



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



RED TEMÁTICA

Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua



CONSEJO DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE
PUEBLA



FORO "DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA GESTIÓN DEL AGUA"

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE IZÚCAR
DE MATAMOROS

9 Y 10 DE
AGOSTO 2019

CONFERENCIAS
MAGISTRALES

MESAS DE
TRABAJO

aguanet.com.mx

Foro “Desafío y oportunidades en la gestión del agua”

Reporte General.

Para el desarrollo del Foro se constituyó un Comité Organizador, presidido por el Rector de la Universidad y dirigido por el Dr. Amado Enrique Navarro Frómeta, Responsable Técnico de la Actividad. El mismo estuvo integrado además por personal académico y administrativo de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, UTIM, cinco miembros del Comité Técnico Académico de la Red Temática Gestión de la Calidad y Disponibilidad del Agua de cinco Instituciones del país, un miembro del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla, CONCyTEP, así como por dos directores de área del H. Ayuntamiento de Izúcar de Matamoros.

La casi totalidad de las actividades del Foro se desarrollaron los días 9 y 10 de agosto de 2019 en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, cumpliéndose el siguiente programa, con variaciones en la duración de los eventos, básicamente en las mesas de trabajo, que por el número de ponencias e intervenciones duraron más de lo previsto:

Viernes, 9 de agosto de 2019	
9:30 – 10:00	Registro de Participantes
10:00 – 10:15	Inauguración
10:30 – 12:00	“Irrigation Management” Conferencia magistral: Dr. Vijay Singh, Department of Biological and Agricultural Engineering, Texas A&M University USA.
12:00 – 13:00	“Técnicas ancestrales de cosecha del agua.” Conferencia magistral: Dra. Teresa Rojas Rabiela. CIESAS-UNAM
13:00 – 13:30	Receso
13:30 -17:00	Sesiones de las mesas de trabajo “1. Problemas de las cuencas hidrográficas: La cuenca Zahuapan-Atoyac” “2. Tratamiento del agua para reutilización” “3. Problemas y soluciones en el uso del agua de riego” “4. Agua, Alimentos y Energía” “5. Cosecha del agua”
Sábado, 10 de agosto de 2019	
9:00– 9:30	Registro de Participantes

9:30 – 10:30	Demostraciones tecnológicas: Cultivo hidropónico Cañones de Riego	Plática para mujeres “Prevención de problemas gastrointestinales en niños por ingesta de alimentos y agua contaminada”
10:45 – 11:45	“Principios y Aplicaciones del Uso Eficiente del Agua” Conferencia magistral: Dr. Eusebio Ventura Rojas, UAQ	
12:00 – 13:00	Los otros axolotes mexicanos y Conservación y manejo sustentable de la fauna silvestre en México. Plática para niños: Dr. Juan Ricardo Cruz Aviña y Lic. Bruno Rosas Fragoso, ICUAP, BUAP.	
12:00 – 12:15	RECESO	
12:15 – 13:45	Sesión de las mesas de trabajo “1. Problemas de las cuencas hidrográficas: La cuenca Zahuapan-Atoyac” “2. Tratamiento del agua para reutilización” “3. Problemas y soluciones en el uso del agua de riego” “4. Agua, Alimentos y Energía” “5. Cosecha del agua”	
14:00 – 15:30	“Surface Irrigation Modelling” Conferencia magistral: Dr. Vijay Singh, Department of Biological and Agricultural Engineering, Texas A&M University USA.	
15:30 – 15:45	“Presentación de Síntesis de las Mesas de Trabajo”	
15:45 -16:00	Clausura	

Una visita a una microcuenca demostrativa de acciones para la conservación del agua se pospuso por dificultades logísticas, cumpliéndose el 25 de octubre.

Ponencias de las mesas de trabajo

Mesa 1. Problemas de las cuencas hidrográficas: La cuenca Zahuapan-Atoyac

- 1.1 Problemática y análisis Tehuacán
- 1.2 Análisis multiescala del metabolismo social y ecológico para la evaluación de la sustentabilidad de la Cuenca Zahuapan-Atoyac.
- 1.3 Disponibilidad y demanda de agua en la cuenca del río Zahuapan, Tlaxcala
- 1.4 El uso del Ozono para la Mejora del Tratamiento Físicoquímico de Aguas Residuales
- 1.5 La cuenca del Zahuapan. Ecología política de su evolución
- 1.6 El manejo integral de la cuenca Zahuapan-Atoyac: implicaciones y retos de su aplicación como enfoque de gestión
- 1.7 La hidrología y los SIG como herramientas ante la amenaza del cambio climático en cuencas hidrológicas.

- 1.8 Disponibilidad y demanda de agua en la cuenca del río Zahuapan, Tlaxcala
- 1.9 Gestión del agua en la producción ganadera bajo un enfoque agroecológico:
- 1.10 Problemática de las cuencas jurídicamente
- 1.11 Identidad Hídrica
- 1.12 Problemática de la la Subcuenca del río Nexapa

Mesa 2. Tratamiento del agua para reutilización

- 2.1 Tratamiento de aguas porcinas mediante humedales construidos
- 2.2 Análisis del agua residual de los laboratorios de educación media superior
- 2.3 Sistemas de tratamiento de aguas con fines de uso y reúso
- 2.4 Ingeniería de los sistemas electroquímicos aplicada a el tratamiento de efluentes.
- 2.5 Tecnologías electroquímicas microbianas para la obtención de agua tratada
- 2.6 Grupo Interdisciplinario del Agua - Propuestas integrales para el reuso del agua -
- 2.7 Valorización de efluentes industriales
- 2.8 Adsorción de fluoruro y arsénico (V) en solución acuosa sobre carbonizado de hueso modificado con sulfatos de hierro
- 2.9 Adsorción de Cd(II) y Pb(II) en solución acuosa sobre materiales novedosos de carbón
- 2.10 Detección y tratamiento de fármacos veterinarios en agua residual porcícola
- 2.11 Evaluación de la presencia de contaminantes emergentes en embalse empleado para el abastecimiento de agua de la planta de potabilización de la ciudad de Medellín, Colombia
- 2.12 Materiales bifuncionales basados en arcillas y su aplicación en la remoción de metales pesados
- 2.13 Eliminación multicomponente de sulfonamidas del agua mediante carbón activado
- 2.14 Síntesis de compositos de zeolita-quitosano para la remoción de fluoruros del agua
- 2.15 Obtención de esferas de alúmina-hidroxiapatita dopadas con nanopartículas de plata con carácter antibacteriano
- 2.16 Obtención de compósitos con aplicaciones ambientales de adsorción
- 2.17 Evaluación latifolia de *Pseudomonas* endófitas de la raíz de *Typha latifolia* (Espadaña) en la fitoextracción de Cd (II)
- 2.18 Análisis del agua residual de uso agrícola en Cd. Valles, S.L.P.
- 2.19 Uso de aguas residuales en cultivos comestibles de la Huasteca Potosina
- 2.20 Tratamiento de aguas residuales porcinas para reuso en agricultura
- 2.21 Eliminación de diclofenaco en solución acuosa por medio de adsorción sobre hidróxido doble laminar de Mg/Al-CO₃
- 2.22 Uso de sistemas híbridos para el tratamiento de aguas residuales y obtención de un agua con calidad de reuso
- 2.23 Nuevos procesos y tecnologías para el mejoramiento de la calidad de agua

Mesa 3. Problemas y soluciones en el uso del agua de riego

- 3.1 Gestión en la Producción Ganadera bajo un enfoque agroecológico: Agroecología porcina

- 3.2 Cosecha de agua y producción de alimentos
- 3.3 Construcción de un proyecto como alternativa para el almacenamiento del agua
- 3.4 Recuperación de derecho de vía del río y canales de riego
- 3.5 Riego en la subcuenca del Río Nexapa: Diagnóstico y Capacitación en buenas prácticas de riego

Mesa 4. Agua, Alimentos y Energía

- 4.1 Filtro biológico tipo humedal para el tratamiento de aguas contenidas en un sistema de recirculación acuícola
- 4.2 Alternativas para mitigar la sobreexplotación del agua en el estado de Guanajuato
- 4.3 Evaluación espacio-temporal de las concentraciones de nutriente en un dren urbano con vegetación en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa.
- 4.4 Aguas residuales en la industria alimentaria.
- 4.5 La energía en nuestras vidas. Panorama actual y retos para la sustentabilidad

Mesa 5. Cosecha del agua

- 5.1 Problemática y Solución del Recurso Agua en la Mixteca Poblana
- 5.2 Rescate Hídrico del Acuífero Valle de Tehuacán en la Zona Metropolitana de Tehuacán
- 5.3 Hidrología Subterránea del acuífero Valle de Tehuacán
- 5.4 Nanotecnología para el recurso Agua
- 5.5 Captación y aprovechamiento de agua de lluvia en cisternas de ferrocemento en la mixteca baja poblana
- 5.6 Cetlalli
- 5.7 VG7
- 5.8 Pacto Mundial del Agua

El Foro contó con 239 participantes, lo que superó la expectativa de 200 que se tenía antes del evento. Asistieron 53 productores de varias organizaciones de usuarios del agua de la región y 86 estudiantes de TSU, Licenciatura y Maestría, por lo que se cumplió el propósito de propiciar la apropiación social del conocimiento y de incorporar a los estudiantes al debate de la gestión del agua. Además, participaron 15 señoras de la comunidad y 26 niños, muchos acompañados por sus padres en las pláticas que se mencionan en la tabla.

Relatoría de las mesas de trabajo:

MESA DE TRABAJO CUENCA ZAHUAPAN – ATOYAC

Se presentaron 12 ponencias.

Se identifican dos principales problemas en la CUENCA ZAHUAPAN – ATOYAC, que son la contaminación y baja disponibilidad del agua; para lo cual es necesario elaborar un plan de gestión hídrica que integre al menos los siguientes elementos:

- Objetivos
- Caracterización de la cuenca
- Diagnóstico
- Planeación estratégica participativa
- Ejecución, evaluación y retroalimentación.

ES NECESARIO ESTABLECER:

- Un comité ejecutivo, que se encargue de la operación política-administrativa, constituida por representantes de instituciones gubernamentales, de las comunidades y de organizaciones de la sociedad civil, quienes tendrán la responsabilidad de buscar consensos y la coordinación para el diseño y ejecución del plan de manejo de la cuenca.
- Un comité técnico, integrado por académicos e investigadores, quienes tendrán que coordinarse con el comité ejecutivo para aportar información y propuestas técnicas y, en su caso, genera la información necesaria para el desarrollo del plan de manejo, además de participar en la elaboración del documento del plan de manejo.
- Crear un “Fondo de Agua para la Cuenca Zahuapan-Atoyac” con participación del sector privado, social y gubernamental a fin de garantizar la seguridad hídrica y manejo sustentable de la cuenca que posibilite la integridad del sistema natural y viabilidad del sistema socioeconómico.
- Crear programas transversales de apoyo en investigación en ciencia y tecnología con el CONACYT e Instituciones Académicas para incrementar la eficiencia y productividad en el agua de uso agrícola, así como en su saneamiento y riesgo a la salud pública.
- Ambas iniciativas pueden ser lideradas por el CONCYTEP y sustentada con los Fondos Mixtos Constitutivos entre CONACYT.

LAS RECOMENDACIONES SON:

- Las tres “I” (Instituciones, Información e Infraestructura) deben ser incluidas en todos los planes de desarrollo como elementos claves.
- La conservación de cuencas y acuíferos son acciones claves que se deben tomar en cuenta en la planeación hídrica, y consideradas como una infraestructura natural que incrementa la resiliencia ante eventos o situaciones extremas, impulsando el re-uso e intercambio de agua como una alternativa.
- Se requiere producir y adaptar la información tecnológica a las necesidades de los usuarios.
- La tecnología debe contribuir a reducir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de los sistemas ante eventos hidrometeorológicos extremos.

Mesa 2. “Contaminación y tratamiento del agua para reutilización”

Se presentaron 23 ponencias.

El objetivo de la Mesa se centró en la interacción entre investigadores para exponer sus avances en el tratamiento de aguas contaminadas por diferentes agentes, en algunos casos hasta su reuso como agua segura para riego de cultivos agrícolas. Se tuvieron 23 exposiciones, 11 de investigadores y 12 de estudiantes, de 9 instituciones (Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación). Durante el primer día de actividades se expusieron todos los temas de investigación con resultados y perspectivas de investigación. Durante el segundo día de actividades, los participantes comentaron sus recomendaciones acerca de la problemática y los avances que en conjunto deben integrarse para ofrecer alternativas de solución viables y de alto impacto para el reuso del agua tratada.

Estas conclusiones son:

- Es necesario impulsar revisiones de las diferentes normativas que aplican a los efluentes y cuerpos de agua contaminados, que incluya nuevos elementos contaminantes y actualización de los parámetros de ejecución de las normas.
- Generar espacios para la divulgación de resultados donde se propicie la interacción con los usuarios finales, que permita además conocer las necesidades específicas del agua tratada que requieren y mediante esta retroalimentación mejorar las tecnologías/procesos desarrollados. Un ejemplo de este punto es precisamente el apoyo para la realización de este Foro donde se conocer problemáticas específicas reales.
- Es necesario que apoye la creación de Fondos que permitan la implementación, validación y transferencia de tecnologías desarrolladas hasta los posibles usuarios. En este sentido, es necesario el apoyo para que los investigadores evalúen, a nivel piloto o real, el funcionamiento de sus tecnologías. Así como apoyo a los usuarios (agricultores, productores, comunidades rurales, comunidades alejadas) para que tengan recursos que les permitan migrar hacia la sustentabilidad y para el uso de las tecnologías maduras con alto avance para su implementación.

