contra de la pendiente del terreno es trazando en el centro de la parcela una curva a nivel con el agro-nivel o nivel "A".
3. Esta curva trazada será el surco o hilera madre que servirá de línea guía para trazar las demás hileras del cultivo paralelas a este surco madre, tanto hacia arriba como hacia abajo del terreno hasta que quede cubierta toda la parcela
4. El uso de altura variable en el tamaño del surco puede ser necesario en algunas áreas.
5. El ancho de las áreas de corrección y la distancia entre líneas guía, deben ajustarse según el ancho de los equipos.
6. Se deben utilizar cauces empastados, remansos para el control de agua y sedimentos, salidas subterráneas, u otras prácticas convenientes para proteger áreas existentes o potenciales de erosión por flujo concentrado.
7. La cobertura, la rugosidad y la altura del bordo y la aspereza, pueden ser influenciados por el manejo y proporcionar más o menos ventaja dependiendo de diseño.



<http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=510>

## Referencias

- Rodríguez J. Surcos en contorno. Uso y conservación del suelo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Schwab, GO, Fangmeier, DD, Elliot, WJ, Frevert RK. 1993. Soil and Water Conservation Engineering. Fourth Edition. New York. USA. John Wiley & Sons Inc. 507 pp.
- SARH. Colegio de Postgraduados. 1991. Manual de conservación del suelo y del agua. Montecillo, Estado de México. México. 581
- Siembra al contorno o en curvas a nivel. FUNDESYRAM. Disponible en: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=510>
- Guía de Prácticas de conservación de suelos. Surcado al contorno. 2004. Disponible en: [http://fhia.org.hn/downloads/cacao\\_pdfs/gppractconsuelos.pdf](http://fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/gppractconsuelos.pdf)

## SECTOR HÍDRICO

FT1

CAPTADORES DE NIEBLA

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<https://static1.squarespace.com/static/>

### DEFINICIÓN

El Captador de Neblina es un sistema para atrapar las gotas de agua microscópicas que contiene la neblina. Se usan en regiones desérticas con presencia de niebla

### Objetivos

El objetivo primordial es el de incrementar la seguridad hídrica de poblaciones altamente vulnerables al cambio climático, atenuando impactos de sequía y extremos de calor en personas, cultivos o animales.

### Descripción

El sistema se instala para interceptar los bancos de niebla formados por las nubes que se internan en valles y mesetas mediante unos bastidores de malla plástica. Las gotas de agua contenidas en la niebla chocan contra los hilos de la malla, se acumulan y caen, por efecto de la gravedad, a un canal que lleva el agua a un depósito. Los sistemas comunitarios consisten de varios captadores instalados en serie.



## **Hipótesis**

La niebla es una fuente alternativa de abastecimiento de agua a bajo costo para un amplio sector de la población en alta montaña. Al tener una fuente alternativa de abastecimiento se puede aumentar la productividad del suelo y disminuir el efecto de cambios en patrones de lluvias.

## **Lugar de aplicación**

Un captador individual requiere de unos 15 m<sup>2</sup> y para un sistema colectivo se necesita alrededor de 0,5 ha. Debe ubicarse en las cimas y laderas altas, ideales para establecer la red de abastecimiento por gravedad.

Estos sistemas son utilizados en sitios agrícolas o poblaciones que no tengan fuentes alternas de agua y cuyo clima sea propicio para la formación de niebla.

## **Beneficios**

- La neblina es una fuente alternativa de agua que no afecta o explota abastecimientos tradicionales como pozos, ríos o lagos, lo cual promueve el equilibrio ecológico de cuerpos de agua superficial o subterránea.
- El agua almacenada se puede usar para programas de reforestación y control de incendios forestales, o para pequeños huertos con subsecuentes beneficios al ecosistema o la economía familiar.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático.

## **Limitantes de implementación**

- Se debe tomar en cuenta, que en ciertas regiones el cambio climático puede alterar las condiciones que propician la formación de niebla.
- El sistema requiere espacio para obtener volúmenes significativos.
- En caso de no involucrar a la comunidad en el diseño y construcción de sistemas comunitarios pueden surgir problemas por falta de mantenimiento o uso inadecuado de las instalaciones.
- El costo de conducción puede ser alto si los captadores de niebla están lejos del poblado.
- Existen casos de acumulación en el agua de minerales tóxicos que se desplazan con el viento, por lo cual es importante hacer un estudio previo a la construcción.

## Lecciones aprendidas

El agua captada es potable en su origen; sin embargo se puede contaminar en las diferentes etapas de abastecimiento, por lo que resulta necesario tratarla antes de ser ingerida.

Si el objetivo es obtener agua para riego, se recomienda incorporar sistemas por goteo para maximizar el aprovechamiento del recurso y remover los sólidos suspendidos con un tratamiento para evitar la obstrucción de los goteros. El Éxito de la implementación comunitaria de este sistema depende del grado de empoderamiento y apropiación que los usuarios tengan del mismo.

## Metodología

1. Seleccionar los sitios con mayor capacidad de captación de niebla y facilidad para la distribución del agua.
2. Fijar con tensores dos pilares de 6 m de altura, a 12 m de distancia entre ellos, de forma perpendicular al viento predominante, de manera que puedan soportar fuertes ráfagas.
3. Fijar la pantalla doble (idealmente de malla sombra tipo Raschel de 35%) de 4 m de altura.
4. Fijar un canal de captación en la parte inferior de la pantalla.
5. Instalar el sistema de almacenamiento y distribución.
6. Instalar un sistema

## Referencias

- FAO (2000). Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia. "Captación de agua de las nieblas costeras (Camanchaca), Chile". Serie: Zonas áridas y semiáridas No. 13. Santiago. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s/ai128s00.pdf> | Aránguiz, G. et al. (2009).
- Diseño generativo: Aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de Chile. Universidad de Chile.
- Microfinanzas para la adaptación Basada en Ecosistemas. Opciones, costos y beneficios. Disponible en: <http://www.pnuma.org/meba>

## Captación de agua de niebla



GRÁFICO: G. DE LAS HERAS

<http://4.bp.blogspot.com/lluvia.gif>

FT2

## TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



Imágenes en composición al tema.

### DEFINICIÓN

Las Técnicas de almacenamiento y conservación del agua, son tecnologías que favorecen el almacenamiento de agua, para incrementar la infiltración de agua en el suelo, mejorar la humedad y reducir escurrimientos superficiales, y así efficientar la distribución uniforme del agua y sea utilizada en diversos usos como el crecimiento de los cultivos

### Objetivos

Equilibrar la oferta y la demanda de agua, creando y manteniendo concentraciones de agua que sea suficientes para el riego. Captar agua de lluvia para agricultura de temporal, favorecer la distribución del agua de riego en sistemas presurizados, reducir el volumen de escurrimiento del agua de lluvia y riego, reducir la carga de sedimentos en el agua de escurrimiento, favorecer la infiltración del agua en el suelo y mejorar el contenido de humedad aprovechable, reducir el escurrimiento superficial y favorecer la infiltración del agua en el perfil del suelo. Así como disminuir la erosión y azolve de cuerpos de agua

### Descripción

Estas técnicas de almacenamiento, tienen aplicación en el manejo y rehabilitación de suelos; sin embargo, en la agricultura de temporal, al igual que en riego, ha sido necesario el desarrollo de tecnologías que favorezcan la distribución uniforme del agua en toda la superficie del suelo, de manera que pueda ser utilizado en el crecimiento de los cultivos

**Ollas de agua, Jagüeyes, Cajas de agua o Aljibes:** Los jagüeyes, también conocidos como ollas de agua, cajas de agua, aljibes, trampas de agua o bordos de agua, son depresiones sobre el terreno, que permiten almacenar agua proveniente de

escurrimientos superficiales. Jagüey es un vocablo taíno que significa balsa, zanja o pozo lleno de agua, en el que abreva el ganado. Los jagüeyes artificiales son un caso particular de la captación de agua de lluvia.

**Pozo de absorción:** Es un pozo (normalmente cilíndrico), de profundidad variable que capta y facilita la infiltración de los escurrimientos superficiales al subsuelo. El pozo se conforma con una tubería de hormigón y asentada sobre una base de material grueso. Esta estructura, en el brocal del pozo, cuenta con una cámara que permite la concentración de los escurrimientos, su almacenamiento temporal, y el movimiento vertical a través de un filtro granular.

**Presas de cortina de tierra compactada:** Se utiliza con fines de abrevadero es una obra hidráulica consistente en una pequeña presa con cortina de tierra compactada, acompañada de un vertedor de excedencias y una obra de toma para cuando se tienen pequeñas superficies de riego, o cuando el abrevadero se conforma aguas abajo del vaso. e utiliza como abastecimiento de poblaciones rurales, pequeñas zonas agrícolas de bajo riego, abrevadero de ganado, control de avenidas y control de la erosión.

**Presas filtrantes:** Una presa filtrante tiene la función de retener sólidos desde arcilla, limo o arena, hasta rocas de gran tamaño, además de incrementar la o infiltración desde el cauce al acuífero subyacente; y, para fijar cárcavas. Su sistema filtrante varía de acuerdo al tipo de sólidos que se quiere retener y a la función predominante, por lo que pueden ser construidas de tierra, grava, arena, piedra, troncos.

**Reservorios para agua de lluvia:** Son estructuras de almacenamiento de agua de lluvia que complementa la eficiencia de cualquier tipo de método para el riego o como apoyo para suministros principales, de esta forma el recurso estará disponible incluso en época de sequía.

**Tinas Ciegas:** Son excavaciones que se hacen siguiendo la curva de nivel, para capturar la escorrentía procedente de las partes altas, con el fin de establecer vegetación perenne y controlar la erosión laminar. Finalidad y Beneficios: Interceptar los escurrimientos superficiales, propiciar la infiltración del agua al subsuelo, atenuar las condiciones que propician erosión hídrica y mejorar las condiciones de humedad para el prendimiento de plantaciones establecidas en las laderas.

## Hipótesis

Estos sistemas de almacenamiento, son sistemas integrados que requieren de zonas de captación, obras de conducción (canales de llamada) y obra de almacenamiento, además de que deben acompañarse de un análisis de ciertas condiciones como la topografía, condiciones de suelo y condiciones hidrológicas.

### **Lugar de aplicación**

La mayoría de los jagüeyes se construyen en tierras donde hay una recarga más o menos constante de agua de lluvia (superior a los 400 mm por año). En áreas secas existe el peligro que se evapore demasiada agua y la restante se salinice o pudra, por lo que se deberá recurrir a un sistema de almacenamiento cerrado.

En cuanto a las tinas ciegas, se recomienda su implementación en regiones con lluvias superiores a 700 mm y suelos con alta permeabilidad relativa, es decir, con tasas de infiltración superiores. Su establecimiento se recomienda en las área de captación de los manantiales.

### **Beneficios**

- Incrementan la superficie y volumen de suelo que puede utilizarse para almacenamiento de agua
- Aumenta el tiempo de permanencia del agua en el suelo, lo que favorece la infiltración y reduce el escurrimiento;
- Se disminuye la mortandad y/o estrés del ganado, causado por escases de agua durante la época de estiaje.
- Bajo costo, con un horizonte de recuperación de inversión de uno a dos años
- Recarga de mantos acuíferos
- Estabilización de cauces
- Disminución de pérdida de nutrientes
- Recuperación de suelos

### **Limitantes de implementación**

Se debe disponer de la superficie necesaria para formar el cuerpo de agua, así como la extensión necesaria para la colecta de agua de lluvia (microcuenca), por lo que no es una opción adecuada para pequeñas propiedades.

