







## ESTADO DEL ARTE DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO

Aurelio Reyes Ramírez<sup>1</sup>; Pablo Miguel Coras Merino<sup>2</sup>; Ramón Eduardo Arteaga Tovar<sup>3</sup>; Vicente Ángeles Montiel <sup>4</sup>

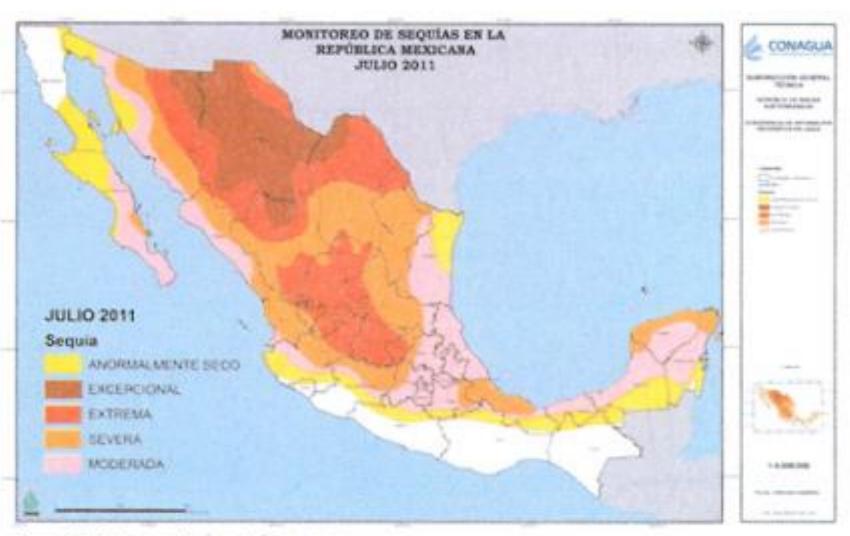
1, 2, 3, 4 Profesores investigadores del Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo areyes@correo.chapingo.mx Tel. 595 95 26 49

#### Clasificación de la Sequía









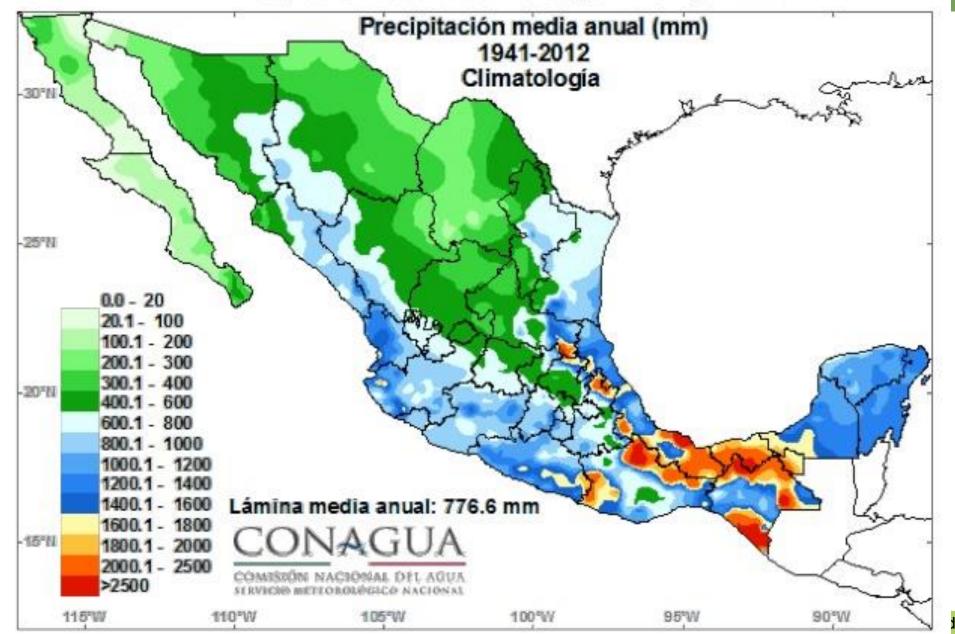
Fuente SAIN: Monitor de Seguia de América del Norte North American Drought Monitor