A nivel interno de los participantes de la Mesa, se acordó realizar una serie de actividades que permitan el intercambio efectivo de conocimientos y avanzar en un sentido de cooperación hacia otros niveles de desarrollo. Entre estas actividades se incluye:

- Realizar un catálogo de investigadores, línea de investigación y equipo mayor disponible. Esta actividad permitirá conocer aspectos individuales específicos de las capacidades académicas para la colaboración efectiva.
- Establecer grupos de investigación por temática. Esta actividad permitirá el fortalecimiento de áreas de oportunidad en investigación.
- Promover el intercambio estudiantil para incorporar estudiantes de diferentes niveles de educación. Se procurará la búsqueda de financiamiento para ejecutar dicha actividad.
- Apoyar en la formulación de proyectos donde se requiera proporcionar tecnologías ya desarrolladas para la solución de problemas específicos presentados a la Red.

Estas actividades son ejemplo del trabajo en conjunto propiciado por la reunión llevada a cabo. Es importante resaltar que tales propuestas fueron posibles gracias

al intercambio personal y presencial de ideas, sugerencias y comentarios realizados durante las presentaciones orales de los participantes, y refrendadas durante el día de análisis.

Conclusiones mesa 3 “Problemas y soluciones en el uso del agua de riego”

Se presentaron 5 ponencias que sustentaron un amplio debate del tema.

1. Aun se conduce agua por canales de tierra provocando pérdidas por infiltración o se tapan provocando desbordamientos por lo que es necesario entubar o revestir de concreto los canales o bien darles mantenimiento constante.
2. Intervención de CNA o dependencia de gobierno para la recuperación del espacio federal en las márgenes de los ríos y canales, para la preservación del medio ambiente al servicio de la comunidad y no a la ambición de algunos particulares.
3. Involucramiento de las instituciones, municipio y gobierno.
4. Para poder disminuir la problemática de la utilización del agua y contaminación se necesita también tomar medidas necesarias en la producción pecuaria.
5. Disponibilidad para poder recibir apoyo de capacitación en manejo del uso del suelo, plaguicidas y del agua en fines de semana.

Conclusiones de la mesa 4 “Agua, alimentos y energía

Se presentaron 5 ponencias que motivaron un amplio debate sobre el tema.

1. Problemática

La gestión del agua es un problema mundial. Para resolverlo se requiere abordarlo desde diferentes facetas. En la Mesa de Trabajo 4 relacionada con AGUA-ALIMENTOS-ENERGÍA se consideró lo que la Organización de las Naciones Unidas ha dado en llamar: Nexo Ag-E-AI (en inglés *W-E-F Nexus* por *Water-Energy-Food*). A partir de este momento se usará este acrónimo: N-Ag-E-AI. La Figura 1 muestra la importancia de esta interacción de forma sencilla (GIZ, presentación).



Figura 1. Enfoque NEXUS: Abastecimiento sin sobreexplotación (Klein y Pasternack, 2016)

2. Propuestas

Estas propuestas están dirigidas a dos instancias en este momento: El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados.

2.1. Agua

El agua, objetivo de este Foro, es el actor principal. Por tanto, las propuestas se centraron en hacer fácilmente accesibles los inventarios que ya se han hecho en México con el apoyo de varias instancias internacionales para conocer la cantidad de agua que se emplea en los rubros dirigidos a la producción de alimentos y a la producción de energía.

2.1.1. Se dio el ejemplo de las granjas camaronícolas y piscícolas nacionales (generalmente aglutinadas como granjas acuícolas) que se encuentran en 17 estados costeros de la República Mexicana actualizando o iniciando un registro de la cantidad de agua que es utilizada por esta industria. En una primera instancia, se podrían destinar recursos públicos para actualizar o crear los inventarios firmando previamente un acuerdo con los propietarios de las granjas acuícolas nacionales (incluidos pequeños productores) para que den información fidedigna y que se comprometan a participar en proyectos tendientes a minimizar el uso del agua a través de su tratamiento y reutilización. Asimismo, se deben destinar recursos públicos a las instituciones de educación superior e investigación y universidades dirigidos explícitamente a dar resultados que permitan desarrollar sustentablemente esta industria. La investigación en la industria acuícola es costosa pero se pueden obtener grandes beneficios si se desarrolla con un plan a largo plazo a nivel

nacional. Otra variante podría ser fortalecer a instituciones como CONAPESCA e INAPESCA con recursos públicos para apoyar el desarrollo sustentable y ordenado de esta industria, así como para acceder a fondos públicos por convocatoria abierta, transparente y puntual.

2.1.2. Respecto del uso del agua para la agricultura y la ganadería (INEGI, 2008, 2018), se ofrecen estas opciones para fortalecer la producción agrícola y pecuaria a través de la SADER con el apoyo de otras secretarías y los profesores-investigadores de los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) dirigidos explícitamente a dar resultados que permitan desarrollar sustentablemente la producción de alimentos por pequeños, medianos y grandes predios. Al igual que para la acuicultura deben firmarse convenios entre las autoridades y los propietarios, comuneros, ejidatarios, etc., para tener su compromiso de mejorar la productividad de su producción de alimentos:

- Promover la reconversión de cultivos dependiendo del tipo de suelos, propiciando cultivos con menor consumo de agua y mayor valor agregado para los agricultores.
- Promover sistemas de producción sostenible que eviten el agotamiento del suelo y el uso de plaguicidas siguiendo el ejemplo de la cultura prehispánica de la milpa en los predios pequeños y medianos y en los predios más grandes promoviendo el control de plagas mediante agentes biológicos.
- Promover el reaprovechamiento integral de los cultivos empleando, por ejemplo, los esquilmos como fuente de energía mediante sistemas biotecnológicos capacitando a los agricultores a usar biorreactores anaerobios para producir biogás rico en metano y/o sistemas de gasificación para producir gas de síntesis y producir electricidad con ellos o biocombustibles.
- Generar acciones y obras de conservación para la recuperación de suelo y agua.
- Fomentar sistemas de cosecha de agua en épocas de lluvias.
- Apoyar, invertir y asesorar en sistemas modernos de riego como son los de aspersión y de goteo.
- Rehabilitar y construir obras de captación de aguas superficiales en las comunidades.
- Renovar los inventarios ganaderos y promover especies que demanden menor cantidad de agua.
- Dar autonomía a los productores agrícolas y pecuarios con respecto del costo de sus productos, de tal manera que se garantice la recuperación de costos de producción. Con esto se favorecería la implementación de insumos menos contaminantes y hacer un uso eficiente del agua.
- Garantizar que las personas que ocupen puestos estratégicos en materia de agricultura, ganadería y ambiente, tengan la capacidad para gestionar y destinar recursos a las áreas de urgente necesidad, con la finalidad de impulsar el desarrollo de tecnologías verdes.

Finalmente, en las zonas urbanas, se tiene que resolver la problemática del uso del agua y su saneamiento con las siguientes acciones:

- Uno de los puntos básicos a resolver pero no por ello fácil de lograr, es cambiar la manera en la que percibimos a las zanjas agrícolas y urbanas también conocidos como zanjas o canales de drenaje superficiales incluidos los drenajes pluviales tipo canal superficial, ya que gran parte de la población los ve literalmente como basureros. Adicionalmente, reducir los residuos que desechamos en las calles, ya que muchos de estos desechos son transportados en eventos de lluvia por estos sistemas de drenaje, causando problemas de taponamiento y contaminación.
- Es necesario que el desarrollo urbano se realice de manera ordenada y planificada, para evitar la saturación de los sistemas de captación de escorrentías urbanas.
- La generación de información científica es pieza fundamental para conocer la dinámica y el beneficio de estos sistemas, ya que conocer su funcionamiento permitirá desarrollar estrategias de biorremediación para el mejoramiento de la calidad del agua de las escorrentías urbanas que descargan en la zona costera.
- Es sumamente necesario trabajar en conjunto con otras áreas del conocimiento, disciplinas y/o instituciones para mejorar la percepción de la problemática, aumentar capacidad de análisis, crear vínculos y desarrollar proyectos que tengan un mayor beneficio ecológico, social y económico.

2.2. Alimentos

Dentro de la producción de alimentos, los rubros del agua y la energía son fundamentales. Por ello, en la Mesa de Trabajo se plantearon los siguientes rubros, dirigidos como ya se dijo arriba a las autoridades del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la CCTI de la H. Cámara de Diputados para que, con el apoyo de otras secretarías y los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) desarrollen una estrategia similar a la que se dio en México a mediados de los años 30 del Siglo XX para producir bienes de capital sustentables (tractocamiones, implementos agrícolas, silos, fábricas de pre-proceso con tecnologías apropiadas a cada tipo de alimento para evitar o disminuir sensiblemente las pérdidas post-cosecha o para reaprovechar de forma integral los productos pecuarios o piscícolas, entre otros apoyos para la producción de alimentos, permitiendo que lleguen alimentos estables a los centros urbanos sin necesidad de adicionarles sustancias químicas, basados en las tecnologías tradicionales como ocurrió en sus inicios con las harinas de maíz nixtamalizadas (solamente la cal, que es parte del proceso precolombino y que hace que el calcio se vuelva biodisponible mejorando la salud) y las tortilladoras, ambas tecnologías desarrolladas por el IMIT, ya desaparecido, que redujeron el trabajo de muchas mujeres en condiciones de pobreza. Las funciones del otrora IMIT pueden ser ahora sustituidas por toda la cohorte de profesores-investigadores que se han

formado en México en estos casi 80 años desde entonces y que desde sus instituciones pueden con creces cumplir con estas expectativas, como se ha hecho en China y Corea. Los investigadores que están actualmente en los Centros financiados por el Conacyt y sus enormes equipamientos e infraestructuras se deberían incorporar a las universidades o instituciones de educación superior e investigación ya que su desempeño en todos estos años no ha beneficiado a la sociedad en su conjunto.

2.3. Energía

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, *FAO* en inglés (*Food and Agriculture United Nations Organization*), ha desarrollado una *Evaluación Rápida del Nexo Agua-Energía-Alimentos (WEF Nexus)*, basada en la Evaluación Nexus (FAO, 2019). Esta herramienta proporciona una forma rápida de evaluar intervenciones específicas contra la presión bio-económico del contexto (un país, en este caso) donde se implementan. La *evaluación nexus del contexto* hace uso de datos públicos que se encuentran disponibles en las bases de datos gestionados por organizaciones internacionales. La versión en línea de la herramienta de *Evaluación Rápida WEF Nexus* puede utilizarse para fines de comunicación y sensibilización. Esta herramienta muestra cómo las intervenciones pueden ser evaluadas y, por lo tanto, comparadas con la *Evaluación Nexus*. Esto está ilustrado con una intervención de riego con bombas, uno de bioenergía, una de producción hidroeléctrica y una de desalación de agua. Los usuarios pueden asignar valores o “pesos” (0 a 3) a diferentes indicadores sobre la base de la importancia que se les asigne. Pueden introducir nuevos indicadores y pueden definir puntos de referencia, tanto para la evaluación de contexto como para la evaluación de intervenciones.

Finalmente, dentro de las propuestas de los panelistas y participantes destacaron:

- Desarrollar estudios de análisis de exergía para determinar el potencial de ahorro de agua y energía. Asignar recursos para desarrollar tecnología que lleven a la práctica los resultados de los estudios más promisorios.
- Incentivar la educación integral a todos los niveles.
 - Tomar conciencia que los recursos naturales son finitos. Los estamos devorando a pasos agigantados sin mirar las consecuencias.
 - Disminuir en todas nuestras acciones el consumo de agua, promoviendo que se trate y reutilice.
 - Utilizar en todas nuestras acciones menos energía.
- Impulsar el uso de energías renovables en todas las actividades.
- Promover el desarrollo de sistemas de recirculación de agua en instalaciones de gran consumo de agua. Por ejemplo, sistemas de recirculación de agua en la producción acuícola.
- Programa de incentivos para el desarrollo de sistemas de bombeo con energía solar.

Nuevamente, las autoridades del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y los ciudadanos diputados de la CCTI de la H. Cámara de Diputados, con el apoyo de otras secretarías y los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) pueden desarrollar las mejores opciones e implementarlas de manera inmediata con el apoyo de los ciudadanos para que ellos constaten su bondad.

Conclusiones Mesa 5 Cosecha del Agua

Se presentaron 8 ponencias que fueron ampliamente debatidas.

En las zonas con escasez de agua, el establecimiento de un cultivo se convierte en un reto difícil que requiere de amplios conocimientos técnicos para aprovechar adecuadamente la escasa precipitación y la pequeña escorrentía generada.

Cuando el objetivo es establecer un cultivo de subsistencia, las consecuencias de la escasez de agua pueden llegar a ser dramáticas y, por ello, se requiere un mayor esfuerzo en investigación y desarrollo en estos aspectos

La agricultura bajo riego en nuestro país es limitada por la factibilidad económica de las obras, muchas veces costosas. Debido a lo cual en nuestro país aproximadamente sólo el 10% de la agricultura cuenta con sistemas de riego.

La circunstancia de que las prácticas y obras de captación de agua de lluvia sean poco costosas, las hace asequibles a los productores rurales de bajos ingresos que predominan en la agricultura de pequeña escala siendo esta primordialmente bajo condiciones de secano.

La implementación de “cosecha y siembra de agua “como una práctica efectiva de un buen manejo de los recursos naturales partiendo de un principio de desarrollo desde las propias capacidades y potencialidades de los actores locales en donde el intercambio de saberes y la participación social son pilares fundamentales en la implementación de esta alternativa.