Requiere supervisión técnica especializada durante el diseño y construcción para garantizar el buen funcionamiento hidráulico del sistema.

### **Lecciones aprendidas**

La estructura de almacenamiento ideal es aquella que cumple con los siguientes requisitos:

Responde a las necesidades del tipo de uso previsto (doméstico, animal o agrícola) en términos de volumen almacenado y de calidad de agua requerida en cada caso.

Permite mantener, alterar mínimamente y ser capaz hasta de mejorar la calidad del agua captada, por medio de sistemas de filtro, decantación u otro mecanismo.

Adaptabilidad del lugar de construcción.

Es segura y ofrece facilidades de manejo y mantenimiento.  
Es de bajo costo y fácil de construir, de tal forma que puede ser asumida por la población afectada por la escasez de agua.

## Metodología

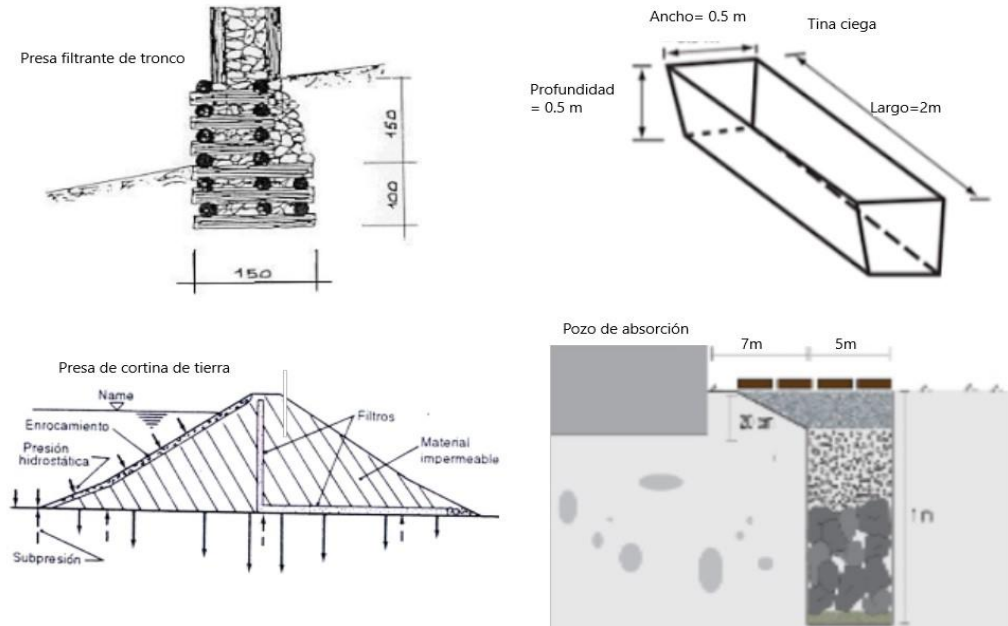
### Ollas de agua, Jagüeyes, Cajas de agua o Aljibes:

Los jagüeyes deben diseñarse bajo técnicas ingenieriles, considerando elementos como, seguridad y estabilidad de la obra, fuentes de recolección de agua (microcuenca), así como vertedor para drenar y controlar los niveles máximos de agua. Por otra parte, los suelos deberán tener una textura franca o arcillosa para asegurar un grado de impermeabilidad adecuado. Los suelos arenosos no son aptos para la construcción de jagüeyes, a menos que se consideren inversiones adicionales para el sellado o impermeabilización con arcillas expansivas o colocación de plásticos o geomembrana.

**Pozo de Absorción:** En términos generales, el pozo tiene de 1.0 a 1.5 m de diámetro, una profundidad media de 20 m y un filtro de 1.0 m de profundidad en su base.

Se recomienda que los escurrimientos pasen por una presa filtrante para reducir sedimentos y basuras. A esta obra deberá dársele mantenimiento, durante su vida útil, para evitar que las partículas finas, presentes en el agua, sellen el filtro a la altura del brocal. En laderas que tengan una inclinación entre 2 y hasta 45% como alternativa, se recomienda construir zanjas en curvas a nivel y estanques de infiltración para lograr una mayor capacidad almacenamiento y un mayor tiempo de infiltración.

**Presas de cortina de tierra compactada:** Es una pequeña presa o embalse o depósito artificial de agua definido por un dique de altura inferior a 10 metros o, si su altura estuviera comprendida entre 10 y 15 metros, con una capacidad inferior a



Conjunto de imágenes de Elaboración propia.

100,000m<sup>3</sup> (Dal-Ré, 2003). Para su diseño se deben establecer la altura máxima de diseño, hacer un análisis de estabilidad de taludes y de permeabilidad de bordo, y para que pueda operar eficientemente debe cumplir con que el gasto de filtración no afecte el volumen de agua disponible en el almacenamiento, que las supresiones no afecten la estabilidad de la estructura, no exista peligro de tubificación, que los taludes sean estables y que no exista posibilidad de que el agua se desborde

**Presas filtrantes:** Son construidas en base a la elección de la cárcava a controlar tomando en cuenta las condiciones que se requieren para su establecimiento, la ubicación de la primera presa filtrante se localizará cerca al inicio de la cárcava (aproximadamente a 5 m). Se debe de tomar en cuenta que los taludes de la cárcava donde se vaya a ubicar la presa tengan una buena estabilidad (consistencia firme del suelo). El empotramiento de la presa debe de ser de aproximadamente de 0.30 m en los taludes y en el cauce de unos 0.15 a 0.20 m de profundidad. La altura efectiva de la presa debe ser 1.00 m como máximo (desde la altura del vertedor al fondo de la cárcava).

**Reservorios para agua de lluvia:** La construcción de un reservorio involucra básicamente dos tipos de diseños estructural o hidráulico, el primero se refiere al sistema de muro (pantalla) que se va a utilizar como presa y cuya función es detener el cauce natural en una zona tras la cual se forma una represa (el estanque o piscina para almacenar agua). Este muro, dependiendo del tamaño de la represa, especialmente, su altura o profundidad del reservorio, podrá ser desde lo más elemental (un tabique en madera o un muro armado en tierra o piedra) hasta una gran pantalla en concreto reforzado como se utiliza en las grandes represas para generación de energía; y el segundo determina las dimensiones para tuberías de conducción y niveles de almacenamiento del agua.

**Tinas ciegas:** Estas obras se realizan manualmente con herramientas o con maquinaria y siguiendo una curva de nivel. Sus dimensiones varían según la profundidad del terreno, pero en general se recomienda una profundidad de 0.4 a 0.5 m, un ancho de 0.4 a 0.5 m y una longitud de 2 m (captación de 0.32 a 0.5 m<sup>3</sup> de agua por tina). Entre tina y tina deberá haber en promedio 2 m de separación y distribuidas en forma alterna o al tresbolillo.

## Referencias

- Dominguez, A. 2009. Ollas de agua, Jagüeyes, Cajas de agua o Alebrijes. Subsecretaria de Desarrollo Rural. SAGARPA. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Ollas%20de%20agua.pdf>
- Anaya M. , et. Al., 1998 Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe, ICCA , México.
- Fernández D. Martínez M. & Martínez B., 2012. Diseño y Construcción de Jagüeyes. Subsecretaria de Desarrollo Rural. SAGARPA.
- Comisión Nacional Forestal, CONAFOR. 2004. Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. Manual de obras prácticas. México.

- Fernández D. Martínez M. & Martínez B., 2012. Presas con Cortina de Tierra Compactada. Subsecretaria de Desarrollo Rural. SAGARPA. Disponible en: [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVO%20NAVA/FICHA%20TECNICA\\_PRESA%20DE%20TIERRA.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVO%20NAVA/FICHA%20TECNICA_PRESA%20DE%20TIERRA.pdf)
- Imágenes disponibles en: Presa cortina de tierra: [http://dulsa.com/web/?page\\_id=85](http://dulsa.com/web/?page_id=85), Tina ciega: <http://www.paginasprodigy.com.mx/juanignacio71/pagina39816.html>, Presas filtrantes: [http://www.hidraulicayconstrucciones.com.mx/coservacion\\_suelo\\_agua.php](http://www.hidraulicayconstrucciones.com.mx/coservacion_suelo_agua.php), Pozo de absorción: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQGLSv4w0En\\_4\\_Q3SnbgNRc0vPrGyhpObDIFtyY4F\\_KLeqqS\\_t4](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQGLSv4w0En_4_Q3SnbgNRc0vPrGyhpObDIFtyY4F_KLeqqS_t4), Jagüey: [http://old.nvinoticias.com/sites/default/files/fotos/2012/11/26/6\\_0.jpg](http://old.nvinoticias.com/sites/default/files/fotos/2012/11/26/6_0.jpg)
- Salinas A., Rodríguez R. & Morales D. Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (scall) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización. Universidad Nacional de Costa Rica. CEMEDE. 2010. Disponible en: [file:///F:/OCT\\_NOV/SAGARPA\\_VAR\\_FICHAS/Fichas%20SAGARPA/Manual\\_de\\_Construccion\\_de\\_Reservorios\\_de.pdf](file:///F:/OCT_NOV/SAGARPA_VAR_FICHAS/Fichas%20SAGARPA/Manual_de_Construccion_de_Reservorios_de.pdf)



## INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA

FT3

BARRERAS O CORTINAS ROMPEVIENTOS

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<http://www.worldatlas.com/r/w728-h425-c728x425/upload/63/8e/47/shelterbelt.jpg>

### DEFINICIÓN

Son plantaciones alineadas en forma perpendicular a las corrientes del viento. Se establecen con cuatro o más hileras de árboles y arbustos para formar una barrera lo suficientemente alta y densa para disminuir significativamente la velocidad del viento.

### Objetivos

Su objetivo es el de reducir la velocidad del viento, detener material acarreado por el viento y proteger al suelo de la acción erosiva del viento, así como la acción mecánica del viento sobre los cultivos, pastos y animales, además de que contribuye a regular las condiciones climáticas a nivel local.

### Descripción

Son hileras de uno o más árboles y arbustos de diferentes alturas establecidas de forma perpendicular a la dirección principal del viento. Las barreras tipo “montes de abrigo” son plantaciones cuya misión principal es la de proteger al ganado de los efectos del viento y proveer sombra. Pueden cumplir la función de cercas vivas para delimitar propiedades o zonas dentro de

un mismo terreno. Además de su función principal, proveen beneficios de regulación de clima y mejoramiento del paisaje.

### **Hipótesis**

Se utilizan principalmente para disminuir el impacto de vientos fuertes que pueden dañar a los cultivos y causar erosión del suelo. Reduce emisiones por quemas e incrementa la resiliencia local.

### **Lugar de aplicación**

Se recomienda implementar en zonas alto andinas y aquellas regiones donde la topografía se caracteriza por tener pendientes pronunciadas que reciben vientos con mayor frecuencia e intensidad.

Son de particular interés en sitios con bajas precipitaciones y vientos predominantes durante la época de más lluvias, o donde las condiciones ambientales sean secas y se requiera conservar la humedad o regular las condiciones climáticas.

### **Beneficios**

Disminuyen la pérdida de suelo ocasionada por el viento.

Detienen el suelo acarreado por el viento.

Protegen el suelo de la acción erosiva del viento.

Protegen los cultivos anuales del acame.

Conservan la humedad del suelo y del ambiente.