#### Precipitación Media Anual México (1941-2012) en mm.







del 2016

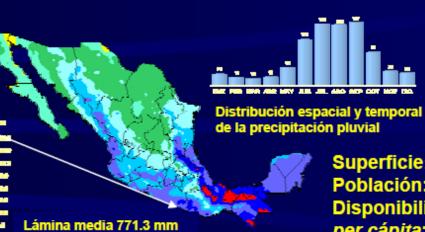


#### **DATOS GENERALES DE MEXICO**



lel 2016



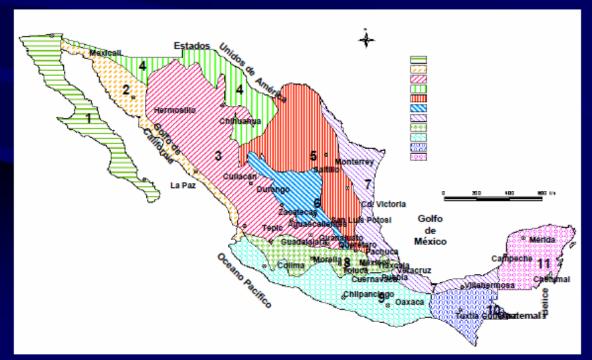


Superficie: 2 millones de km2

Población: 103 millones de habitantes

Disponibilidad de agua

per cápita: 4,547 m3/habitante-año Precipitación media anual: 771 mm/a



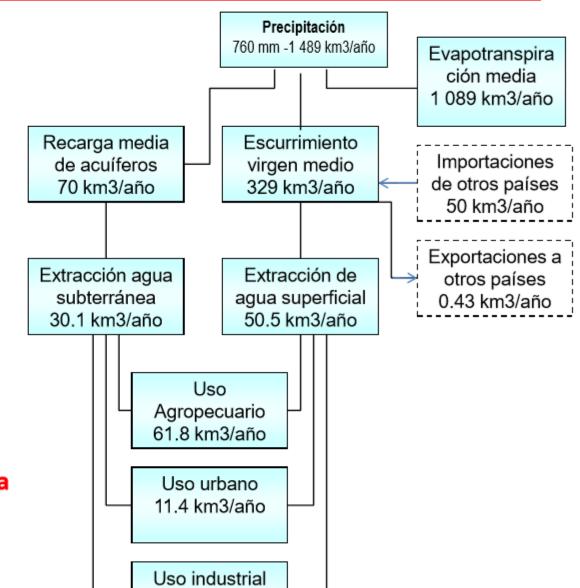
POR: RUBEN CHÁVEZ GUILLEN. CNA 2006

#### México en cifras





- 1964 miles de km²
- 112.3 millones de hab
- 1.4 % la tasa de crecimiento anual
- 78 % de los habitantes en localidades urbanas
- 187 938 localidades con menos de 2500 habitantes
- 4547 m³/hab/año es disponibilidad natural media



7.4 km3/año

POR: FELIPE ARREGÍN.

**CNA 2011** 

re del 2016







#### Extracciones de agua por origen Total 80 600 millones de m<sup>3</sup> en 2009

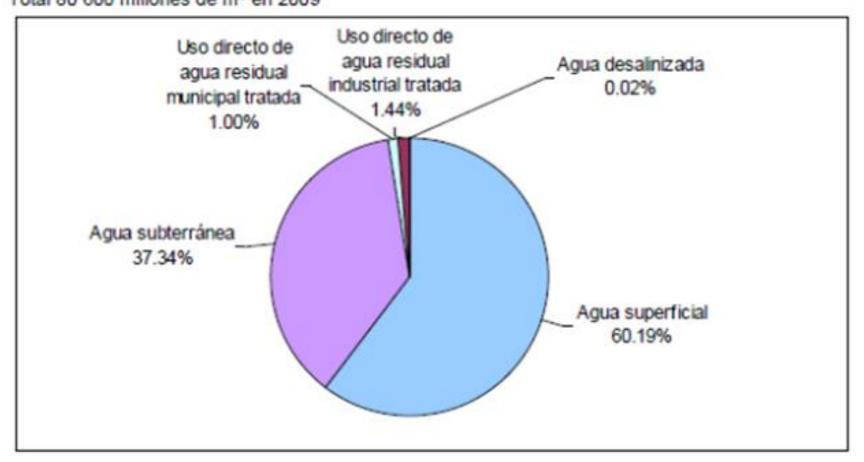
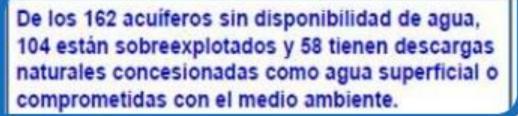