Con la única finalidad de tener una mejor utilización y aprovechamiento sustentable del recurso que provoca la vida “EL AGUA” hace a esta tecnología imprescindible en los tiempos actuales y futuros como uno de los pilares más importantes en la conservación del vital líquido

Debido a lo cual se propone:

- 1.-Conocer y dar a conocer algunas de las técnicas sencillas (cisternas de ferrocemento) y no costosas (60 centavos/litro de agua) de captación y almacenamiento de agua de lluvia para poder utilizarse en las actividades agrícolas
- 2.- Analizar la problemática en materia hídrica que aqueja a las principales actividades de la zona y proponer alternativas viables de solución a estos problemas.
- 3.- Establecer programas como métodos sostenibles de captación de agua La cosecha de agua no solamente es recabar y almacenar agua de lluvia, sino también es infiltrar agua al suelo mediante reforestación, agricultura de conservación, subsoleo, zanjas en contorno, presas de gaviones, presas, represas, tinajas, etc

4.- Establecer equipos multidisciplinarios (Gobierno, Instituciones educativas, Empresas, Productores, usuarios de agua, etc), donde la información y el conocimiento se hagan llegar hasta el último rincón del territorio de cada cuenca en particular, para hacer un uso sostenible de los recursos (Naturales, económicos y sociales) procurando iniciar por el bienestar de los sectores más vulnerables.

5.- Dejar de tener deficiencias en el uso del agua mediante el seguimiento técnico y permanente en el uso agrícola, industrial y humano.

6.-Propiciar la erradicación de la corrupción en todos los sectores del proceso del abasto de agua.

Por tanto, es importante tener en cuenta la responsabilidad y el compromiso desde cada lugar donde haya un usuario de agua.

VISITA AL ECOCAMPUS BUAP

Estación Experimental de Manejo Sustentable de Tierras que forma parte de las áreas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

25 de octubre de 2019

La actividad tuvo como responsable al C. David Navarrete Rosas, miembro del Comité Organizador del Foro.

Participaron la Dirección de Ecología del Municipio de Izúcar de Matamoros, la Cooperativa Tierras del Sur de San Juan Raboso, representantes de los Comités del Programa de Pago por Servicios Ambientales Ayuntamiento-CONAFOR: Santiago Mihuacán, San Carlos y Agua Escondida, una representante de la comunidad de Los Amates a la Estación Experimental de Manejo Sustentable de Tierras que forma parte de las áreas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

El responsable de esta área es el Dr. Jesús Ruiz Careaga quien ha realizado, desde hace dos años, diferentes acciones para restaurar 4 hectáreas a través de un manejo comparado al que tendría un campesino con recursos equiparables.

Las actividades que ha realizado son:

1. Manejo de cárcavas con muros de contención con piedras acomodadas
2. Zanjas Trinchera
3. Aplicación de coberteras de residuos

El área cuenta con 500 encinos y 540 pirules (Taxodium).

Producto de esta visita el Dr. Jesús Ruiz Careaga visitará Izúcar de Matamoros con el propósito de establecer futuras colaboraciones.

Viernes, 9 de agosto de 2019

9:30 – 10:00	Registro de Participantes en BIBLIOTECA UTIM
10:00 – 10:15	INAUGURACIÓN en BIBLIOTECA UTIM
10:30 – 12:00	<p>"Irrigation Management" CONFERENCIA MAGISTRAL en BIBLIOTECA UTIM Ponente: Dr. Vijay Singh Department of Biological and Agricultural Engineering, Texas A&M University USA.</p>
12:00 – 13:00	<p>"Técnicas ancestrales de cosecha del agua." CONFERENCIA MAGISTRAL en BIBLIOTECA UTIM Ponente: Dra. Teresa Rojas Rabiela CIESAS- UNAM</p>
13:00 – 13:30	RECESO
13:30 -16:00	<p>"1. Problemas de las cuencas hidrográficas: La cuenca Zahuapan-Atoyac" MESA DE TRABAJO en SALÓN 1B EN ACADÉMICO 1 Moderadores: Lic. Carlos E. Teyssier Ramírez, CONCyTEP. Dr. José Carlos Mendoza Hernández, BUAP.</p> <p>"2. Tratamiento del agua para reutilización" MESA DE TRABAJO en SALA AUDIOVISUAL PB EN ACADÉMICO 1 Moderadores: Dra. María Yolanda Reyes Vidal, CIDETEQ. Dr. Nahum Andrés Medellín Castillo, UASLP.</p> <p>"3. Problemas y soluciones en el uso del agua de riego" MESA DE TRABAJO en LABORATORIO DE CÓMPUTO PB EN ACADÉMICO 2 Moderador: Ing. Humberto Herrera López, UTIM</p> <p>"4. Agua, Alimentos y Energía" MESA DE TRABAJO en SALÓN 2B EN ACADÉMICO 1 Moderadoras: Dra. María del Carmen Durán de Bazúa, UNAM. Dra. Alma Delia Román Gutiérrez, UAEH.</p> <p>"5. Cosecha del agua" MESA DE TRABAJO en BIBLIOTECA UTIM Moderadores: Ing. Rafael Ponce Ortiz, UTIM Ing. César Lucero Ayala, UTIM Lic. Ismael Ballinas Tapia, H. Ayuntamiento de Izúcar de Matamoros</p>
16:00 – 17:00	COMIDA en UTIM
18:00 – 20:00	Reunión de miembros de la Red de Gestión de la calidad y disponibilidad del Agua en BIBLIOTECA UTIM

Sábado, 10 de agosto de 2019

9:00 – 9:30	Registro de Participantes en BIBLIOTECA UTIM	
9:30 – 10:30	<ul style="list-style-type: none"> Cultivo hidropónico DEMOSTRACIÓN TÉCNOLÓGICA en UTIM Ponente: Lic. Miguel Choy López, Rector UTIM Cañones de Riego DEMOSTRACIÓN TÉCNOLÓGICA en UTIM Ponentes: Ing. Humberto Herrera López e Ing. César Merino Vega. UTIM Métodos rápidos de análisis de agua y suelos DEMOSTRACIÓN TÉCNOLÓGICA en UTIM Ponentes: Reactivos y Marcas, S.A. de C.V. 	<p>"Prevención de problemas gastrointestinales en niños por ingesta de alimentos y agua contaminada" PLÁTICA PARA MUJERES en SALA AUDIOVISUAL PB EN ACADÉMICO 1 Ponente: Dra. Christian Ollivier Ramos, UTIM</p>
10:45 – 11:45	<p>"Principios y Aplicaciones del Uso Eficiente del Agua" CONFERENCIA MAGISTRAL en BIBLIOTECA UTIM Ponente: Dr. Eusebio Ventura Rojas, UNAQ</p>	
11:45 – 12:00	<p>"Contaminación atmosférica en la zona metropolitana de la ciudad de Puebla por presencia de COVs del río Atoyac, GEI y partículas sedimentarias del volcán Popocatepetl" CONFERENCIA en BIBLIOTECA UTIM Ponentes: Dr. Armando Guadarrama Luyando y Dr. Cuitlahuac A. Rovirosa Madrazo, INAOE.</p>	
12:00 – 13:00	<p>Axolotl PLÁTICA PARA NIÑOS en SALÓN 3B EN ACADÉMICO 1 Ponente: Dr. Juan Ricardo Cruz Aviña ICUAP, BUAP.</p>	
12:00 – 12:15	RECESO	
12:15 – 13:45	<p>"1. Problemas de las cuencas hidrográficas: La cuenca Zahuapan-Atoyac" "2. Tratamiento del agua para reutilización" "3. Problemas y soluciones en el uso del agua de riego" "4. Agua, Alimentos y Energía" "5. Cosecha del agua" CONCLUSIÓN DE LAS MESAS DE TRABAJO</p>	
14:00 – 15:30	<p>"Surface Irrigation Modelling" CONFERENCIA MAGISTRAL en BIBLIOTECA UTIM Ponente: Dr. Vijay Singh Department of Biological and Agricultural Engineering, Texas A&M University USA.</p>	
15:30 – 15:45	"Presentación de Síntesis de las Mesas de Trabajo" en BIBLIOTECA UTIM	
15:45 -16:00	CLAUSURA en BIBLIOTECA UTIM	
16:00 – 17:00	COMIDA en UTIM	

CONFERENCIAS MAGISTRALES



DR. VIJAY SINGH

Irrigation Management
Surface Irrigation Modeling



DRA. TERESA ROJAS RABIELA

Técnicas ancestrales de
cosecha del agua



DR. EUSEBIO VENTURA RAMOS

Uso y aplicaciones del uso
eficiente del agua

MESAS DE TRABAJO

- 1. PROBLEMAS DE LAS CUENCAS
HIDROGRÁFICAS: LA CUENCA ZAHUAPAN-
ATOYAC**
- 2. TRATAMIENTO DEL AGUA PARA
REUTILIZACIÓN**
- 3. PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EL USO
DEL AGUA DE RIEGO**
- 4. AGUA Y ALIMENTOS**
- 5. COSECHA DEL AGUA**

Irrigation Management

Professor Vijay P. Singh, Ph.D. D.Sc., P.E., P.H. Hon. D.WRE
Distinguished Professor
Regents Professor

Caroline & William N. Lehrer Distinguished Chair in Water Engineering

Honorary Professor , Beijing Normal University, China

Honorary Professor , Sichuan University, Chengdu, China

**Distinguished Visiting Professor, Indian Institute of Technology Roorkee,
India**

**Department of Biological and Agricultural Engineering &
Zachry Department of Civil Engineering**

Importance of Irrigation

- Agriculture is either rainfed or is dependent on irrigation.
- It is greatly impacted by the vagaries of nature, especially weather.
- Rainfall varies from place to place for a given month or year and from month (or year) to month (or year) for a given place.
- Irrigation is needed for productive agriculture, because rainfall is seldom adequate and timely for meeting agricultural needs, even in humid areas.
- For productive agriculture and consequent food security, irrigation is vital.

Importance of Irrigation (Contd.)

- Non-agricultural lands, such as wastelands, can be brought under agriculture by irrigation.
- Irrigation also serves a source of recharge.
- It mitigates meteorological drought.
- It allows more than one crop a year.
- It helps cultivation of different crops.
- It helps sustain the ecosystem.
- It is critical for food as well as nutritional security, especially in semi-arid and arid areas.

Definition of Irrigation

- Irrigation is defined as an artificial application of water to plants for overcoming the lack, insufficiency, or poor distribution of rainfall.
- It is the controlled application of water to croplands, with the primary objective of creating an optimal soil moisture regime for maximizing crop production and quality, and at the same time minimizing environmental degradation inherent in irrigation of agricultural lands.

Purpose of Irrigation

- The purpose of irrigation is to provide water to crops where and when crop water requirements cannot be met by natural rainfall.
- In many areas there is deficit rainfall and in some areas rainfall is not enough during the crop growing season and in other areas there is hardly any rainfall.
- Many areas without or with little rainfall are wastelands, but they can be transformed into crop producing areas by irrigation.

Factors Impacting Irrigation

- However, irrigation requirement is fundamentally impacted by climate, soil, and crops to be irrigated.
- It is also impacted by the source, availability, and quality of water.
- Providing a snapshot of irrigation worldwide as well as in the United States, the discussion reflects on the future of irrigation.

Variability of Precipitation

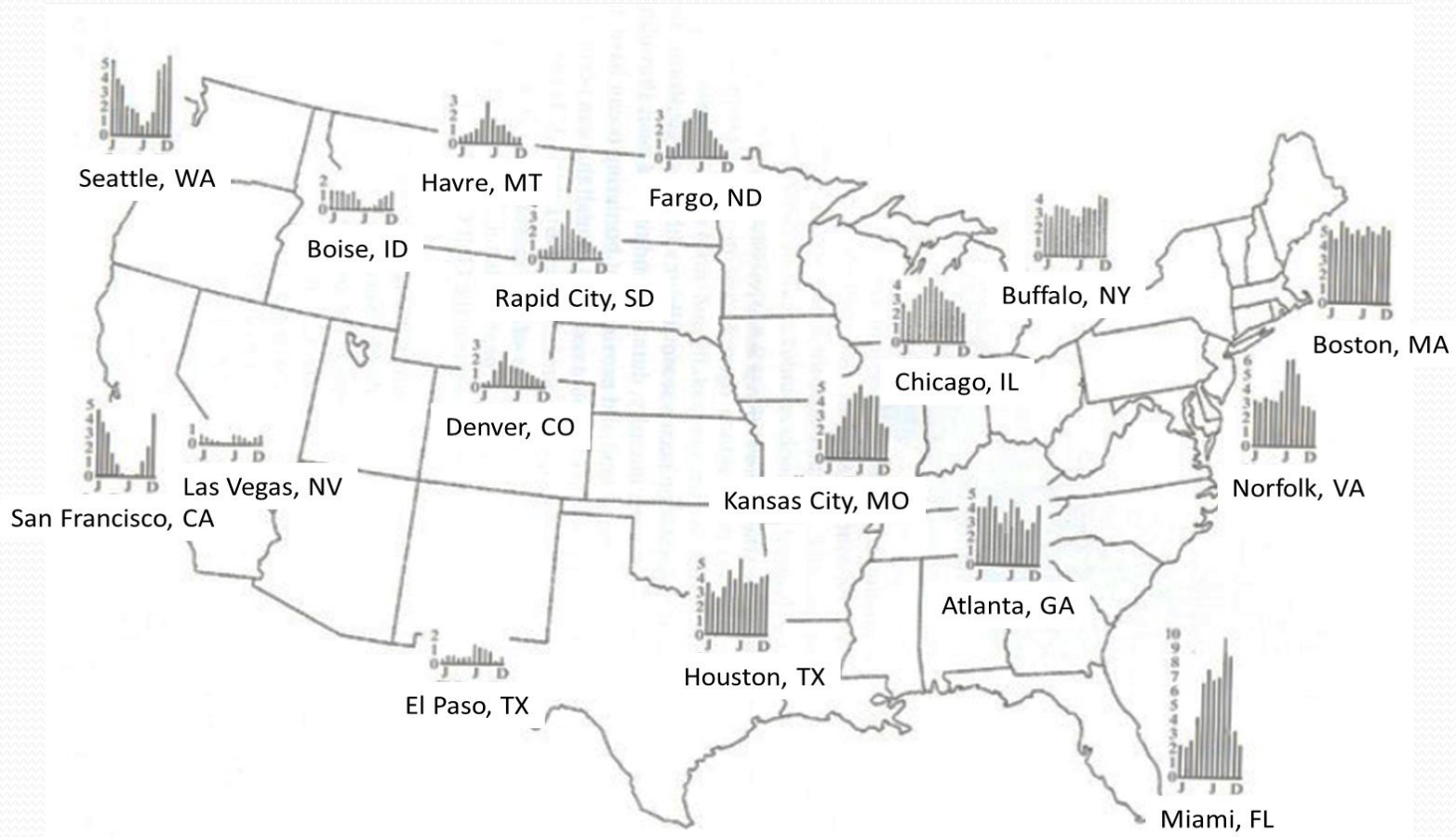


Figure 1. Average monthly precipitation distribution across the United States (U.S. Environmental Data Service, 2013)