### **Limitantes de implementación**

Algunos árboles y arbustos podrían no ser aptos a las condiciones particulares del sitio de aplicación. Por ello, es importante realizar la selección de especies de acuerdo con las características del lugar (suelo, pendiente, clima, plagas, endemismos) y del servicio deseado (altura, densidad, ancho de la corona, ramificaciones, rapidez de crecimiento, longevidad, resistencia a sequías, valor estético y valor para la vida silvestre). Existe una alta propagación de plagas, algunas veces hay derrumbe de cortinas debido a su exceso o unidad y destrucción de suelo en caso de plantar árboles exóticos

### **Lecciones aprendidas**

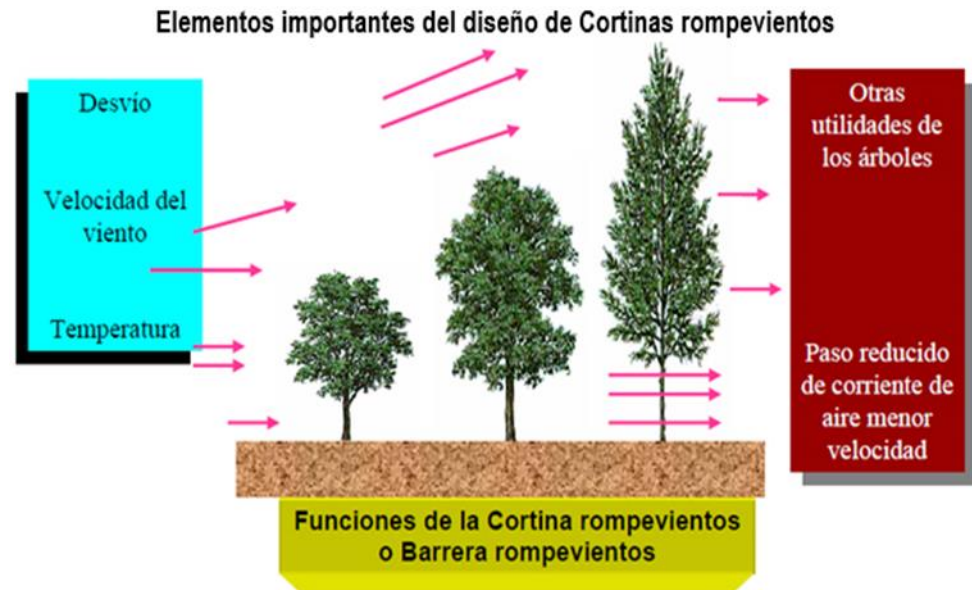
Es recomendable combinar especies de rápido crecimiento con otras de lento crecimiento a fin de alcanzar lo más pronto posible el objetivo deseado.

Además, esta diversificación de especies es muy conveniente para que con el tiempo se puedan obtener diversos productos como madera, frutos, miel, forraje, fibra, etcétera.

El riego de la plantación se debe prever sobre todo en sus primeras fases, así como en caso de desagües. La época apropiada para el establecimiento de las cortinas es al inicio del período lluvioso. Entre más alta sea la cortina, mayor será el área protegida y mayor el espaciamiento entre cortinas.

### Metodología

1. Ubicar la barrera de forma perpendicular a la dirección del viento.
2. Sembrar hileras de árboles y arbustos tratando de considerar los tres estratos que usualmente componen la barrera rompevientos: alto, medio y bajo. En el estrato alto, se deben sembrar árboles cuya madera sea flexible.
3. Espaciar la siembra considerando que, en la madurez, la densidad de árboles de la barrera debe ser compacta (entre 50% y 60%) y que se debe evitar la formación de corrientes turbulentas por infiltración de aire.
4. Abonar, regar o dar el mantenimiento necesario a las hileras hasta que queden debidamente establecidas.
5. Se recomienda sembrar árboles de aproximadamente dos años para maximizar la supervivencia y acelerar el establecimiento de la barrera.
6. Orientación: La cortina debe orientarse en sentido contrario a la dirección del viento dominante (que generalmente proceden del Este), por tanto, las hileras quedan orientadas de norte a sur.
7. Distancia entre hilera y entre plantas: La distancia común entre hileras es de 2 m a 2,5m; igual entre plantas de una sola hilera, la plantación en tres bolillos tiene mayor aceptación.
8. Distancia entre cortina: La distancia apropiada entre cada cortina está determinada por la altura que alcanzarán los árboles, ya que el área de protección es igual a 10,15 o hasta 20 veces la altura de estos.
9. Permeabilidad: La cortina rompevientos debe permitir el flujo del aire en un 50%, esto significa que el viento atraviesa el rompeviento, la cortina no debe ser muy densa. Dar mantenimiento anual removiendo el material acumulado



[http://www.fundesyram.info/biblioteca/imgs/700233\\_5.jpg](http://www.fundesyram.info/biblioteca/imgs/700233_5.jpg)

## Referencias

- TECA. Cortinas Rompevientos. Disponible en: <http://teca.fao.org/es/read/4065>
- SAGARPA. Cortinas rompevientos. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Cortinas%20rompevientos.pdf>
- SAGARPA. Sistemas agroforestales. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Sistemas%20Agroforestales.pdf>
- Camacho, H. 1992 mediciones del componente arbóreo: cercas vivas y cortinas rompevientos
- Mantagnini, F. 1992 sistemas Agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos.
- Árboles en líneas: Cortinas rompevientos y linderos maderables o frutales. Sistemas Agroforestales. Disponible en: <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=2308>

FT5

CASA BIOCLIMÁTICA/ECOLÓGICA

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



[https://i.ytimg.com/vi/zZfh\\_h4frW8/maxresdefault.jpg](https://i.ytimg.com/vi/zZfh_h4frW8/maxresdefault.jpg)

### DEFINICIÓN

Una casa bioclimática es una vivienda que es capaz de mantener una temperatura interior adecuada y agradable solo con los recursos naturales del entorno y evitando a la vez las energías convencionales.

### Objetivos

Preparar a las comunidades para enfrentar las vulnerabilidades a las que están expuestas, con apoyo de medidas de adaptación que incrementen su capacidad de resistencia y recuperación frente fenómenos causados por la variabilidad climática y el cambio climático en el territorio.

### Descripción

Una Casa Bioclimática es diseñada, tomando en cuentas las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles: sol, vegetación, lluvia y vientos. Con el fin de disminuir el impacto ambiental y disminuir energía. Esto se consigue mediante la captación de calor y luz solar y su posterior almacenamiento en los materiales de construcción y el aislamiento térmico. Además, se pretende integrar en su arquitectura la tipología de la vivienda nativa del lugar.

### Hipótesis

Mejorar la calidad de vida de las comunidades involucradas en la implementación, optimizando sus posibilidades de adaptación y, abriendo

la posibilidad de réplica de la casa bioclimática en otros territorios

### **Lugar de aplicación**

Se pretende que sea modelo para la réplica por parte de las comunidades de zonas susceptibles al ascenso del nivel del mar o inundaciones lentas. El modelo es un piloto de vivienda para construcción en comunidades con características similares con las cuales se mejorará la calidad de vida de sus habitantes.

### **Beneficios**

- Reducción de la vulnerabilidad frente a incrementos en la velocidad de los vientos y ascenso del nivel del mar.
- Mejora de sensación térmica y reducción del gasto de energía.
- Reducción de la carga sobre las redes de acueducto y alcantarillado.
- Reducción de la explotación del recurso hídrico subterráneo.
- Recuperación de las estructuras tradicionales de construcción.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen.
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático

### **Limitantes de implementación**

La vinculación participativa de la comunidad requiere de un compromiso de largo aliento, lo cual implica la disposición de recursos y la continuidad de los procesos.

### **Lecciones aprendidas**

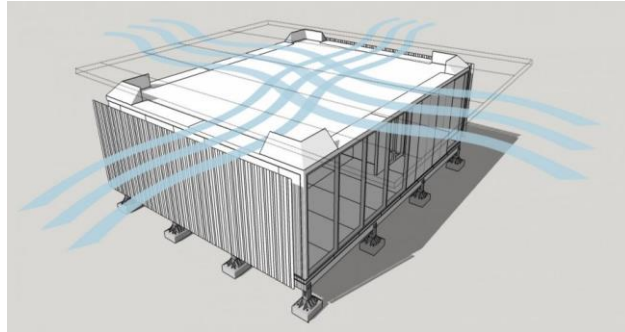
La implementación local, potencialmente replicable, requiere de una adecuada valoración del conocimiento tradicional local; integrar aspectos culturales y tecnológicos para ser implementados de manera participativa, y afianzar el desarrollo sostenible de las comunidades mostrando nuevas formas de habitar el territorio. Los procesos de adaptación deben ser de largo aliento

Se resalta la importancia del involucramiento de las comunidades locales desde el inicio del proceso en un intercambio abierto de conocimientos y experiencias.

### **Metodología**

1. Diseño de conformidad a las condiciones particulares de la zona a ser intervenida, incorporación de conocimiento local y la disposición de materiales propios de la región.
2. Analizar las condiciones actuales en los puntos escogidos; por ejemplo, grado de compactación y erosión, cota de inundación, velocidad y dirección de los vientos, etc.

3. Diseño, validación y ajustes.
4. Proceso constructivo.
5. Monitoreo y seguimiento de las condiciones de habitabilidad, seguridad y confort.



<http://ecoesmas.com/wp-content/uploads/2016/10/13-1024x490.jpg>

### Referencias

- Jade. Qué es una Casa Bioclimática. Disponible en: <http://construirunacasaecologica.com/casas-ecologicas/que-es-una-casa-bioclimatica>
- Casa Bioclimática. Ecoesmás. Imagen disponible en: <http://ecoesmas.com/una-casa-bioclimatica-casa-uruguay/>
- <http://www.cambioclimatico.gov.co/web/cambio-climatico/proyecto-caribe>
- <http://cambioclimatico.invemar.org.co/documents/19797/40d07af7-e618-40be-b23d-400df3bd1f0e>
- <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/pnud/Pagina.aspx?idp=2>

FT6

CERCOS VIVOS PARA DIVISIÓN DE POTREROS

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images>

**DEFINICIÓN**

Las cercas vivas son líneas de árboles o especies leñosas muy comunes en los paisajes rurales agropecuarios, utilizadas para delimitar propiedades, dividir parcelas o brindar protección a los cultivos contra los daños que pueden provocar los animales. La cerca viva está conformada, generalmente, por una hilera de árboles y puede tener varios propósitos.

**Objetivos**

Los cercos vivos tienen el objetivo principal de servir como lindero o división entre propiedades, parcelas, caminos, dividir potreros para un mejor manejo, excluir áreas de ciertos usos, entre otros

**Descripción**

Los cercos vivos cumplen funciones importantes en la conservación, pues los árboles aumentan la diversidad biológica, proporcionando en sus ramas, raíces y en la hojarasca, hogar para organismos como aves, iguanas, mariposas, abejas y murciélagos, entre otros; al mismo tiempo, proveen comida a muchos animales a partir de sus hojas, savia y néctar, además de brindarles protección esencial durante etapas críticas de sus ciclos de vida.



### **Hipótesis**

Entre los servicios que otorgan uno de los más importantes son, la conservación del suelo, pues las raíces de los árboles lo retienen, evitando su degradación y que sea arrastrado por el agua o viento; también mejoran su fertilidad, aumentando la materia orgánica del terreno a través de la caída de hojarasca. Constituyen fuentes de recursos naturales y soportes de diversidad biológica

### **Lugar de aplicación**

Las cercas vivas pueden establecerse prácticamente en cualquier lugar, dependerán de la superficie y ubicación del predio, condiciones agroclimáticas.