Fig.7 http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries regions/mex/indexesp.stm





del 2016

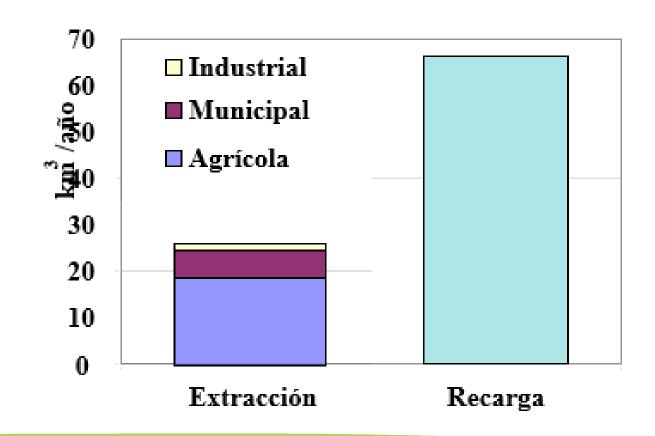






Figura 3. Balance global del agua en México

Según: Luis Ernesto Marín Stillman



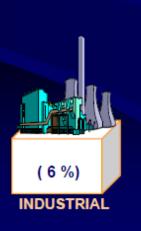
#### **VALOR ECONOMICO DEL AGUA SUBTERRANEA**

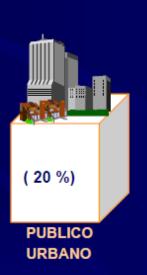
#### El subsuelo:

- Única fuente permanente en 50% del territorio mexicano.
- ➤ Fuente preferencial para los sectores urbano, industrial y rural, aun en las regiones lluviosas.
- ➤ Sustenta el riego de dos millones de hectáreas(1/3 de superficie total).
- Suministra un 70% del agua requerida en ciudades (55 mh).
- ➤ Abastece a la gran mayoría de los desarrollos industriales y a casi la totalidad de la población rural.

#### **EXTRACCIÓN Y USO DEL AGUA SUBTERRANEA**











POR: RUBEN CHÁVEZ GUILLEN. CNA 2006



## Acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina, y/o bajo el fenómeno de salinización de suelos, o aguas subterráneas salobres (Situación al año 2003)



Fuente: Gerencia de Aguas Subterráneas. SGT. CNA.











#### Disponibilidad de Agua Subterránea





La Norma Oficial Mexicana NOM-011 establece los métodos para determinar la disponibilidad de agua. A la fecha se ha determinado la disponibilidad de los 511 acuíferos más importantes del país, los cuales cubren el 78% del territorio y suministran más del 90% del volumen de agua extraído del subsuelo.

Felipe Arreguín Comisión Nacional del Agua UNAM

#### Prontuario de aguas subterráneas

Con el fin de facilitar su consulta, se presentan datos generales relativos a las aguas subterráneas.

No.	Concepto	Valor

#### Aguas subterráneas

1	Número de acuíferos	653
2	Recarga media anual de los acuíferos (Diciembre, 2012)	92 [km³/a]
3	Disponibilidad media anual	22.6 [km³/a]
4	Volumen concesionado a la fecha de corte 31 diciembre del 2012	32.5 [km³/a]
5	Número de pozos inscritos en el REPDA	350,000
6	Número estimado de pozos en las que fueron ZLA(50% registrados)	100,000
7	Extracción medida o estimada por medios indirectos	28.5 [km³/a]
8	Extracción para uso agrícola (2 millones de ha)	20.3 [km <sup>3</sup> /a] (71%)
9	Extracción para uso público urbano (55 millones de habitantes)	6.3 [km <sup>3</sup> /a] (22%)
10	Extracción para uso industrial	1.2 [km³/a] (4%)
11	Extracción para uso doméstico y abrevadero	0.7 [km <sup>3</sup> /a] (3%)
12	Extracción estimada en las zonas de libre alumbramiento	10 km3/a
13	Descarga natural comprometida con el medio ambiente o concesionada como agua superficial	43.3 [km³/a]
14	Acuíferos sobreexplotados	101
15	Acuíferos en riesgo de sobreexplotación	76
16	Déficit en los acuíferos sobreexplotados (pérdida de almacenamiento)	5.6 [km³/a]
17	Acuíferos con proyecto de recarga artificial	4
18	Acuíferos con estudio de factibilidad de presa subterránea	2
19	Número de acuíferos costeros	183

20	Acuíferos con intrusión salina	15
21	Acuíferos con agua de mala calidad natural	32
22	Acuíferos con problemas identificados de hundimiento de terreno	9
23	Acuíferos con red de monitoreo piezométrico	371
24	Acuíferos con arsénico y flúor respectivamente	16 y 21
25	Número de decretos de veda	146
26	Superficie del país bajo veda de aguas subterráneas	55%
27	Superficie del país en zonas de libre alumbramiento (hasta abril de 2013)	45%
28	Número de acuerdos generales que suspenden el libre alumbramiento	8
29	Número de acuíferos comprendidos por los acuerdos generales	333
30	Estados en que se extienden las zonas de libre alumbramiento	19
31	Extracción estimada en las zonas de libre alumbramiento	10-15 (km³/a)
32	Estudios justificativos de ordenamiento	150



### SUPERFICIE DE RIEGO EN MÉXICO



6.5 Millones de Hectáreas de Riego

54% Productos Agrícola

70% Exportaciones

39,500 Unidades de Riego

3.5 Millones ha (53%)

Agricultura comercial orientada al mercado nacional y a la exportación.