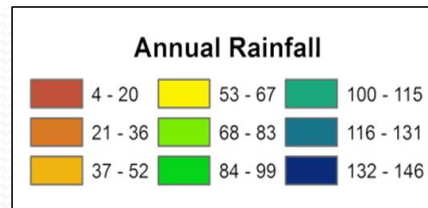
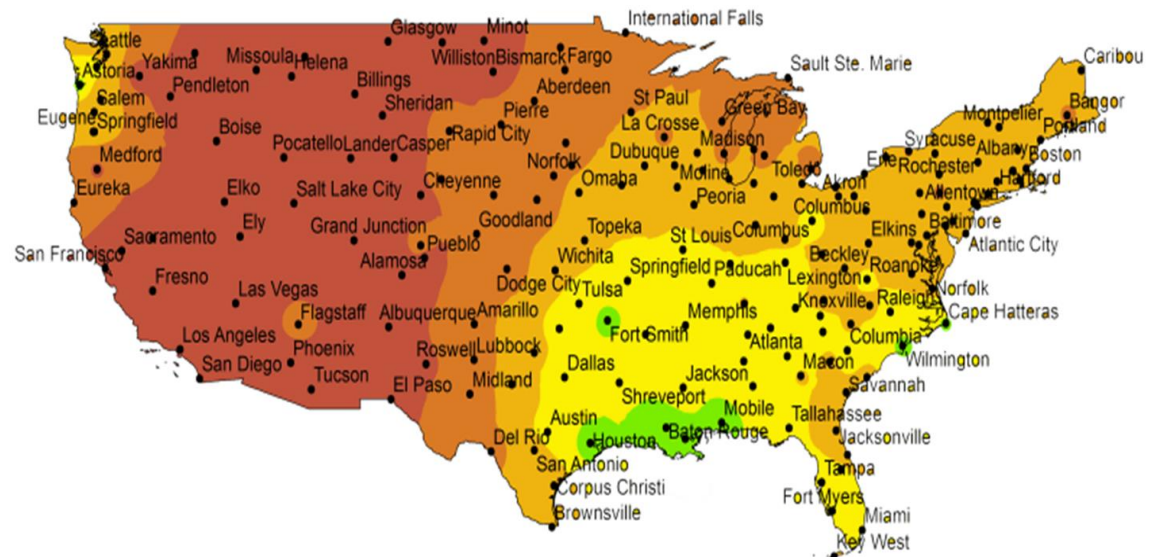
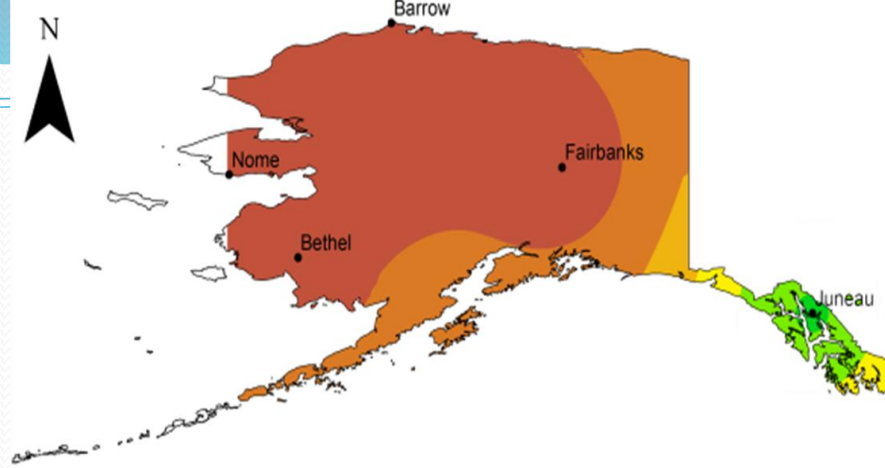
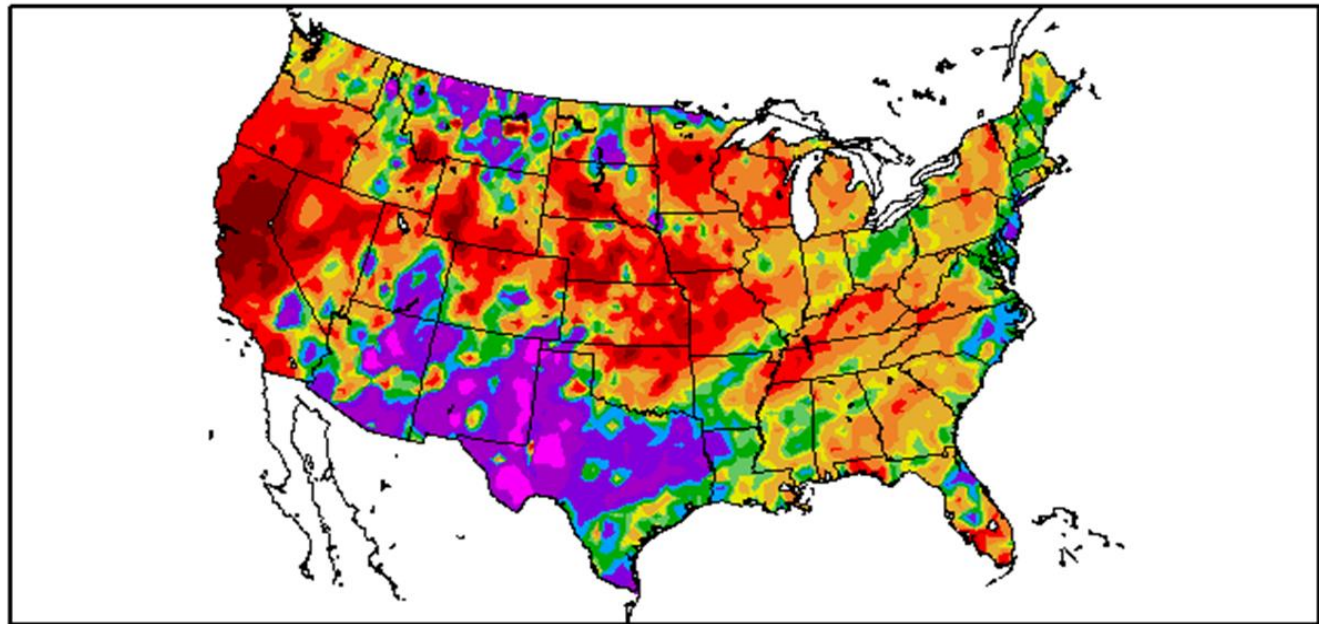


Figure 2. Annual Precipitation in 2015 across the United States
 (<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/201501>)

Variability of Precipitation (Contd.)

Percent of Normal Precipitation (%)
1/1/2015 – 1/31/2015



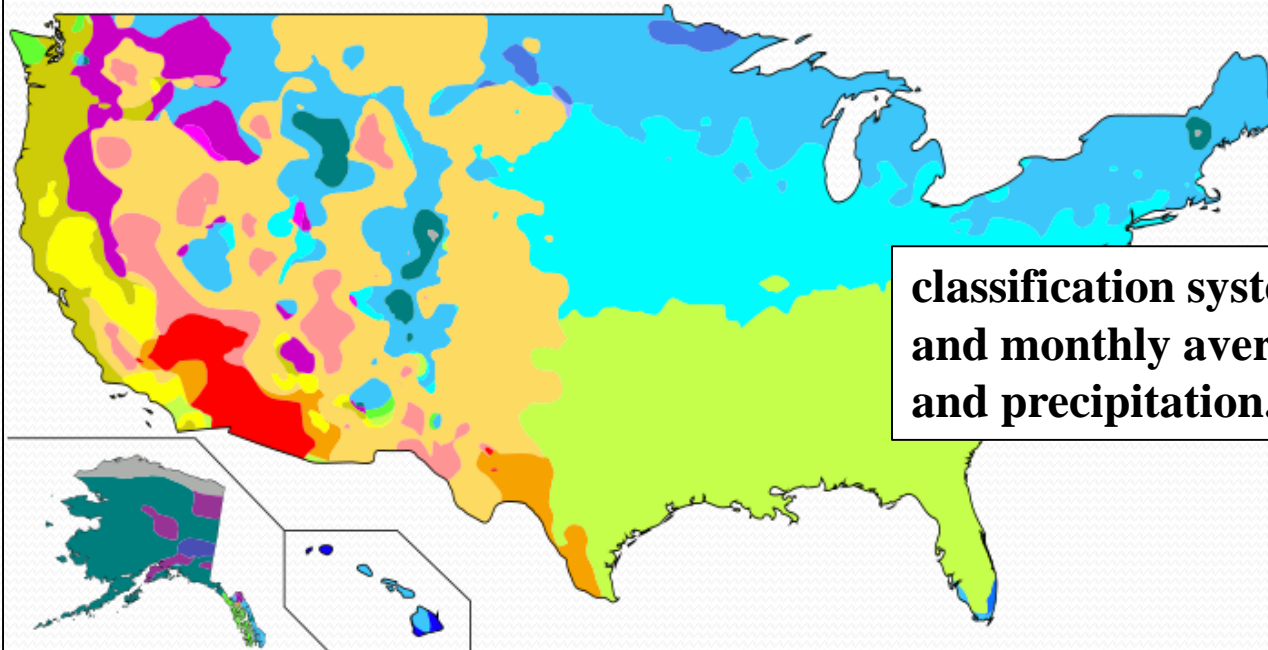
Generated 2/1/2015 at HPRCC using provisional data

Regional Climate Centers

Figure 3. Increase in the normal precipitation in 2015 across the United States (<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/201501>)

Variability of Precipitation (Contd.)

United States map of Köppen climate classification



classification system based upon the annual and monthly averages of temperature and precipitation.

- | | | |
|--|---|---|
| ■ Warm desert climate (BWh) | ■ Warm continental climate/
Humid continental climate (Dfa) | ■ Cool continental climate/
Subarctic climate (Dwc) |
| ■ Warm semi-arid climate (BSh) | ■ Temperate continental climate/
Humid continental climate (Dfb) | ■ Warm continental climate/
Mediterranean continental climate (Dsa) |
| ■ Cold desert climate (BWk) | ■ Cool continental climate/
Subarctic climate (Dfc) | ■ Temperate continental climate/
Mediterranean continental climate (Dsb) |
| ■ Cold semi-arid climate (BSk) | ■ Warm continental climate/
Humid continental climate (Dwa) | ■ Tundra climate (ET) |
| ■ Warm mediterranean climate (Csa) | ■ Temperate continental climate/
Humid continental climate (Dwb) | |
| ■ Temperate mediterranean climate (Csb) | | |
| ■ Warm oceanic climate/
Humid subtropical climate (Cfa) | | |
| ■ Temperate oceanic climate (Cfb) | | |

Figure 4. Köppen climate classification for the United States (https://en.wikipedia.org/wiki/Humid_subtropical_climate)

Benefits of irrigation

- Transformation of unproductive areas to agricultural production areas.
- Increased productivity.
- Production guarantee → water deficit
- Harvesting in the off-season
- Allowing more than one harvest per year
- Best production quality
- Job creation



Benefits of irrigation (Contd.)