### **Beneficios**

En general, los cercos vivos tienen grandes ventajas. Son más duraderos. Resultan económicos, pues eliminan la necesidad de comprar alambre de púas y clavos. Son eficientes, las cercas de alambre con dos o tres cuerdas dejan pasar a los animales pequeños.

### **Limitantes de implementación**

Falta de material: generalmente para cercas extensas no se encuentra suficiente material vegetativo para establecerlas.

En áreas con suelos poco profundos, los postes pueden caer por los vientos.

Su establecimiento es a veces lento y debe protegerse de los daños animales.

La eliminación de una cerca viva es costosa. Su mantenimiento a veces es lento y difícil.

Hay que protegerlo de los animales.

### **Lecciones aprendidas**

Los cercos vivos cumplen funciones importantes en la conservación, pues los árboles aumentan la diversidad biológica, proporcionando en sus ramas, raíces y en la hojarasca, hogar para organismos como aves, iguanas, mariposas, abejas y murciélagos, entre otros; al mismo tiempo, proveen comida a muchos animales a partir de sus hojas, savia y néctar, además de brindarles protección esencial durante etapas críticas de sus ciclos de vida. Estos muros vivientes facilitan los movimientos de la fauna al fungir como “autopistas biológicas” en medio de los paisajes agropecuarios, conformando una red de interconexiones.



<https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images>

Cerca viva de arellano (*Caesalpinia platyloba*) delimitando el área agrícola en el módulo agroforestal del El Huajote, Concordia, Sinaloa.

Ganado bovino sombreando en una cerca viva de arellano (*Caesalpinia platyloba*) en el módulo agroforestal de El Huajote, Concordia, Sinaloa.

## Metodología

La única manera para establecer cercos vivos es comenzar con un cerco convencional de postes muertos apoyado por alambre, y gradualmente, establecer los postes de cerco vivo hasta sustituir los muertos. Esto es muy importante para prevenir el daño causado por los animales cuando ramonean. En el manejo de cercos vivos la selección de las especies adecuadas es un aspecto importante, ya que va a depender del tipo de suelo donde se vayan a establecer, de la disponibilidad de las especies y de los objetivos secundarios del cerco.

Las características deseables para la selección de especies para un cerco vivo incluyen rapidez de crecimiento, facilidad de reproducirse por estacas, rapidez de rebrotar después de la poda, facilidad de disponer de ella, tipo de suelo, ausencia de problemas de plagas y enfermedades, así como provisión de beneficios tales como madera, leña y sombra o forrajes, entre otros.

Selección del método de siembra, que puede ser por estacas, siembra de plántulas o almácigo, siembra directa, cada método tiene sus propias características o metodología para realizarse.

Se deben hacer resiembras, cuando de cada 100 árboles sembrados se han muerto más de 10.

Chapear (limpiar de yerbas y maleza) y eliminación de bejucos cada vez que sea necesario. Podar si las cercas son para la producción de estacas, leña, forraje y madera.

Es muy importante porque garantiza el buen uso y aprovechamiento de la cerca.

### **Referencias**

- Zamora G.& López J. Cercos Vivos, más allá de una línea de árboles. Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/cercosvivosmasalladeunalineadearboles/>
- Pezo, D. e Ibrahim, M. 1996. Sistemas silvopastoriles: Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. Primer foro internacional sobre pastoreo intensivo en zonas tropicales. Veracruz, México. 7-9 de noviembre 1996. FIRA, Banco de México, Morelia, México.39 p
- Reyes J. & Martinez C. establecimiento y manejo de Cercas Vivas. SAGARPA. Gobierno del Estado de Sinaloa. 2011. Disponible en: <https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/Publicaciones-Sinaloa/Resultados-de-Proyectos-2010-2011/RP%20Manejo%20agroforestal%202011.pdf>



<http://www.forodelolivar.es/t105p20-control-de-carcavas-en-el-olivar>

### DEFINICIÓN

Una cárcava es una zanja producto de la erosión que generalmente sigue la pendiente máxima del terreno y constituye un cauce natural en donde se concentra y corre el agua proveniente de las lluvias. El agua que corre por la cárcava arrastra gran cantidad de partículas del suelo.

### Objetivos

Los objetivos del control de las cárcavas deben establecerse al inicio del proyecto y estos pueden ser: Control de los escurrimientos superficiales, Corrección de la pendiente del cauce, Disminuir la producción de sedimentos, Mejorar la calidad del agua escurrida, Conservar la humedad en las laderas, Estabilización de taludes, Propiciar el desarrollo de la vegetación natural, Aumentar la infiltración y recarga de acuíferos, Captación del agua, Mejorar el acondicionamiento hidráulico los ríos.

### Descripción

Las cárcavas se forman debido a las actividades antropogénicas y factores físicos como son el uso inapropiado del suelo y de la vegetación, sobrepastoreo, construcción de caminos, senderos creados por animales o vehículos, intensidad y cantidad de lluvia, topografía, tamaño y forma de la cuenca, longitud y gradiente de laderas, y características del suelo, entre otros. Los procesos erosivos en cárcavas afectan negativamente su área cercana, reduciendo áreas agrícolas, de pastoreo y forestales, y dañando la infraestructura ubicada aguas abajo; contaminan cuerpos de agua superficiales y abaten el nivel

freático de las corrientes (Valentin et al., 2005; Martineli y Prado, 2007).

### **Hipótesis**

El control de cárcavas, puede suponer también la instalación de estructuras como biorrollos de fibras naturales que disminuyen la velocidad del agua, gaviones flexibles de fibras sintéticas rellenos de piedra , para dar estabilidad o bien, mantas orgánicas que favorecen el crecimiento de la vegetación.

### **Lugar de aplicación**

Los métodos más usados para efectuar este control varían de acuerdo con el número, localización, tamaño y pendiente de las cárcavas, así como de la superficie, topografía, cubierta vegetal existente, condiciones de drenaje y tipo de suelo predominante en la cuenca de captación.

### **Beneficios**

Con las estrategias empleadas para el control de cárcavas se puede conseguir:

- Estabilización de las cárcavas para su transformación en barrancos vegetados
- Conservación del suelo a través de la disminución de las pérdidas de suelo fértil
- Ahorro de fertilizantes por la disminución de las pérdidas por percolación o escorrentía.
- Mejora del contenido de humedad del suelo en el entorno de la cárcava
- Mayor recarga de los acuíferos (pozos) o de las capas de aguas subterráneas
- Disminución de la concentración de sedimentos y fertilizantes en determinados puntos de las parcelas, con riesgo de salinización u obstrucción de la capacidad de drenaje
- Evitar la fragmentación de la finca facilitando el paso de unas partes a otras de las parcelas.
- Fomento de la formación de paisaje y de la presencia de aves.
- Ahorro en costos de explotación y mantenimiento de su capacidad productiva.
- Aprovechar líneas de ayudas sobre inversiones no productivas en las explotaciones agrarias

### **Limitantes de implementación**

Algunas acciones que suelen limitar el adecuado y efectivo control de cárcavas es la aplicación indiscriminada de herbicidas, tirara piedras, escombros, ramas o leña sobre las cárcavas; la quema de ramas u otros residuos sobre las mismas o sobre los cauces, además del paso de maquinaria que dañe el tratamiento dado a la cárcava.

### **Lecciones aprendidas**

El control parcial de cárcavas es muy económico, se utiliza cuando el objetivo no es corregir la cárcava totalmente, solo es una medida preventiva. Esta solución es económica por la sencillez de las estructuras que se utilizan, pero no logra la recuperación del estado original del terreno, lo que implica que el problema de degradación persiste. Además, el control parcial no ataca el punto donde se origina la cárcava, es decir, no controla erosión remontante.

La rehabilitación total, considera la restauración total de la cárcava considerando la rehabilitación del sistema hidráulico, mediante estructuras de control permanentes y/o creando condiciones hidráulicas que reduzcan el escurrimiento superficial, mediante canales colectores, interceptores y/o de desviación, además de controlar la erosión remontante.

### Metodología

Durante la secuencia de los trabajos a desarrollar para el control de las cárcavas, se pueden distinguir tres etapas diferentes, que son:

- La prevención y detención de la erosión remontante, para evitar el crecimiento de la cárcava aguas arriba. A esta operación se le denomina cabeceo de las torrenteras.
- La disminución, hasta donde sea posible, de la erosión de los taludes y del fondo de la cárcava.
- Rehabilitación y estabilización final de la misma, con diversas estructuras y estableciendo vegetación nativa adaptada al lugar.

Para realizar el cabeceo de las cárcavas, se pueden emplear los siguientes procedimientos, expuestos por orden de prioridad económica.

- El control de la erosión en la zona aguas arriba de la cárcava.
- El empleo de zanjas derivadoras o desviadoras, que consisten en la construcción de una zanja aguas arriba de la cárcava.
- El uso de estructuras específicas para el control de la cabeza de la cárcava.
- Permitir el crecimiento de la cubierta vegetal.

Para el establecimiento de la vegetación se podrían utilizar las siguientes estrategias:

- Exclusión del área de influencia de la cárcava. Esta estrategia consiste en cercar el área de la cárcava para que el

Trampas combinadas de piedras, troncos, gabiones, postes vivos, plantas etc.



<https://image.slidesharecdn.com/07controldecarcavas-120320232120-phpapp01/95/control-de-carcavas-7-1024.jpg?cb=1332285750>

ganado no sobre pastoree la zona y se pueda recuperar la vegetación evitando así el crecimiento de la cárcava.

- Barreras vivas. Consisten en colocar plantas distancias entre 10 y 15 cm en surcos poco profundos protegidos con estacas colocadas unos 30 cm más abajo de las plantas; su empleo se limita a cárcavas de pendiente suave

### **Referencias**

- Bravo-Espinosa, M. Mendoza M. & Medina-Orozco L. Características y control de cárcavas. Terra Latinoam vol.28 no.3 Chapingo jul./sep. 2010. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792010000300011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000300011)
- Control de cárcavas. Flores y plantas. 2013. Disponible en: <https://www.floresyplantas.net/control-de-carcavas/>
- Control de cárcavas. Disponible en: <http://www.lemac.com.mx/manualgavion/manual-parte2.PDF>
- Ministry of Agriculture Food & Rural Affairs. 1988. Gully erosion control. Factsheet.
- Pathat, P., S.P. Wan, and R. Sudi. 2005. Gully Control in SAT Watershed. Global Theme in Agroecosystem Report No. 15.
- International Crop Research Institute for Semiarid Tropic. 28 pp.
- Rivera-Posada, J. H. 1998. Control de cárcavas remontante en zonas de ladera mediante tratamientos biológicos. Cenicafé.
- Avance Técnico 256. Cenicafé@cafecolombia.com
- SARH. Colegio de Postgraduados. 1991. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Montecillo, Estado de México. México. 581 pp.

FT8

## ESTABILIZACIÓN DE PENDIENTES Y TALUDES MEDIANTE BIOINGENIERÍA

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



### DEFINICIÓN

Es la ejecución de obras y técnicas de bioingeniería necesarias en las diferentes regiones de la geografía nacional y en ríos con diferentes características para control de la erosión, estabilización de pendientes y taludes.

### Objetivos

Diseñar y ejecutar proyectos de estabilización de pendientes y taludes mediante la utilización de actividades de bioingeniería, con la finalidad de recuperar la dinámica y resiliencia de los sistemas fluviales.