3.0Millones ha (47%)

Agricultura comercial orientada principalmente a los mercados locales y regionales.





**II CONGR** 

#### Datos del riego en México

Extensión del territorio	1.909.000 km2
Superficie agrícola (% del territorio)	56%
Superficie total equipada para riego (% de la superficie agrícola)	22,9%
Superficie de regadío	6,2 millones ha (equipadas), 5,5 millones ha (realmente irrigadas)
Sistemas de riego	5,8 millones ha (riego por superficie)
	0,31 millones ha (riego por aspersión) 0,14 millones ha (riego localizado)
Recursos hídricos para regadío	Agua superficial (67%) y <b>agua</b> subterránea (33%)





## EFECTOS E IMPACTO ECOLOGICO DEL MANEJO NO SUSTENTABLE DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

- Abatimiento de niveles del agua subterránea.
- Minado de la reserva.
- Impacto ecológico negativo: desaparición de manantiales, vegetación nativa, humedales, lagos, gasto base de ríos y ecosistemas locales.
- Disminución del gasto y rendimiento de los pozos.
- Pérdida de la rentabilidad de la actividad agrícola.
- Deterioro de la calidad del agua subterránea.
- ☐ Incremento del costo de extracción (consumo de energía eléctrica).
- Asentamiento y agrietamiento del terreno.

La reserva de agua subterránea (en gran parte no renovable) permite regular las variaciones – estacionales, anuales y de largo plazo- de la precipitación pluvial. Pero este recurso estratégico se está minando al ritmo de 5,400 hm3/a.





POR: RUBEN CHÁVEZ GUILLEN. CNA 2006









#### CONCLUSIONES IMPORTANTES DE ESTE ANÁLISIS

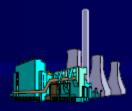
- En México, existe una disponibilidad natural media de agua de 474 mil, 637hm3 al año, que lo ubica en el ámbito mundial como uno de los países con disponibilidad baja.
- México cuenta con más de 4 mil presas, cuya agua se destina para generar energía, uso público y agrícola.
- En el país, existen 653 cuerpos de agua subterránea o acuíferos, 126 están sometidos a sobreexplotación. Del total de acuíferos se extrae más del 60% del agua subterránea destinada para todos los usos.
- Debido a la sobreexplotación, la reserva de agua subterránea está disminuyendo a un ritmo cercano a 6 km³ por año.
- En el 2004, la disponibilidad natural de agua por habitante en el país fue de 4 mil 505 m³ anuales; la menor se registró en la región del Valle de México (188 m³/hab/año) y la mayor en Chiapas (24 mil 549 m³/hab/año).
- La infraestructura para la potabilización del agua suministrada está constituida por 864 plantas; de éstas 770 se encuentran en operación.
- Entre 1980 y 2004 se presentaron 92 ciclones tropicales en las costas de México, de los cuales 42 tenían intensidad de huracán al llegar a la tierra.

## ESTRATEGIA PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL AGUA SUBTERRANEA

Manejo de la demanda:



- Reducción de fugas y desperdicios
- Medición
- Adecuación de tarifas
- Reuso



- Reciclamiento
- Uso de agua residual
- Estímulos fiscales



- Tecnificación de riego
- Conversión de cultivos
- Uso de agua residual
- Adecuación de tarifa eléctrica



POR: RUBEN CHÁVEZ GUILLEN. CNA 2006

- Uso Conjunto Agua Superficial, Subterránea, pluviales y residuales.
- Transferencia de derechos y cambios de uso suelo/agua
- Legislación hidráulica Reglamentos particulares, Vedas y Reservas

Rescate de Derechos

Recarga artificial

Evaluación y monitoreo









#### TENDENCIAS DE LAS POLÍTICAS OFICIALES CNA. 2015

- Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola
- Fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento
- Lograr el manejo integral y sustentable del agua en cuencas y acuíferos
- Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico
- Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso
- Disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías

# ¡Gracias!