Table 1. Increase in yield due to irrigation

Crop	Not irrigated (kg/ha)	Irrigated Kg/ha	Yield increment (%)
Cotton	848	2,700	218
Rice	1,739	3,750	115
beans	388	2,300	492
corn	1,985	5,500	177
Soybean	1,844	3,000	62
oat	1,668	3,400	104

Table 2. Average yields of non-irrigated crops in comparison with irrigated crops (NGWI= not grown without irrigation, NP= not published, bu.=bushels, and bo.=boxes)

Crops, State grown in and year	Yield per acre			Crops, State grown in and year	Yield per acre		
	Non-irrigated	Irrigated	Increase		Non-irrigated	Irrigated	Increase
Alfalfa				Pole beans			
North Dakota (1966)	2.0 tons	4.4 tons	2.4 tons	Georgia (1950)	2583 lbs.	6025 lbs.	3442 lbs.
South Dakota (1966)	2.5 tons	5.3 tons	2.8 tons	Potatoes (Irish)			
Cabbage				Arizona (1964-65)	NGWI	6.5 tons	6.5 tons
New Jersey (1955-59)	12.5 tons	18.9 tons	6.4 tons	California (1968)	350 sacks	450 sacks	100 sacks
Corn				New York (1946)	NP	NP	57 bu.
Florida (1971)	115 bu.	190 bu.	75 bu.	Texas	1.5 tons	7.0 tons	5.5 tons
Nebraska (1966)	36 bu.	102 bu.	66 bu.	Wisconsin (1946)	NP	NP	100 bu.
North Carolina (1963-68)	101.0	139 bu.	38 bu.	Silage			
North Dakota (1966)	44.0	77.9 bu.	33.9 bu.	Alabama (1966-68)	31 tons	47 tons	16 tons
South Dakota (1949-55)	32.0	92.0 bu.	60 bu.	Soybeans			
Virginia (1954-55)	83.3	109.2 bu.	28.9 bu.	Arkansas (1966-68)	28.9 bu.	37.2 bu.	8.3 bu.
Cotton (lint and seed)				Georgia (1978)	30 bu.	53 bu.	23 bu.
Arizona (1964-65)	NGWI	2137 lbs.	2137 lbs.	Missouri (1959)	NP	NP	8.0 bu.
Arkansas (1950-52)	1608 bu.	2083 lbs.	475 lbs.	Sugar Beets			
Georgia (1949-53)	1216 bu.	1902 lbs.	686 lbs.	Arizona (1964-85)	NGWI	20.5 tons	20.5 tons
Missouri (1953)	1414 bu.	2683 lbs.	1269 lbs.	North Dakota (1949-52)	NGWI	20 tons	20 tons
North Carolina (1963-67)	1836 bu.	1932 lbs.	96 lbs.	Wyoming (1956)	NGWI	16 tons	25.0 tons
South Carolina (1954-55)	1077 bu.	1668 lbs.	591 lbs.	Sweet Corn			
Field beans (edible)				New Jersey (1955-58)	5600 lbs.	11,900 lbs.	6,300 lbs.
Nebraska (1956)	27 bu.	54 bu.	27 bu.	Sweet Potatoes			
Grain Sorghum				Louisiana (1953-56)	117.9 bu.	271.9 bu.	154 bu.
Arizona (1964-65)	NGWI	72 bu.	72 bu.	Tobacco			
Nebraska (1966)	39 bu.	87 bu.	48 bu.	South Carolina (1951-54)	1183 lbs.	1547 lbs.	364 lbs.
Oklahoma (1958-62)	9.3 bu.	44.4 bu.	35.1 bu.	Virginia (1954-57)	2699 lbs.	3042 lbs.	343 lbs.
Grapefruit				Tomatoes			
Florida (1960-67)	735 bu.	1056 bo.	321 bo.	Georgia (1947-53)	17430 lbs.	23485 lbs.	6055 lbs.
Oranges				Wheat			
Florida (19600-67)	369 bo.	493 bo	124 bo.	Kansas (1954-59)	21 bu.	48.6 bu.	27.6 bu.
Peanuts				Oklahoma (1954)	13 bu.	34 bu.	21.0 bu.
North Carolina (1963-68)	2632 lbs.	3168 lbs.	536 lbs.	Texas (1966-67)	15.8 bu.	53.8 bu.	38 bu.
Oklahoma (1956-59)	1014 lbs.	2306 lbs.	1292 lbs.				
Peaches							
Maryland (1955-64)	300 lbs.	372 lbs.	72 lbs.				

Limitations of Irrigation

- High consumption of water → irrigation management
- High implementation costs
- Lack of hand specialized labor
- Salinization of soils managed inadequately
- Environmental impacts → Waste, mosquitoes,
 - change in ecosystems
- Soil water availability



Need for Irrigation

- The demand for food is increasing each year because of rising population, growing food requirements, and increasing standard of living.
- Further, a lot of food grains and other agriculture produce are wasted during harvesting, transportation, distribution, storage, and consumption, as shown in Figure 1.7.

Need for Irrigation (Contd.)

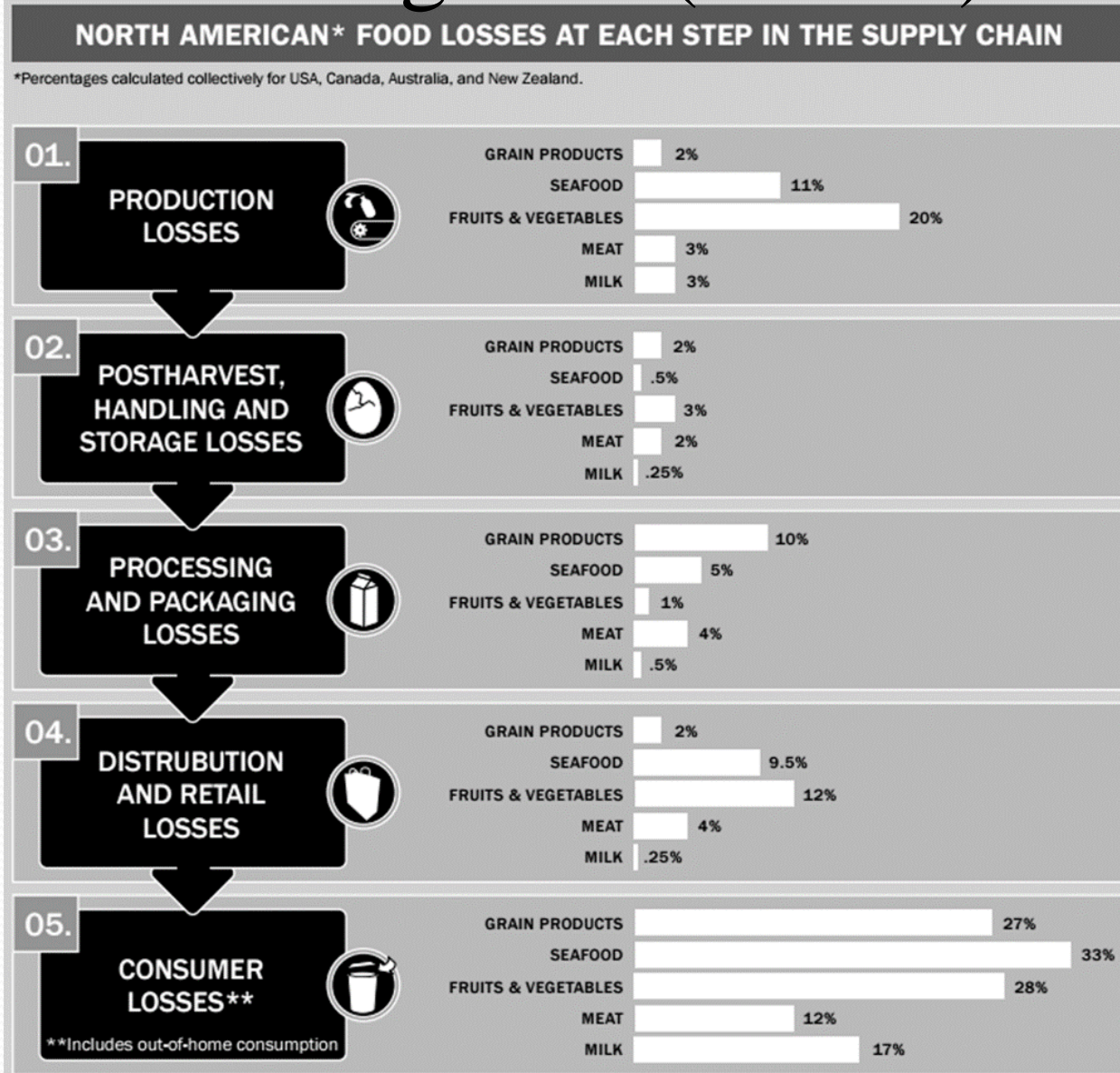


Figure 1.7 Food losses in North American given by the FAO 2011 (<https://www.nrdc.org/sites/default/files/wasted-food-IP.pdf>)

Need for Irrigation (Contd.)

- The per capita food loss in Europe and North-America is 280-300 kg/year.
- In sub Saharan-Africa and South/Southeast Asia it is 120-170 kg/year (FAO, 2011).
- This means that more food will have to be produced to ensure food security.

Need for Irrigation (Contd.)

- In the next 35-45 years, world food production will have to be doubled in order to meet the demands of increased population.
- It may be noted that 90% of this increased food production will have to come from existing lands and 70% of this increased food production will have to come from irrigated lands.

Need for Irrigation (Contd.)

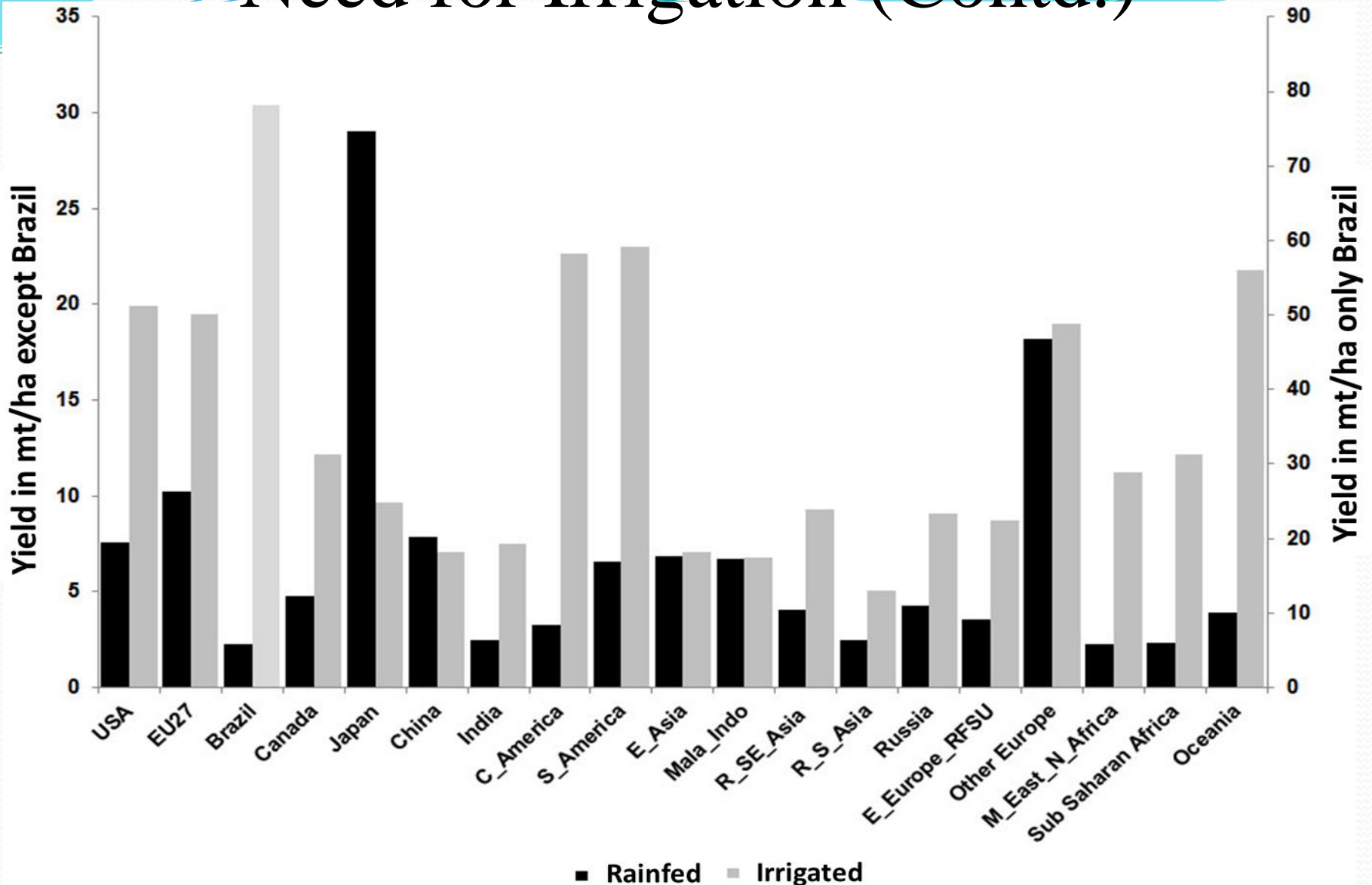


Figure 8. Different countries irrigated and rainfed agricultural lands and their production (from Taheripour et al., 2013)

Need for Irrigation (Contd.)

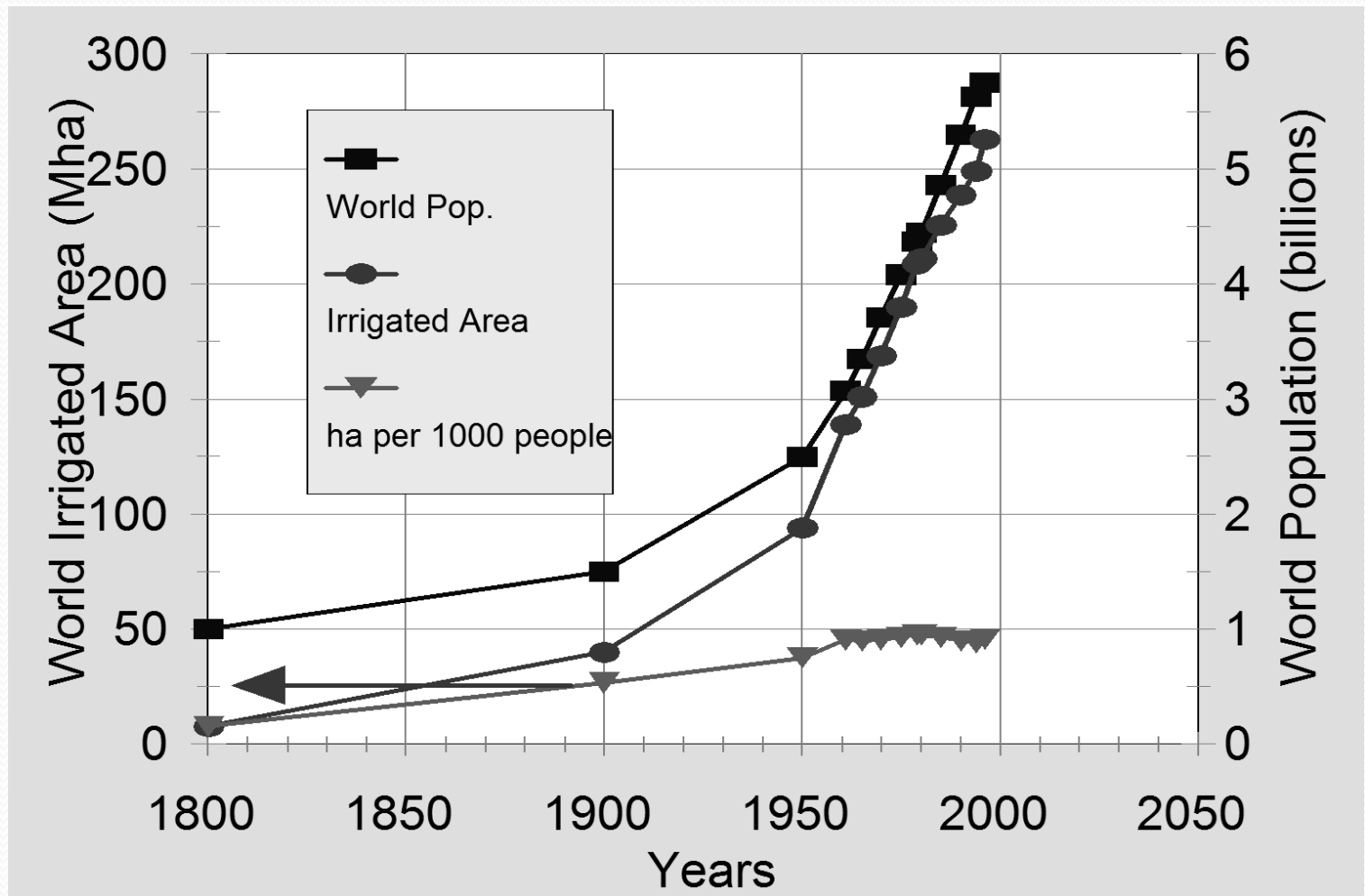


Figure 9. World population, world irrigated area, and hectare per one thousand people (from Howell, 2006).