### Descripción

Implementar estrategias y proyectos, a través de obras de bioingeniería para la estabilización de pendientes y taludes se controla la erosión por lluvia, contra surcos, por escurrimientos de agua, por viento, disminuyendo la vulnerabilidad de las personas y de los ecosistemas por fenómenos de remoción en masa, taponamiento de cursos de agua, afectación a infraestructura (acueductos, distritos de riego, carreteras).

### Hipótesis

Se priorizan acciones para evitar la erosión de las áreas aferentes a los cuerpos de agua y su sedimentación y el fortalecimiento del suelo



mediante la siembra de plantas adecuadas y renaturalización de las coberturas para manejar el aumento de zonas erosionadas y taludes desestabilizados. Así mismo, la bioingeniería de suelos emplea solamente la vegetación viva como elemento estructural de prevención contra la erosión en taludes, canales y obras de tierra con una significativa diferencia en costo comparado con las obras convencionales, razón por la cual las obras de bioingeniería deben ser consideradas para la estabilización de taludes y pendientes como primera opción.

### **Lugar de aplicación**

Se recomienda aplicar en zonas con alto grado de exposición a deslizamientos por estar expuestas a un incremento de la disponibilidad hídrica en áreas de pendiente con alto grado de deforestación o pérdida de ecosistemas naturales.

### **Beneficios**

- Minimiza los efectos que las obras tradicionales de ingeniería tienen sobre los ecosistemas.
- Integración con el paisaje y bajo impacto ambiental.
- Promueve la regeneración natural.
- Bajos costos de construcción y bajos costos de mantenimiento.
- Utilización de materiales locales.
- Su estructura no compite con el paisaje natural.
- Reducir la presión sobre los ecosistemas y los servicios que proveen.
- Incrementar la resiliencia social o económica de las poblaciones vulnerables al cambio climático.
- Reducir los riesgos asociados a eventos climáticos tales como deslizamientos, avalanchas o procesos erosivos.
- Proteger, restaurar o usar la biodiversidad y los ecosistemas de forma sustentable.

### **Limitantes de implementación**

El acondicionamiento de estas obras de bioingeniería a menudo requiere o se enfrenta a cambios que pueden encontrar resistencia.

### **Lecciones aprendidas**

Antes de iniciar el proceso, se deben conocer y compartir lecciones con otros proyectos semejantes en ecosistemas similares.

Es fundamental elaborar una estrategia de comunicaciones que permita entender los procesos como el desarrollado por parte de todas las personas involucradas, la cual debe incluir el fortalecimiento y empoderamiento a actores locales.

La base cartográfica debe ser considerada como una herramienta de integración.

## Metodología

1. Diagnóstico del estado de las pendientes y taludes de los municipios objetivo para establecer los puntos críticos para su priorización.
2. Establecer el tipo de obra que es necesaria para la estabilización del terreno.
3. Diseño básico de las obras de bioingeniería
4. Diseño detallado de las obras de bioingeniería
5. Ejecución de los proyectos de estabilización

Establecer y ejecutar un plan de monitoreo de las obras de estabilización construidas.

## Referencias

- Medidas para disminuir el riesgo. Disponible en: [http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2630/html/23\\_medidas\\_para\\_disminuir\\_el\\_riesgo.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2630/html/23_medidas_para_disminuir_el_riesgo.html)
  - <http://www.cambioclimatico.gov.co/proyecto-macizo>
  - PRICC. Análisis de vulnerabilidad actual y futura a la variabilidad climática y al cambio climático de la Región Bogotá-Cundinamarca, bajo un enfoque territorial. Bogotá, 2013
  - Centeno Pulido, Francisco Antonio. Ingeniería biotécnica y bioingeniería. nuevas tendencias de la geotecnia para las obras de tierra, la estabilización de taludes y el control de la erosión. xvii seminario venezolano de geotecnia.
  - FOPAE. La bioingeniería en la protección y estabilidad de taludes, laderas y cauces en zonas urbanas. SEMINARIO DE BIOINGENIERÍA - 2013
  - Identificación de medidas y formulación de proyectos de mitigación y adaptación a la
  - variabilidad y al cambio climático en la Región Capital Bogotá-Cundinamarca. 2013
  - <http://www.idiger.gov.co/pricc>
- [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/Programa\\_de\\_Integraci%C3%B3n\\_de\\_Ecosistemas\\_y.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/Programa_de_Integraci%C3%B3n_de_Ecosistemas_y.pdf)



<http://propolambiental.webnode.cl/barreras-vivas/>

### DEFINICIÓN

Esta práctica de conservación de suelos consiste en sembrar hileras de plantas perennes de crecimiento denso o de buen macollamiento en contra de la pendiente del terreno siguiendo las curvas a nivel o desnivel. Las plantas que generalmente se usan son pastos como el king grass, zacate guinea, valeriana, zacate limón, piña, caña de azúcar, entre otras.

### Objetivos

Los principales objetivos de esta práctica, son el disminuir la velocidad del agua de escorrentía y detener las partículas sólidas que arrastra, así como controlar la erosión evitando la pérdida de fertilidad de los suelos.

### Descripción

Son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso, sembradas a través de la pendiente, casi siempre en contorno. En esta práctica las plantas se pueden sembrar en hileras dobles o al tresbolillo, distanciadas de 15 a 20 centímetros (un jeme o una cuarta de la mano), separada una barrera de la otra según la pendiente del terreno y la clase de cultivo. La importancia que tiene esta práctica es que disminuye la velocidad del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo, y como es de crecimiento denso retiene gran cantidad de suelo y nutrientes. Además, aumenta la filtración del agua ayudando a conservar por mayor tiempo la humedad en el perfil del suelo.

## **Hipótesis**

Esta práctica protege contra el poder erosivo del escurrimiento, de la sedimentación y además puede proporcionar un incremento económico para el agricultor, ayudando a eficientar la producción de sus cultivos

## **Lugar de aplicación**

Las barreras vivas son prácticas que se pueden implantar en todo el territorio nacional, esta práctica es recomendada en áreas con pendientes hasta del 15%; arriba de esta inclinación deben combinarse con otra actividad de manejo de conservación de suelos. En zonas con un periodo de sequía bien definido, la siembra se realiza cuando este establecido el periodo de lluvias.

## **Beneficios**

- Controlar la erosión
- Disminuir la velocidad del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo.
- Atrapar sedimentos, nutrientes y contaminantes que arrastra el agua de lluvia, evitando su transporte a cuerpos de agua.
- Retener sedimentos y facilitar la formación de terrazas de cultivo en terrenos con pendientes.
- Retener las partículas de suelo en la parte baja de los terrenos o en el final de los surcos.
- Aumentar la filtración de agua ayudando a conservar por mayor tiempo la humedad en el perfil del suelo
- Mejorar el relieve para el cultivo, al formar terrazas.

## **Limitantes de implementación**

Para que las barreras cumplan con su función no se deben utilizar especies que puedan convertirse en invasoras y deberán podarse periódicamente., cuidando y controlando malezas.

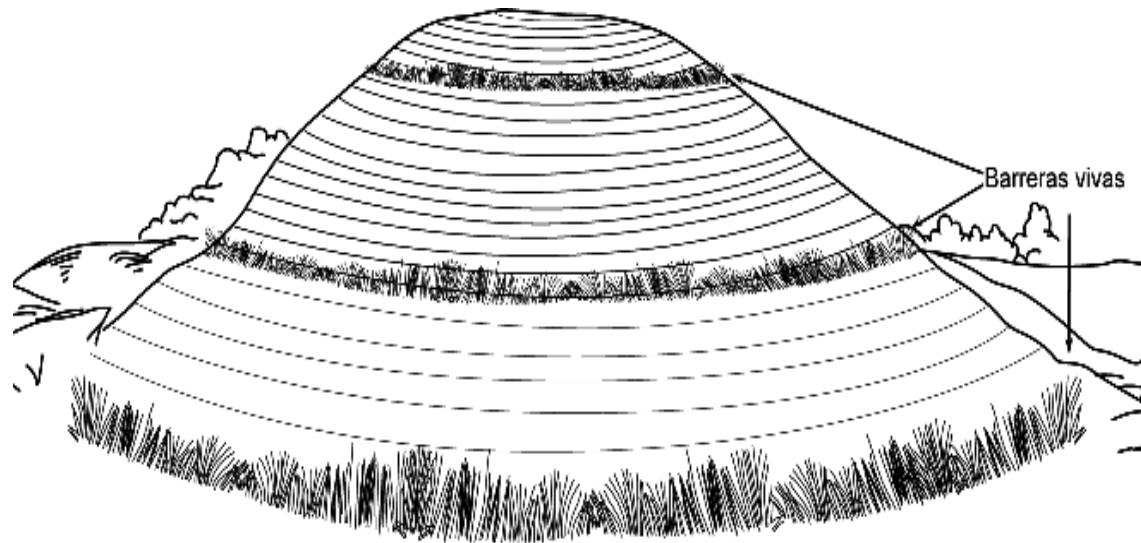
## **Lecciones aprendidas**

Al introducir barreras en cultivos perennes ya establecidos, es importante que queden en curvas a nivel, aunque los surcos de los cultivos no estén orientados. El cuidado y mantenimiento son importantes para que las barreras vivas cumplan su función, deben utilizarse plantas de crecimiento rápido y con raíces profundas, que existan en la zona

## **Metodología**

La metodología para esta práctica es la siguiente:

1. Trazar la curva de nivel
2. Marcar de 30 a 40 centímetros de distancia sobre la curva a nivel
3. Picar la tierra a 30 centímetros de ancho y de 20 a 30 centímetros de profundidad
4. Sembrar el cultivo seleccionado, hay que tener en consideración que cada material vegetativo tiene una forma diferente de sembrarse. Como, por ejemplo: si es zacate sembramos los vástagos a cada 10 centímetros, la piña se siembra a cada 50 centímetros entre mata. Las semillas de gandul se siembran en chorro (hileras).



<http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=487>

### Referencias

- Barreras vivas. Disponible en: <https://www.puravidaatitlan.org/images/Barreras%20vivas.pdf>
- Colección de “Buenas Prácticas”. Barreras Vivas. 2011. Disponible en: <http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641664990/barrerasfinal.pdf>
- Camacho N. Manual de buenas prácticas para el manejo de cuencas hidrográficas.
- Delgado, Fernando. (2004). Agricultura Sostenible y Mejoramiento de Suelos de Ladera. Serie Suelos y Clima SC- 76. CIDIAT. Mérida. Venezuela.
- Medidas de conservación de suelos. Visión Agroecológica.2010. Disponible en: <http://visionagroecologica.blogspot.mx/2010/10/medidas-de-conservacion-de-suelos.html>
- Barreras Vivas. Propolambiental, Soluciones ambientales. 2014. Disponible en: <http://propolambiental.webnode.cl/barreras-vivas/>



[http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/fsuelos/images/SISTEMA\\_DE\\_ZANJA\\_BORDO.JPG](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/fsuelos/images/SISTEMA_DE_ZANJA_BORDO.JPG)

### DEFINICIÓN

Consiste en un conjunto de zanjas y bordos continuos perpendiculares a la pendiente y de una longitud igual al ancho de la parcela, diseñada y construida para interceptar la escorrentía procedente de las partes altas de las laderas.

### Objetivos

Sus objetivos principales son la reducción de erosión hídrica, interceptar y controlar la velocidad del escurrimiento, incrementar la infiltración del agua de lluvia, auxiliar a la reforestación en la supervivencia de especies vegetales y retener la humedad.