Need for Irrigation (Contd.)

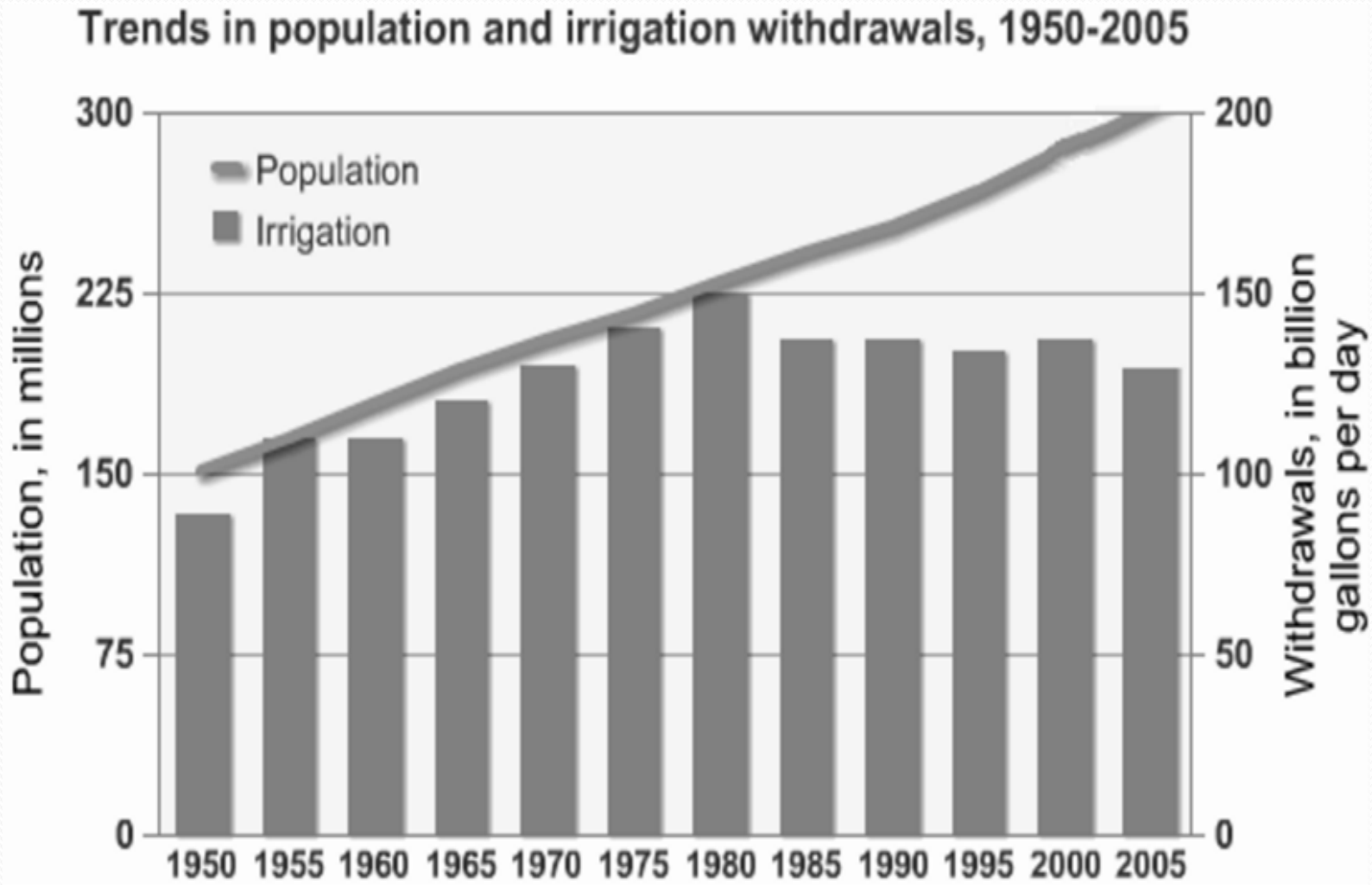


Figure 10. Trend of irrigation withdrawals with increasing population in the United States (<http://water.usgs.gov/edu/wuir.html>)

Food Security

- **1. Population and Growth Pattern**
- **2. Food Requirement**
- **3. Rising Living Standard**
- **4. Nutritional Security**

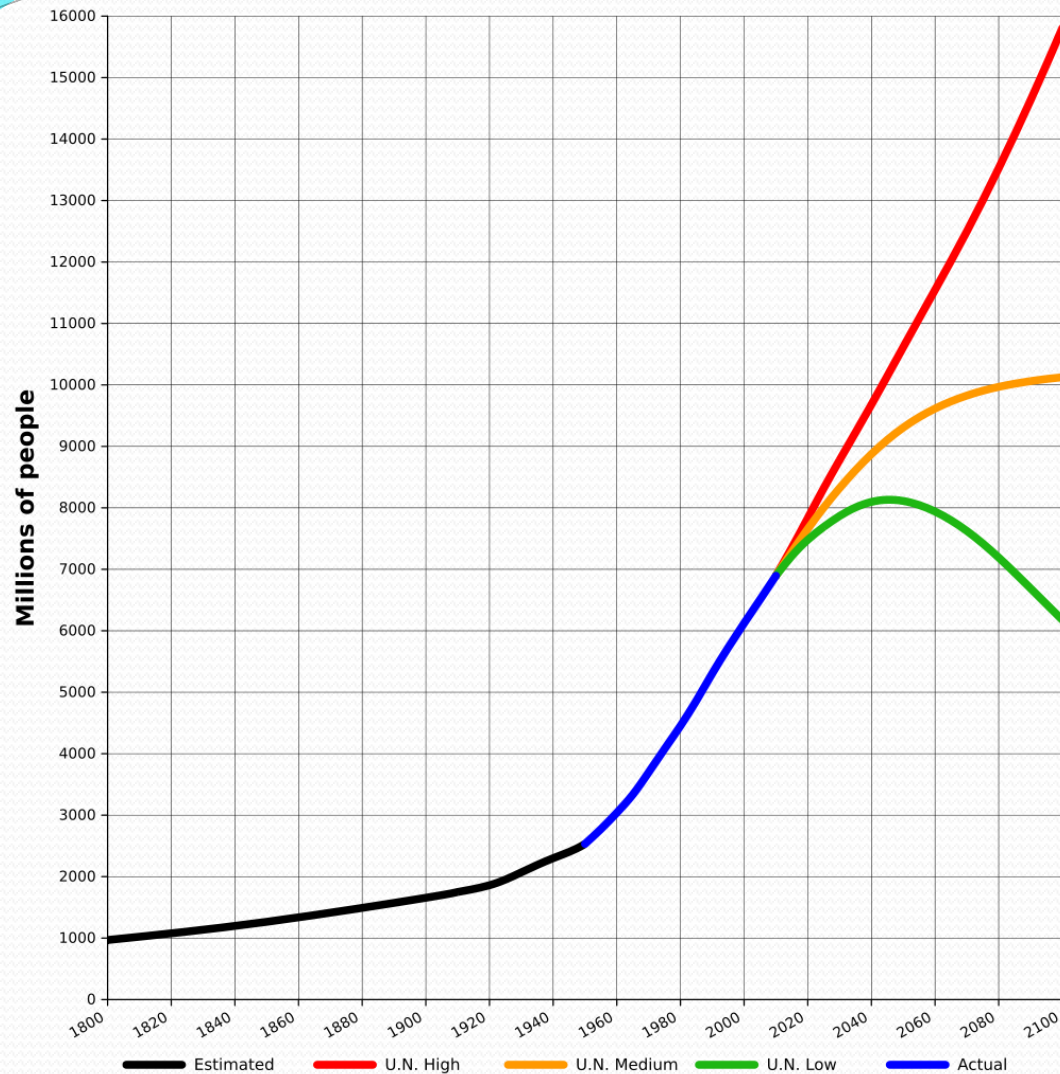
Population and Growth Pattern

- The world population exceeded 6 billion in 2000 and it is projected to exceed 9 billion by 2050 and 10 billion by the turn of 2100 (United Nations, 2011).
- As the world's population has increased since the 1960s, irrigated land area has also increased. The area per capita irrigated land remained relatively stable over time.

Table 3. Population pressure on the top water-scare areas of the world
(<http://pai.org/wp-content/uploads/2012/04/PAI-1293-WATER-4PG.pdf>)

Country	Population 2010 (Thousands)	Projected Population 2035 (Thousands)	Per capita water availability 2035 (m ³ /person/yr)
Kuwait	2737	4328	4.6
United Arab Emirates	7512	11042	13.6
Qatar	1759	2451	21.6
The Bahamas	343	426	46.9
Saudi Arabia	27448	40444	59.3
Bahrain	1262	1711	67.8
Libya	6355	8081	74.3
Maldives	316	392	76.6
Yemen	24053	46196	88.8
Singapore	5086	6098	98.4

Population and Growth Pattern (Contd.)



Population growth as a function of time [World population estimates from 1800 to 2100, based on "high", "medium" and "low" [United Nations projections in 2010](#) (colored red, orange and green) and [US Census Bureau historical estimates](#) (in black). Actual recorded population figures are colored in blue. According to the highest estimate, the world population may rise to 16 [billion](#) by 2100; according to the lowest estimate, it may decline to 6 billion [From Wikipedia, the free encyclopedia].

Food Requirement

- In terms of calories the United States Department of Agriculture estimates that most women need 1,600 to 2,400 calories, while the majority of men need 2,000 to 3,000 calories each day to maintain a healthy weight.
- To produce enough food to satisfy the global food requirement, a huge amount of water is needed.

Table 4.: Per capita food consumption (kcal/person/day) across the world
(<http://www.fao.org/docrep/005/ac911e/ac911e05.htm>)

Region	1964 - 1966	1974 - 1976	1984 - 1986	1997 - 1999	2015	2030
World	2358	2435	2655	2803	2940	3050
Developing countries	2054	2152	2450	2681	2850	2980
Near East and North Africa	2290	2591	2953	3006	3090	3170
Sub-Saharan Africa ^a	2058	2079	2057	2195	2360	2540
Latin America and the Caribbean	2393	2546	2689	2824	2980	3140
East Asia	1957	2105	2559	2921	3060	3190
South Asia	2017	1986	2205	2403	2700	2900
Industrialized countries	2947	3065	3206	3380	3440	3500
Transition countries	3222	3385	3379	2906	3060	3180

Food Requirement (Contd.)

- The food consumption has changed significantly over the past 100 years, as shown in Figure 1.12.
- These days, people eat more and waste more. To produce enough food to satisfy the global food requirement, a huge amount of water is needed. For example, to produce one ton of grain requires nearly 1,000 m³ of water.

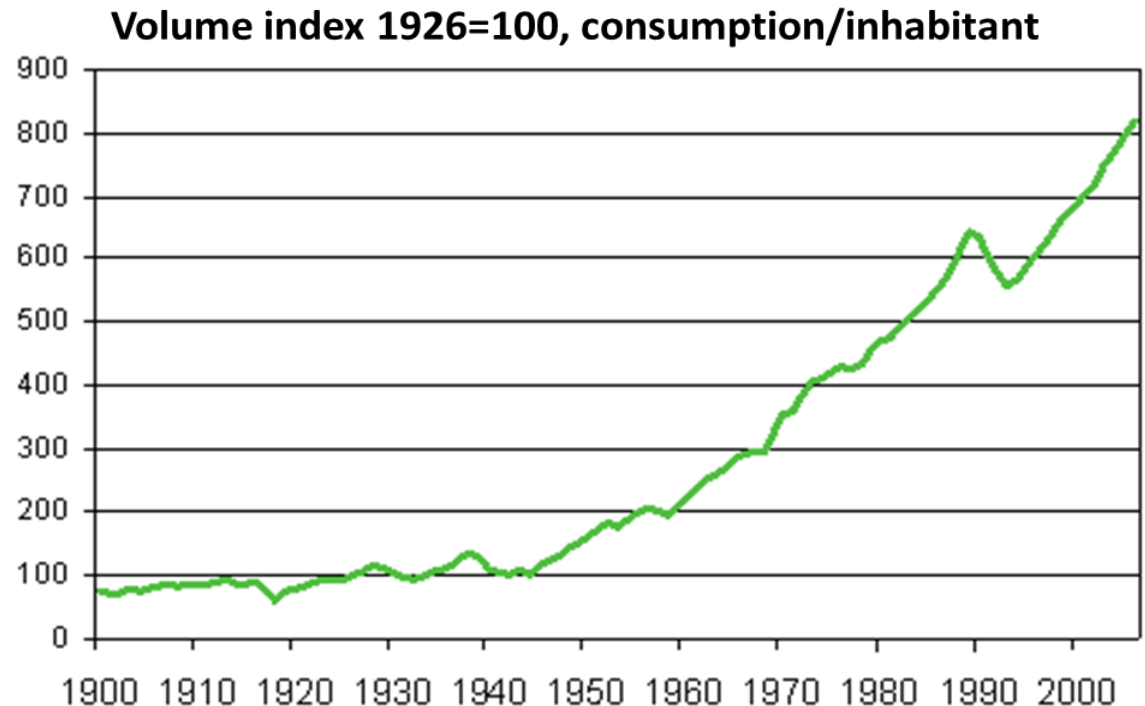


Figure 12.. Food consumption as a function of time (after USDA, 2010).

Food Requirement (Contd.)

- Much more water is needed to produce livestock products, as for example, about 15,500 m³ of water is needed to produce 1 ton of beef, as shown in Table 1.5.

Table 5. Water requirements: Typical values for the volume of water required to produce common foodstuffs (source: www.theguardian.com/news/datablog/2013/jan/10/how-much-water-food-production-waste)

Food	Quantity	Water consumption, liters	Food	Quantity	Water consumption, liters
Chocolate	1 kg	17,196	Pizza	1 unit	1,239
Beef	1 kg	15,415	Apple	1 kg	822
Sheep Meat	1 kg	10,412	Banana	1 kg	790
Pork	1 kg	5,988	Potatoes	1 kg	287
Butter	1 kg	5,553	Milk	250ml	255
Chicken	1 kg	4,325	Cabbage	1 kg	237
Cheese	1 kg	3,178	Tomato	1 kg	214
Olives	1 kg	3,025	Egg	1 ea	196
Rice	1 kg	2,497	Wine	250ml	109
Cotton	250g	2,495	Beer	250ml	74
Bread	1 kg	1,608	Tea	250 ml	27

Food Requirement (Contd.)

- There is a large variation in water footprint of various items of food and beverages, as illustrated in Figure 1.13.

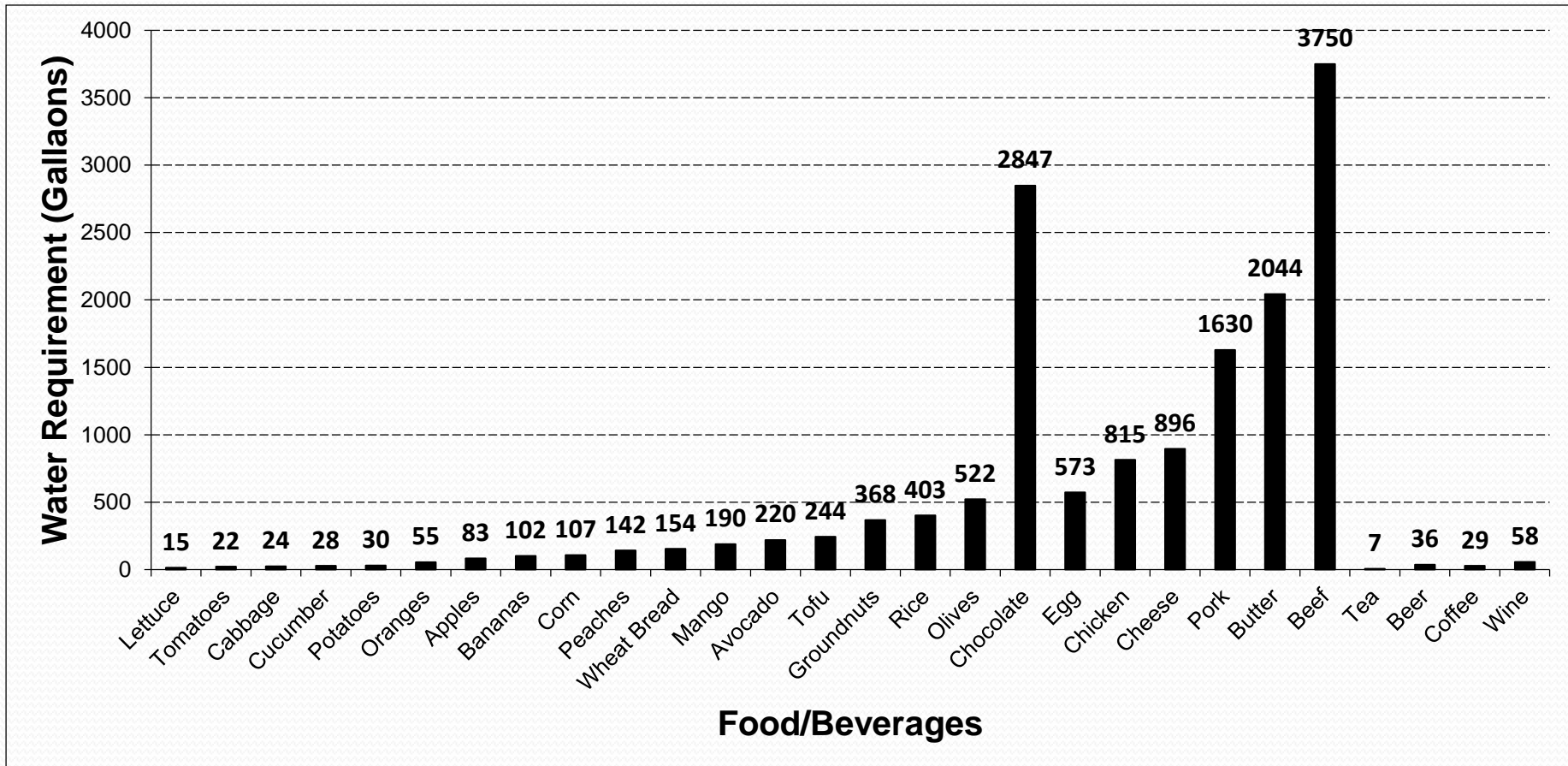


Figure 13. Water footprint of various food/beverages items

(<http://www.treehugger.com/green-food/from-lettuce-to-beef-whats-the-water-footprint-of-your-food.html>)

Food Requirement (Contd.)

- Nearly a billion people, approximately one in six people globally, do not have access to adequate food at present.
 - In **India** alone, nearly 195 million people are malnourished-about 25% of global malnourished population.
 - **China** has about 134 million malnourished people. Malnourishment is caused by poverty, inadequate supply chains, rampant food wastage, and poor farming.
- To ensure food security requires good agricultural and management practices, advances in irrigation and technology, proper policies, and strong political will (Brabeck-Letmathe and Biswas, 2015: Source: <http://bit.ly/1MS2tWW>).

Rising Living Standard

- The usual connotation of living standard has to do with the quality of life which is measured by a number of factors, including income, housing, health care, education, environmental quality, infrastructure, freedoms, etc.
- There has been a substantial rise in the standard of living for the past fifty years and this has translated into greater food and fiber requirement.

Rising Living Standard (Contd.)

- Associated with this rise in the standard of living in rapidly developing economies is a steady increase in the demand for meat products and meat consumption.
- In China, meat consumption rose from 20 kg/capita in 1995 to 50 kg/capita in 2009, increasing pressure on livestock production and water withdrawals.

Rising Living Standard (Contd.)

- Consumption by an American is higher than the consumption by eight Haitians (as shown in Table 1.6).

Table 6. Meat consumption (MC) measured in lbs./person/year
(Source: <https://vegetarian.procon.org/view.resource.php?resourceID=004716>)

Rank	Country	MC	Rank	Country	MC
1	Luxembourg	314.6	115	Mali	49.4
2	Hong Kong	295.9	116	Egypt	49.2
3	United States	279.1	117	Sudan	48.5
4	Australia	259.3	118	Bosnia and Herzgovina	47.8
5	Austria	240.5	119	Algeria	47.6
6	Spain	237.9	120	Turkey	46.7
7	Cyprus	230.16	121	Congo	46.3
8	New Zealand	229.3	122	Djibouti	46.1
9	Denmark	222	123	Nicaragua	44.8
10	Ireland	222	124	Syria	43
11	Israel	219.8	125	Azerbaijan	42.8
12	Bahamas	217.8	:	:	:
13	Macao	214.3	:	:	:
14	Canada	212.3	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	137	Haiti	31.1
30	Brazil	178.1	138	Sao Tome and Principe	30.2
31	Greece	174.6	139	Afghanistan	30
32	Antigua and Barbuda	173.7	140	Cameroon	29.8
33	Taiwan	173.5	141	Zambia	29.5
34	Netherlands	171.5	142	Cote d'Ivoire	28.7

Nutritional Security

- Lack of food security is not the main or even the sole cause of malnutrition or lack of nutritional security.
- Many developing countries produce enough food to combat hunger but a significant proportion of their population suffers from the lack of nutritional security which encompasses malnutrition and obesity.
- This may partly be because of the lack of understanding of nutritional security, male domination resulting in gender discrimination, social taboos, lack of proper health education, corruption, and national pride.

Nutritional Security (Contd.)

- Nearly 3.1 million children under the age of five die each year because of malnutrition, accounting for about 45% of child mortality.
- About two thirds of the world's malnourished people live in Asia and about one in four people living in Sub-Saharan Africa is malnourished.

Nutritional Security (Contd.)

- The prevalence of undernourishment is highest in Africa (as shown in Figure 14.).

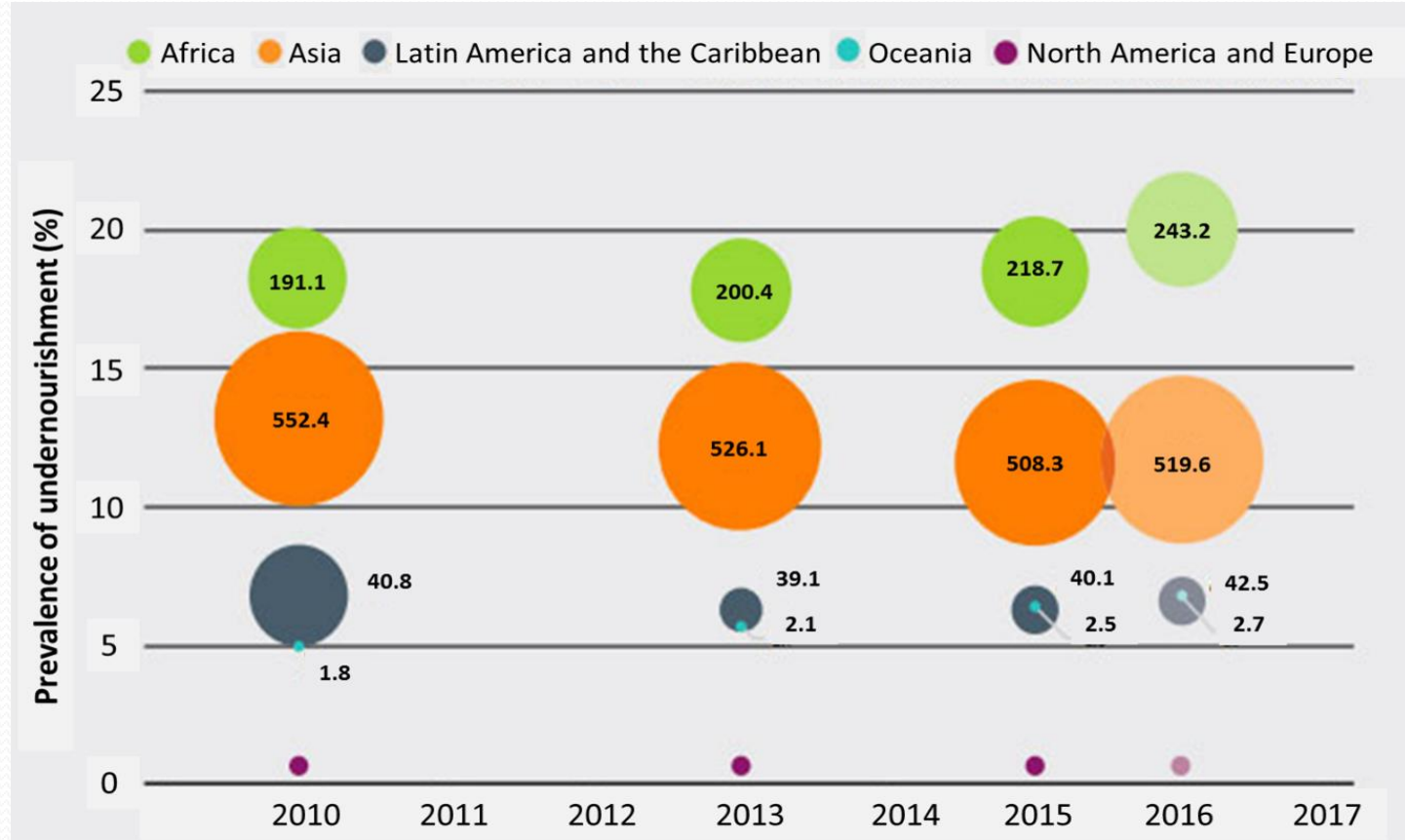


Figure 1.14 The absolute number of undernourished people (Source: FAO, The State of Food Security and Nutrition in the World, 2017 p. 7)

Development of Irrigation Worldwide

- Currently about 20% of the world's total cultivated land is irrigated and this irrigated land produces about 40% of the food and fiber.