### Descripción

Estas obras se construyen manualmente con herramientas o con maquinaria y siguiendo una curva de nivel que se trazan usando el aparato A, clisímetro, nivel de manguera, o nivel montado. Se recomienda su establecimiento en regiones con precipitaciones superiores a 700 mm por lo que la zanja debe de tener el fondo a nivel, para que el agua no se estanque en un determinado tramo. Son estructuras limitadas por la profundidad del suelo y que se proyectan cuando no es posible la construcción de terrazas de base ancha. Se adapta a terrenos con pendientes de 5 a 40 %. El bordo (10 cm aguas abajo de la zanja) se debe compactar y mantener con vegetación para evitar que los escurrimientos arrastren el suelo, de ser posible

se deben sembrar pastos o árboles para estabilizar el bordo. Se recomienda una zanja de 0.4 m de ancho y 0.40 m de profundidad cada 20 m de distancia o menos dependiendo de la pendiente y de las características de los escurrimientos. Para conocer la separación entre zanjas, es necesario conocer la lámina de escurrimiento, que se genera en la ladera, para una eficiencia de captación del 50%. Para estimar la lámina de escurrimiento para un periodo de retorno de 5 a 10 años se puede utilizar el método racional modificado o de las curvas numéricas que se basan en el uso de coeficientes de escurrimiento que están en función de pendiente, textura, y cobertura vegetal. En caso de no disponer de series históricas de registros pluviométricos se podría utilizar la lluvia máxima de 75 mm para 24 horas para un periodo de retorno de 5 años, que corresponde aproximadamente al 70% del territorio nacional.

### **Hipótesis**

Las zanjas-bordo se construyen siguiendo curvas a nivel en donde el volumen de excavación se coloca agua abajo para formar el bordo; disponen de diques divisores para controlar la velocidad del flujo de agua.

### **Lugar de aplicación**

La aplicación de zanjas bordo se recomiendan en terrenos que presentan rangos de pendiente de 8% a 45%, como máximo

### **Beneficios**

- Interceptar los escurrimientos superficiales
- Favorecer la infiltración del agua al subsuelo
- Atenuar las condiciones que propician erosión hídrica
- Conducir los escurrimientos a velocidades no erosivas a cauces de arroyos naturales o a cárcavas estabilizadas
- Captar agua para la implantación exitosa de árboles frutales o forestales.
- Retener humedad
- Favorecer el desarrollo de especies forestales

### **Limitantes de implementación**

Una de sus principales limitantes del funcionamiento eficiente de implementación es que los escurrimientos no coincidan con las necesidades de agua para las plantas o con la capacidad de almacenamiento en el suelo.

## Lecciones aprendidas

La distancia entre los diques de las zanjas bordo debe ser más corta en la medida que la pendiente sea más pronunciada. Se deben evitar los excesos de azolve en las zanjas bordo para promover su mejor funcionamiento. Se recomienda

## Metodología

1. El bordo se debe formar con el producto del suelo extraído de la zanja y colocado aguas abajo de la misma. Las dimensiones
2. promedio de cada zanja son de 0.4 metros de ancho x 0.4 metros de profundidad. Se recomienda que el fondo esté a nivel para que el agua no se estanque en una determinada zona
3. Para controlar la velocidad de escurrimiento y evitar que en la zanja bordo se forme una cárcava, se recomienda dejar un dique de 30 o 40 centímetros aproximadamente, cada 4 o 5 metros. La altura del dique puede alcanzar la superficie del terreno o dejarlo a 10 centímetros de la superficie, para permitir el paso del agua de un tramo de la zanja a otro.
4. En la construcción de la zanja bordo se puede utilizar maquinaria agrícola, para lo cual se diseña o se adapta un implemento que forme el bordo. Cuando se usa este método, se reducen de manera considerable los costos. Sin embargo, por las dimensiones de excavación que requiere la obra, es posible que se incorpore mano de obra familiar, en la que participen hombres y mujeres.



Manual de conservación de suelos III. Obras para control de Erosión Laminar. Zanjas -Bordo



## **Referencias**

- Fernández D., Martínez M. & Ramírez M. 2009. Colegio de posgraduados. Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua. SAGARPA
- Manual de conservación de suelos II. Zanjas-bordo. Disponible en: <https://es.slideshare.net/JorgeTrejoCanelo/manual-conservacion-suelos-ii>
- Manual de conservación de suelos III. Zanjas-bordo. Disponible en: <https://es.slideshare.net/JorgeTrejoCanelo/manual-de-conservacion-de-suelos-iii>

**FT12**

**ZANJAS DE INFILTRACIÓN TIPO TRINCHERA**

**ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN**



<https://pbs.twimg.com/media/C99HTPWUIAA-EwV.jpg>

**DEFINICIÓN**

Son zanjas trinchera (o también denominadas como 'tinas ciegas' o 'zanjas de infiltración') de 2 m de longitud, 0.5 m de base y 0.5 m de profundidad, y un volumen de captación de agua de 0.5 m<sup>3</sup> por tina, construidas siguiendo las curvas de nivel, que captan la escorrentía y conservan la humedad para los árboles o plantaciones forestales.

**Objetivos**

Sus objetivos principales son la reducción de erosión hídrica, interceptar los escurrimientos superficiales, incrementar la infiltración del agua de lluvia, auxiliar a la reforestación en la supervivencia de especies vegetales.

**Descripción**

Son zanjas rectangulares de 2 metros de longitud, de 0.5 metros de base y 0.5 de profundidad aproximadamente, y un volumen de captación de agua de 0.5 m<sup>3</sup> por tina, construidas siguiendo las curvas de nivel, que captan la escorrentía y conservan la humedad para los árboles o plantaciones forestales. Las tinas pueden construirse en forma continua a través de toda la ladera, sobre distancias más cortas, o para plantas individuales. La zanja trinchera es una variante del sistema zanja-bordo que consiste en la apertura (manualmente o con maquinaria) de zanjas de manera discontinua a través de un tabique divisor entre zanja y zanja.

## Hipótesis

En el diseño de esta obra, se debe considerar al recurso agua como el elemento más importante de administrar, ya que es posible controlar el volumen y la velocidad de los escurrimientos superficiales mediante el uso de zanjas trincheras. Estas zanjas benefician directamente al suelo al evitar erosión y promover mayor supervivencia del área de escurrimiento, esto es, la superficie de aguas arriba de la zanja, por donde escurre el agua precipitada que llega directamente a la zanja.

## Lugar de aplicación

Este tipo de obra se recomienda para zonas semiáridas y templadas con pendientes no mayores a 40%, ya que el movimiento de tierra que se hace en la zanja aguas arriba propicia que se deposite en la zanja de aguas abajo por el escurrimiento superficial.

En las laderas desprovistas de vegetación de una cuenca hidrográfica donde se planea realizar una reforestación.

En regiones donde es necesario favorecer la infiltración del agua en el suelo y la recarga de acuíferos.

Para el control de avenidas que generen problemas de inundaciones y/o la acumulación de sedimento en las partes bajas de una cuenca.

Para el desarrollo de huertos en terrenos de ladera

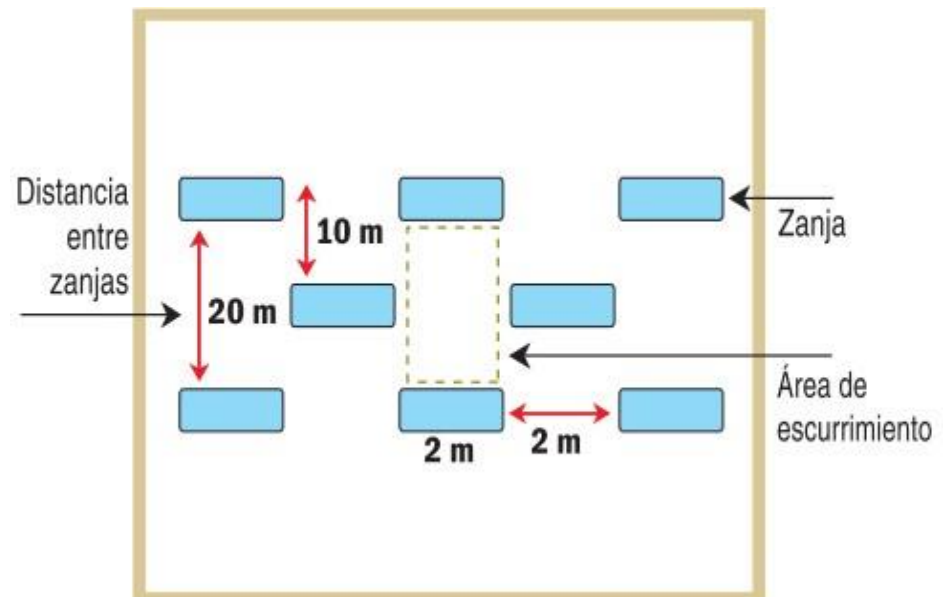
## Beneficios

- Retienen azolves
- Disminuyen la velocidad de escurrimiento.
- Favorecen una mayor infiltración de agua
- Retienen y conservan humedad en áreas localizadas
- Favorecen el desarrollo de especies forestales y de vegetación

## Limitantes de implementación

La realización de la distancia entre zanjas debe realizarse considerando una lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 5 años (expresado en milímetros).

La capacidad de almacenamiento de agua dependerá de las condiciones de la vegetación, el tipo de suelo y



la cantidad de lluvia que se presente en cada zona

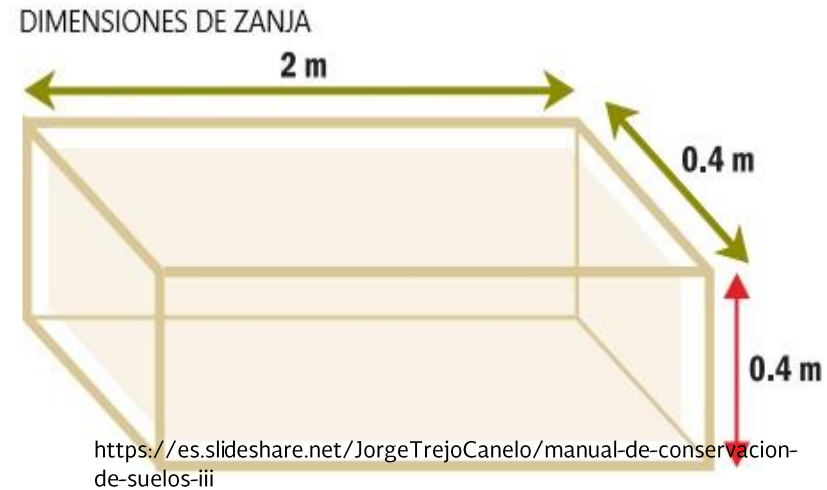
### Lecciones aprendidas

La construcción de zanjas trincheras permite incrementar las densidades de árboles debido a que se pueden plantar sobre los bordos de las zanjas y en los tramos intermedios de ellas. Las zanjas dosifican el agua en el tiempo y propician un flujo lateral a los árboles intermedios.

### Metodología

Para satisfacer el objetivo de estas zanjas se deben realizar mediante el siguiente proceso.

1. Las zanjas-trinchera se construyen siguiendo una curva a nivel previamente trazada con apoyo del aparato "A" o nivel de manguera, formando una línea guía con estacas o cal en polvo.
2. Se coloca una marca cada 2 metros, en promedio, que corresponde a la distancia calculada y que se ajusta de acuerdo con las
3. condiciones topográficas de cada terreno.
4. Se procede a la excavación con pala y pico. Es recomendable depositar el suelo, producto de la excavación, aguas abajo, formando un bordo de una longitud igual a la de la zanja, y se debe compactar para evitar que la corriente arrastre el suelo
5. Es conveniente considerar las medidas recomendables en zanjas trincheras, ya que la pendiente del terreno puede afectar
6. sus dimensiones al momento de su construcción. Por ello, en terrenos inclinados, se debe medir los 40 centímetros de profundidad a la mitad del ancho de la zanja, es decir, a 20 centímetros
7. Las medidas promedio que se recomiendan para la construcción de las zanjas son: 2.0 metros de largo, 0.4 metros de profundidad y 0.4 metros de ancho
8. El adecuado funcionamiento de las zanjas trincheras depende del mantenimiento de la obra, ya que los procesos de sedimentación disminuyen la capacidad de captación de agua de lluvia, así como también reducen el tiempo de vida útil para el que fueron construidas. Por ello, es conveniente que se desalojen los sedimentos acumulados durante el tiempo



que requieren las plantaciones para asegurar un desarrollo adecuado (cinco años en promedio), dependiendo de cada especie, condiciones climáticas y edáficas (del suelo) para cada lugar.

9. Si se considera una separación de 2 metros entre zanja y zanja en una misma curva a nivel, y cada una mide 2 metros de largo, entonces en 100 metros lineales se pueden construir 25 zanjas con dimensiones de 2.0 x 0.4 x 0.4 metros. La distancia entre ellas es de 20 metros y entre hileras alternas es de 10 metros; por lo tanto, se construyen en promedio 250 zanjas por hectárea, que equivalen a 500 metros lineales, distribuidos cada 10 metros

### **Referencias**

- Manual de Conservación de Suelos III. Obras para el Control de Erosión Laminar. 2012. Disponible en: <https://es.slideshare.net/JorgeTrejoCanelo/manual-de-conservacion-de-suelos-iii>
- SAGARPA. Tinas ciegas. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/17%20TINAS%20CIEGAS.pdf>
- CNA. Gerencia Regional Pacífico Sur. 2006. Curso de Manejo Integral de Cuencas. Huatulco, Oaxaca. México.
- SAGARPA. 2008. Curso sobre Uso y Manejo Sustentable del Suelo y Agua (COUSSA). Dirigido a Prestadores de Servicios profesionales de COUSSA en el país.
- SARH. Colegio de Postgraduados. 1991. Manual de conservación del suelo y del agua. Montecillo, Estado de México. México. Pp. 528-532.
- SEMARNAT-CONAFOR. 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de Obras y Prácticas.
- Tercera edición. Jalisco, México.

# FICHAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN RHA XII PENÍNSULA DE YUCATÁN

## SECTOR FORESTAL, BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS

FT1

ACTIVIDADES PESQUERAS

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTfAs4gb2yP4jIBVjQHW1cwosHtBi maa4\\_wvWeVSPISbfffACik](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTfAs4gb2yP4jIBVjQHW1cwosHtBi maa4_wvWeVSPISbfffACik)

### DEFINICIÓN

Las actividades pesqueras son las que se realizan para extraer o capturar cualquier tipo de pez o especie acuática en aguas continentales o marítimas.

### Objetivos

Sus objetivos son la producción de alimentos, generación de empleos, elevación de los niveles de vida de la población, incremento en el aporte de divisas y apoyo al desarrollo del país, mediante el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros.

### Descripción

La actividad pesquera, la producción de alimentos de origen marino no se limita al pescado, las algas y el plancton constituyen una reserva nutritiva poco explotada que podría paliar en el futuro los problemas de hambre que aquejan a numerosos países.

**a. Diversificación pesquera.** Se busca la diversificación pesquera para responder a la disminución de la rentabilidad y

empleo en el sector, evitar los riesgos de una excesiva dependencia y sacar partido de las nuevas oportunidades para crecimiento inteligente y ecológico.

- b. Modernización de la actividad de la captura pesquera.** Esto implica la óptima operación de la flota, para lo cual es indispensable la modernización de embarcaciones, tener instalaciones portuarias suficientes y adecuadas y, de ser posible, puertos y terminales pesqueras adecuadas a cada región.
- c. Recuperación de pesquerías, maricultura y acuicultura.** La pesca y la acuicultura pueden ser una alternativa para el desarrollo económico y la seguridad alimentaria, siempre y cuando se construya una industria sólida y sustentable. La acuicultura como actividad basada en el conocimiento científico y técnico, tiene una producción de alimentos tres veces superior a la de la agricultura y la ganadería, es una alta fuente de empleos y divisas; es así que la pesca en cualquiera de sus formas es una alternativa para la seguridad alimentaria, siempre y cuando se realice sustentablemente.

### **Hipótesis**

Es de vital importancia encontrar en las actividades pesqueras se implemente una política consistente, tanto para beneficiar al pescador, potenciar su productividad y su desarrollo para tener una efectiva conservación de los recursos pesqueros, evitando la sobreexplotación y fomentando la sustentabilidad.

### **Lugar de aplicación**

Costas en las cuales el sector pesquero mantenga situaciones poco favorables, con vedas y otras restricciones, además de caos meteorológico producto del cambio climático.

### **Beneficios**

Reducción de muerte por capturas no deseadas, Reducción y/o eliminación de la pesca ilegal; mayor difusión y acción en la implantación del manejo ecosistémico de las pesquerías; mayor voluntad política, visibilizar la importancia de las comunidades pesqueras tradicionales en el sostenimiento de la pesca como forma de vida. Sustentabilidad económica y ambiental.

### **Limitantes de implementación**

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la industria pesquera es la carencia de un sistema ágil y adecuado de distribución y mercadeo que facilite la disponibilidad de los productos en las diferentes regiones del país; es necesario establecer una red coordinada de distribución y mejorar las condiciones de conservación y manejo de las capturas, mercados de productos del mar en puertos estratégicos, así como campañas de publicidad en los medios masivos de comunicación y la edición y distribución de recetas.



## Lecciones aprendidas

La actividad acuícola y pesquera representan una opción importante para ampliar la oferta alimenticia, contribuir a la generación de divisas y crear fuentes de empleo, aunque su legislación es aún ineficiente, es indispensable mantener la viabilidad económica y la sustentabilidad ambiental del sector.

## Metodología

La metodología utilizada para las actividades pesqueras, dependerá del lugar en que se realice, ya sea en ríos, mar o lagos y del volumen de pesca.

1. La **pesca local** es comercial, pero su finalidad no es el gran consumo, sino suministrar de pescado al mercado local. De hecho, no cuenta con grandes medios para la obtención del pescado. Se sirven de pequeñas embarcaciones con redes y demás trampas, y no suelen contar con tecnología suficiente en las embarcaciones (tanto de localización como de conservación del pescado capturado)
2. La **pesca industrial**, es la realizada por grandes corporaciones y suele ser para gran consumo. Por lo tanto, disponen de flotas pesqueras con diferentes métodos de captación dependiendo del tipo en concreto de pescado que quieran obtener, se dispone de la tecnología para localizar el pescado que necesitan mediante sonar o localización por satélite, así localizan los bancos de peces obteniendo el volumen de pesca necesario para comercializarlo.
3. La **pesca de subsistencia**, a diferencia de la anterior, el único fin es el autoconsumo. Cada tipo de pesca utiliza diferentes métodos de captura, desde redes, arpones, con hilo, trampas o en forma manual



<http://image.slidesharecdn.com/sectoprimario-141016144844-conversion-gate02/95/secto-primario-54-638.jpg?cb=1413471043>

## Referencias

- Jiménez G., La Modernización del sector pesquero. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/2/910/5.pdf>
- Acuicultura. 2014. Alternativa para la seguridad alimentaria. Cámara, 37, 9-12.
- Inzunza A. (04/2014). La maricultura es la industria del futuro. Cámara, 37, 12-18
- Visión general de la legislación acuícola nacional, México. Departamento de Acuicultura y Pesca. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: [http://www.fao.org/fishery/legalframework/nalo\\_mexico/es](http://www.fao.org/fishery/legalframework/nalo_mexico/es)
- La importancia de la acuicultura en la seguridad alimentaria de México y el mundo. Panorama Acuícola Magazine. Disponible en: [http://www.panoramaacuicola.com/articulos\\_y\\_entrevistas/2012/09/03/la\\_importancia\\_de\\_la\\_acuicultura\\_en\\_la\\_seguridad\\_alimentaria\\_de\\_mexico\\_y\\_el\\_mundo.html](http://www.panoramaacuicola.com/articulos_y_entrevistas/2012/09/03/la_importancia_de_la_acuicultura_en_la_seguridad_alimentaria_de_mexico_y_el_mundo.html)
- Un país pionero en la actividad. Acuicultura en México. Mundo Acuícola. Disponible en: <http://www.mundoacuicola.cl/comun/index.php?modulo=3&cat=4&view=1&idnews=56>

## SECTOR SALUD

FT1

MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



<http://www.nicoyawaterkeeper.org/images/programa-monitoreo-agua-comp-h.jpg>

### DEFINICIÓN

Es la medición y evaluación periódica de parámetros físicos, químicos, biológicos y/o organolépticos de cuerpos de agua establecidos bajo criterios técnicos según el objetivo de la evaluación; con el fin de verificar el cumplimiento de los estándares establecidos cada parámetro evaluado y/o identificar estados críticos de los mismos para, tomar medidas necesarias para conservar la calidad del agua y cumplir con los estándares legales.

### Objetivos

El objetivo del monitoreo es identificar la idoneidad del agua, para los requerimientos de calidad asociados a un uso determinado

### Descripción

Para asegurar la calidad del agua, es necesario establecer, a nivel comunitario, normas y procedimientos para el monitoreo de la calidad del agua. Estas normas deben incluir un protocolo de inspecciones sanitarias y mantenimiento preventivo del sistema

generador cuenca productora de agua - acueducto rural, que garanticen las condiciones del recurso hídrico se prevengan los riesgos de contaminación de fuentes naturales, así como del sistema de abastecimiento y distribución del agua.

## **Hipótesis**

Debido al crecimiento urbano y la presión existente sobre el recurso agua, se ha hecho necesario monitorear su calidad para asegurarnos de que permanezca en óptimas condiciones de uso y garantizar su protección, así como la salud humana. La calidad del agua preocupa a los países de todo el mundo, por su repercusión en la salud de la población; y los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo.

## **Lugar de aplicación**

Generalmente el muestreo se lleva a cabo en lugares o zonas donde se desee conocer el estado de calidad del agua, es el lugar específico determinado bajo criterios técnicos para obtener muestras de agua representativas de acuerdo a los objetivos de la evaluación, así que este punto puede ser por única vez o puede ser evaluado continuamente de acuerdo a los intervalos de tiempo establecidos para el estudio, como, por ejemplo:

**Puntos de Muestreo para Descargas.** El lugar ideal para el muestreo sería el punto exactamente antes de que la descarga ingrese a un curso de agua receptor (es decir, una corriente natural o un río). Sin embargo, es posible que este punto no sea de acceso fácil ni seguro. En este caso, la muestra debe ser recolectada en el primer punto accesible corriente arriba de la descarga del conducto o canal.

**Puntos de Muestreo para Aguas Receptoras.** Generalmente, se trata de arroyos, ríos, pantanos, lagos y aguas subterráneas en el área. Como mínimo, debe ubicarse dos puntos de muestreo: aguas arriba y aguas abajo, en el cuerpo de agua receptor (tomando como referencia la descarga de un efluente líquido)

## **Beneficios**

- Mejoramiento y recuperación de la calidad del agua
- Disminución de residuos sólidos y sedimentos
- Disminución de enfermedades de origen hídrico
- Detectar afecciones y establecer las medidas correctoras: contaminación, salinización, pérdida de calidad.
- Protección y restauración de ecosistemas acuáticos, montañas, bosques, humedales, ríos, acuíferos y lagos
- Fortalecimiento de la participación de las comunidades locales para mejorar la gestión del agua y el saneamiento

## **Limitantes de implementación**

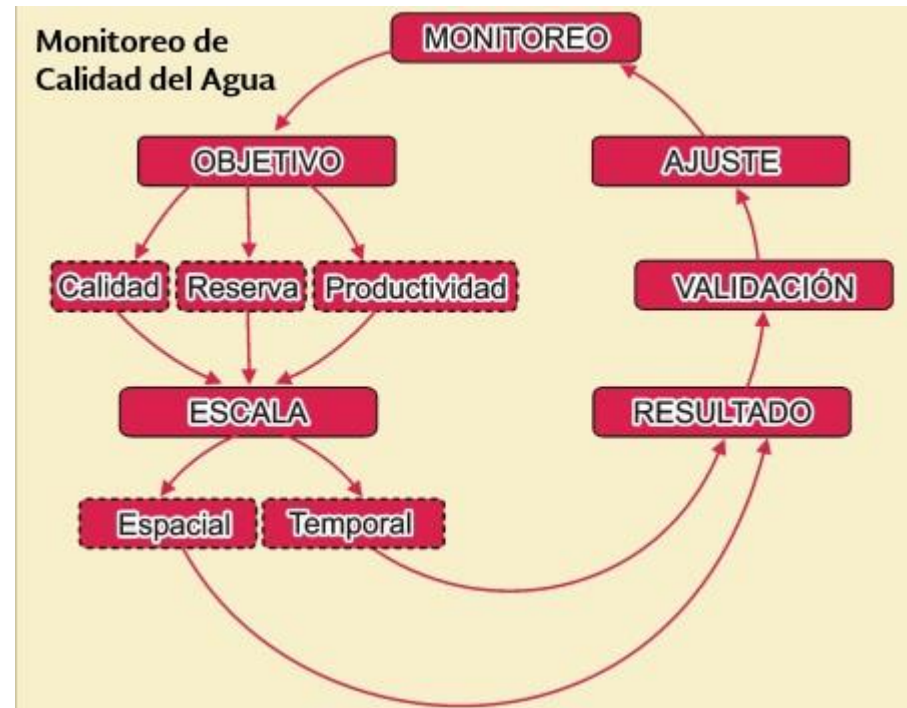
Uno de los principales desafíos son el financiamiento y los altos requerimientos institucionales, la de monitoreo ineficiente, la falta de regulaciones y cumplimiento de normas. La falta de bases de datos sobre situación ambiental de la calidad del agua.

### Lecciones aprendidas

Es indispensable la participación de los ciudadanos. El acceso y transparencia a la información sobre la calidad del agua es un prerrequisito indispensable para que se dé la participación social. Debe tenerse cuidado desde el inicio del muestreo, en asegurar una recopilación de datos hidrológicos y químicos imparciales exacta durante el monitoreo. Los datos deben ser sometidos a escrutinio y a una reevaluación constante.

### Metodología

Para el monitoreo de la calidad del agua se utilizan tres indicadores principales: la Demanda Bioquímica a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 se utiliza para medir la materia orgánica biodegradable, la DQO mide la materia orgánica ocasionada por descargas de agua residuales industriales, mientras que los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo.



Ciclo del monitoreo, tomado de:  
<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/Monitoreo.pdf>

La metodología que se emplea en el monitoreo es a través de mediciones y observaciones sistemáticas de las variables del agua atmosférica, superficial y subterránea, costera y marina, las cuales deben obedecer a un protocolo de monitoreo y seguimiento, con protocolos estandarizados, generalmente se hacen mediciones de pH, dureza, salinidad, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, la demanda bioquímica de oxígeno, cloruros y algunas características biológicas.

Con base en lo anterior, se entiende que el tipo de monitoreo de calidad del agua, dependerá del lugar donde se desee hacer el

estudio, sea río, lago, laguna, mar, reservorios de agua, etc.; y de los planes de saneamiento que se tenga y el uso del agua en estudio, al igual que de los procesos físico-químicos que la afecten.

## Referencias

- Gestión del agua en cuencas transfronterizas. Mecanismos e instrumentos para el monitoreo de la calidad del agua. Disponible en: [http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/29%20mecanismos\\_monitoreo\\_calidad\\_agua.pdf](http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/29%20mecanismos_monitoreo_calidad_agua.pdf)
- Sistema Nacional de Información del Agua. CONAGUA. Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx>
- Manual de muestreo, técnicas de medición de parámetros in situ, y estrategias de monitoreo para la vigilancia del agua subterránea. 2015. Disponible en: <http://files.conagua.gob.mx/transparencia/INDICADORESAGUASSUBTERR%20C3%81NEASMANUALMUESTREO.pdf>
- Estadísticas del Agua en México. 2016. SEMARNAT. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua>
- Auge M. 2006. Métodos y Técnicas para el monitoreo de acuíferos. Universidad de Buenos Aires.
- Disponible en: <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/Monitoreo.pdf>
- Procedimiento de monitoreo de agua y suelo. 2005
- Manual de procedimientos para el monitoreo de calidad de agua de mar en la región la Ribera- Cabo Pulpo. Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada, Unidad La Paz (CICESE). 2013. Disponible en: <http://cabopulmoamigos.org/assets/manual-de-monitero-de-calidad-del-agua-de-mar-accp-2013.pdf>
- Implementación de mejoras para la calidad del agua y la protección de servicios ecosistémicos. Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC). Disponible en: [http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/04%20risk\\_water\\_quality\\_es\\_p\\_web.pdf](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/04%20risk_water_quality_es_p_web.pdf)

FT2

MONITOREO Y CONTROL BACTERIOLÓGICO

ADAPTACIÓN  
MITIGACIÓN



### DEFINICIÓN

Es la determinación continua o periódica de la cantidad de contaminantes, físicos, químicos, biológicos o su combinación en un recurso hídrico conservando los límites de concentración o cantidad de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible.

<http://www.fincalastrellas.com.mx/wp-content/uploads/2014/06/Tratamiento-rastros-y-frigorificos-1->

### Objetivos

El objetivo del monitoreo es identificar la idoneidad del agua, con el fin de que conserve las características físicas, químicas y biológicas, de calidad el agua, para los requerimientos asociados a un uso determinado

### Descripción

Para un monitoreo y control bacteriológico se toman en cuenta parámetros que por su naturaleza cambiante permiten hacer un acertado prediagnóstico de calidad del agua, estos son: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto.

### Hipótesis

Debido al crecimiento urbano y la presión existente sobre sobre el recurso agua, se ha hecho necesario monitorear su calidad para asegurarnos de que permanezca en óptimas condiciones de uso y garantizar su protección, así como la salud humana.

### **Lugar de aplicación**

El tipo de monitoreo y control bacteriológico del agua, dependerá del lugar donde se desee hacer el estudio, sea río, lago, laguna, mar, reservorios de agua, etc.; y de los planes de saneamiento que se tenga y el uso del agua en estudio, al igual que de los procesos físico-químicos que la afecten.

### **Beneficios**

- Garantiza la inocuidad del agua destinada al consumo evitando así epidemias gastrointestinales.
- Detección y control oportuna de microorganismos patógenos
- Neutralización oportuna de desinfectantes y metales pesados
- Detección oportuna de contaminación fecal
- Disminución de residuos sólidos y sedimentos
- Disminución de enfermedades de origen hídrico
- Detectar afecciones y establecer las medidas correctoras
- Recuperación de ecosistemas acuáticos, montañas, bosques, humedales, ríos, acuíferos y lagos
- Fortalecimiento de la participación de las comunidades locales para mejorar la gestión del agua y el saneamiento

### **Limitantes de implementación**

Uno de los principales desafíos son el financiamiento y los altos requerimientos institucionales, la de monitoreo ineficiente, la falta de regulaciones y cumplimiento de normas. La falta de bases de datos sobre situación ambiental de la calidad del agua.

### **Lecciones aprendidas**

El lugar ideal para los puntos de muestreo para descargas, será el punto exactamente antes de que la descarga ingrese a un curso de agua receptor (es decir, una corriente natural o un río). Sin embargo, es posible que este punto no sea de acceso fácil ni seguro. En este caso, la muestra debe ser recolectada en el primer punto accesible corriente arriba de la descarga del conducto o canal. Así, los puntos de muestreo para aguas receptoras, generalmente se trata de arroyos, ríos, pantanos, lagos y aguas subterráneas en el área. Como mínimo, debe ubicarse dos puntos de muestreo: aguas arriba y aguas abajo, en el cuerpo de agua receptor (tomando como referencia la descarga de un efluente líquido).

### **Metodología**

Ubicación: La ubicación de los puntos de muestreo deberán cumplir los siguientes criterios:

Identificación: El punto de muestreo, debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta. De preferencia, los puntos deberán ser presentados en cartas o mapas y en coordenadas UTM mediante el Sistema de



Posicionamiento Global.

Accesibilidad: Las características del punto deben permitir un rápido y seguro acceso para tomar la muestra, no debe implicar riesgo para el monitor.

Representatividad: Se debe elegir tramo regular, accesible y uniforme del río, se debe evitar zonas de embalse o turbulencias no característicos del cuerpo de agua, a menos que sean el objeto de la evaluación. Es importante considerar la referencia para la ubicación de un punto de monitoreo pudiendo ser un puente, roca grande, árbol, kilometraje vial y localidad.

Seguridad: Un aspecto a tener en cuenta, dentro de la ubicación de los sitios de monitoreo, es el nivel de seguridad con el que contará el personal encargado de la toma de muestra. Se deben incluir medidas de seguridad para lograr el acceso a un punto de monitoreo según el caso lo requiera (uso de arneses, cuerdas, etc) y siempre y cuando sea estrictamente necesario, ya que lo primordial es preservar la vida del recurso humano

### Referencias

- Protocolo de monitoreo de agua. Laboratorio de calidad ambiental. Disponible en: [http://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user\\_upload/p\\_biorem/education/research/protocols/Protocolo\\_Agua.pdf](http://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf)
- Organización Mundial para la Salud. Guías para la calidad del agua potable. 2 edición. OMS / Ginebra. Volumen 3. 255 p. 1998
- Manual de muestreo, técnicas de medición de parámetros in situ, y estrategias de monitoreo para la vigilancia del agua subterránea. 2015. Disponible en: <http://files.conagua.gob.mx/transparencia/INDICADORESAGUASSUBTERR%81NEASMANUALMUESTREO.pdf>
- Estadísticas del Agua en México. 2016. SEMARNAT. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua>
- Auge M. 2006. Métodos y Técnicas para el monitoreo de acuíferos. Universidad de Buenos Aires. Disponible en: <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/Monitoreo.pdf>
- Manual de procedimientos para el monitoreo de calidad de agua de mar en la región la Ribera- Cabo Pulpo. Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada, Unidad La Paz (CICESE). 2013. Disponible en: <http://cabopulmoamigos.org/assets/manual-de-monitero-de-calidad-del-agua-de-mar-accp-2013.pdf>
- Implementación de mejoras para la calidad del agua y la protección de servicios ecosistémicos. Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC). Disponible en: [http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/04%20risk\\_water\\_quality\\_es\\_p\\_web.pdf](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/04%20risk_water_quality_es_p_web.pdf)