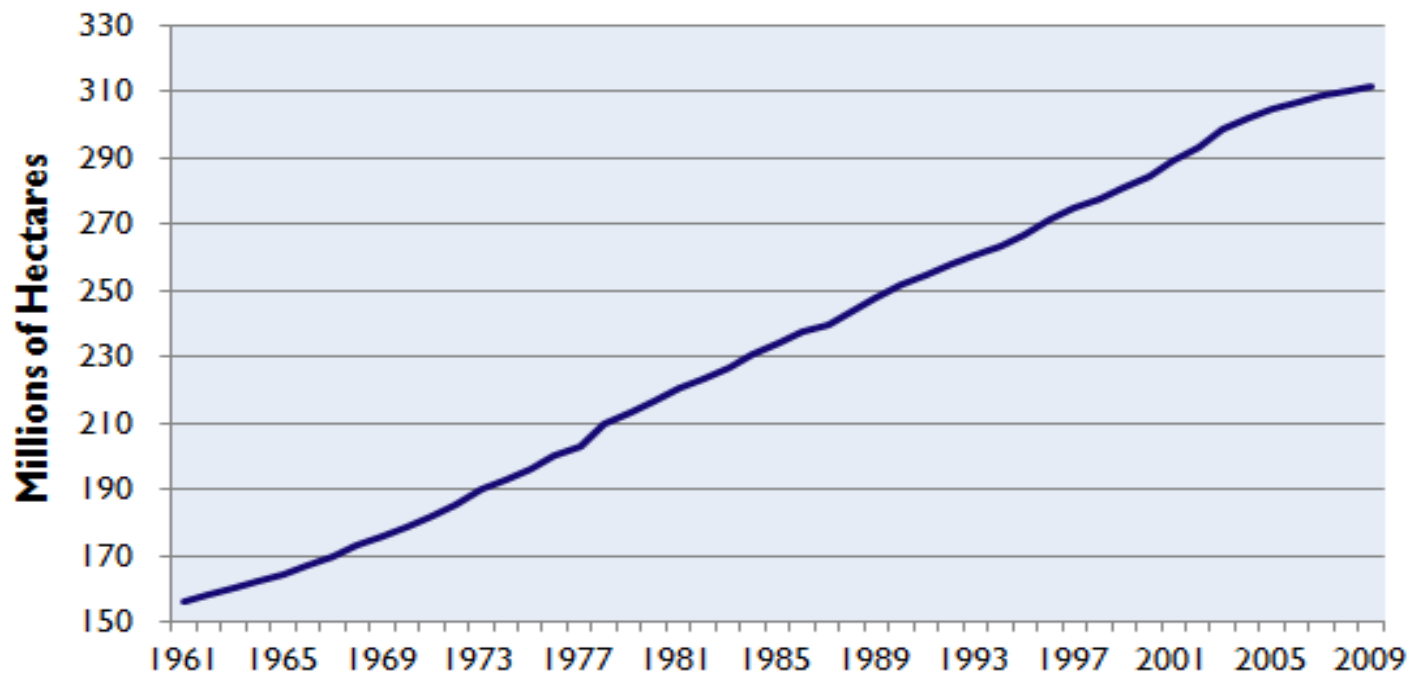


Figure 15. Increase in irrigated land during the 20th century (from FAO, 2009)

Development of Irrigation Worldwide (Contd.)

- Figure 1.16 showcases the top 20 ranked countries in total irrigated land (km²).

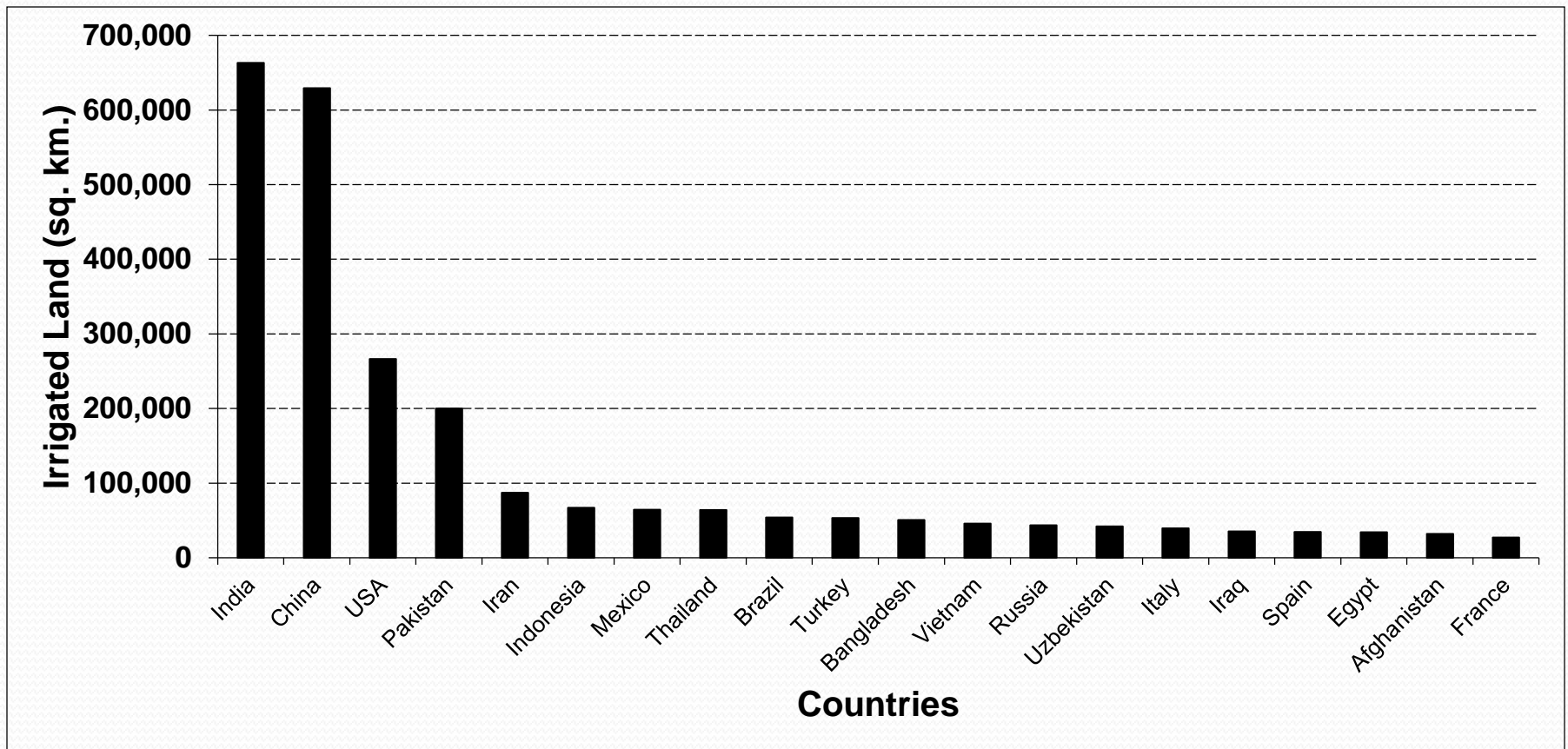


Figure 16. Top 20 nations with maximum irrigated land (km²)
(<http://world.bymap.org/IrrigatedLand.html>)

Irrigation in the United States

- Although irrigation in the Southwest existed about 100 B.C., the expansion of irrigation occurred along with the settlement of West but much of the expansion occurred in the 20th century with the support of federal government.
- The irrigated land increased from one million ha in the 1880s to 8 million ha by the middle of the 20th century, primarily in the Southwest, Mountain States, and the Pacific Northwest (U.S. Department of Commerce, 1983).
- In the second half of the 20th century, irrigation expanded to the southern Great Plains, central Great Plains, and southeastern states, largely triggered by the developments in irrigation technologies, such as sprinklers.

Irrigation in the United States (Contd.)

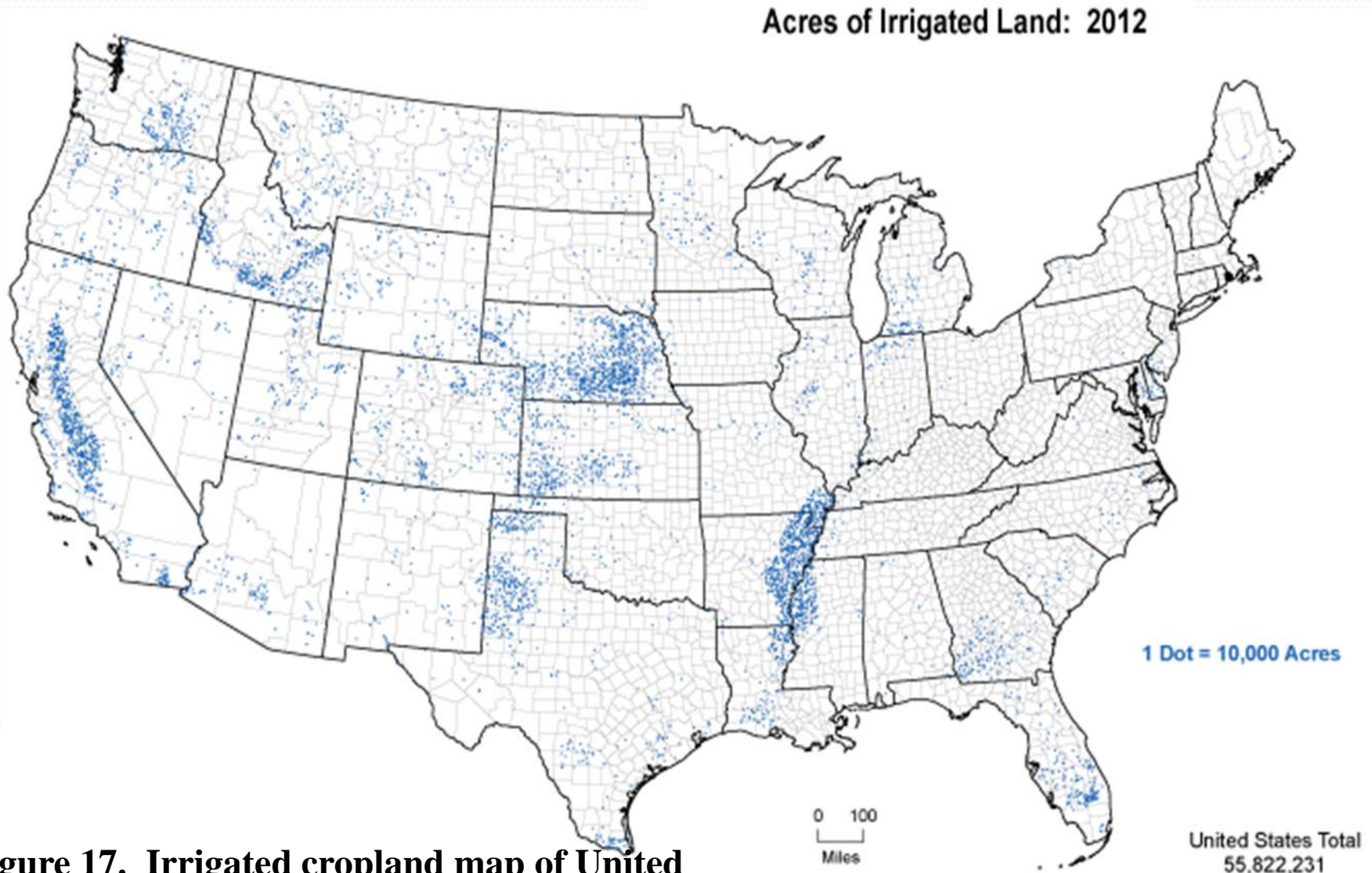


Figure 17. Irrigated cropland map of United States (after USDA, 2013)

Irrigation Practice in the United States

- In the beginning water was diverted from streams by ditches dug by hand. Water was also withdrawn from open dug wells.
- Water storage reservoirs and canal systems were built.
- Tubewells were developed. Then came sprinklers and microirrigation systems.
- In the latter half of the 20th century, sprinkler technology along with low-cost aluminum and PVC pipe became popular.
- **Now in many areas more cropland is irrigated by sprinklers than by surface irrigation methods.**

Irrigation Practice in the United States (Contd.)

- In the beginning water was diverted from streams by ditches dug by hand. Water was also withdrawn from open dug wells.
- Water storage reservoirs and canal systems were built.
- Tubewells were developed. Then came sprinklers and microirrigation systems.
- In the latter half of the 20th century, sprinkler technology along with low-cost aluminum and PVC pipe became popular.
- **Now in many areas more cropland is irrigated by sprinklers than by surface irrigation methods.**

Irrigation Practice in the United States (Contd.)

Table 1.7 Cropland irrigated by various methods in the United States: Comparison of irrigation methods in the U.S. in 2013 (adapted from 2012 Census of Agriculture, USDA-NASS, 2014).

Irrigation Method	Irrigated Area (acre)	% of Total
Gravity systems		
Furrow	10,485,453	
Border/basin	8,487,054	
Uncontrolled flooding	1,801,259	
Other	730,918	
U.S. total, gravity systems	21,504,684	35.08
Sprinkler systems		
Center pivot, pressures above 60 psi	1,172,234	
Center pivot, pressures 30 to 59 psi	13,396,454	
Center pivot, pressures below 30psi	12,770,489	
Linear move tower sprinklers (low pressure, <30psi)	257,237	
Linear move tower sprinklers (low pressure, >30psi)	368,329	
Solid set and permanent sprinklers (low pressure, <30psi)	341,288	
Solid set and permanent sprinklers (low pressure, >30psi)	1,145,451	
Side roll, wheel move, or other		
Traveler or big gun		558,308
Hand move		820,806
Other sprinkler systems		1,664,496
U.S. total, sprinkler systems		34,894,109
Microirrigation systems		
Surface drip		2,583,201
Subsurface drip		768,901
Microsprinklers		1,269,483
Other micro sprinklers		270,327
U.S. total, microirrigation systems		4,889,912
Total U.S. irrigation[a]		61,288,705
		8.02

^[a]The U.S. total irrigated area is larger than the 21.3 million ha quoted previously because more than one irrigation method may be used on some lands.

An Overview of Irrigation System

- For farming irrigation is almost always required and irrigation systems are therefore planned, designed, built, operated, and managed.

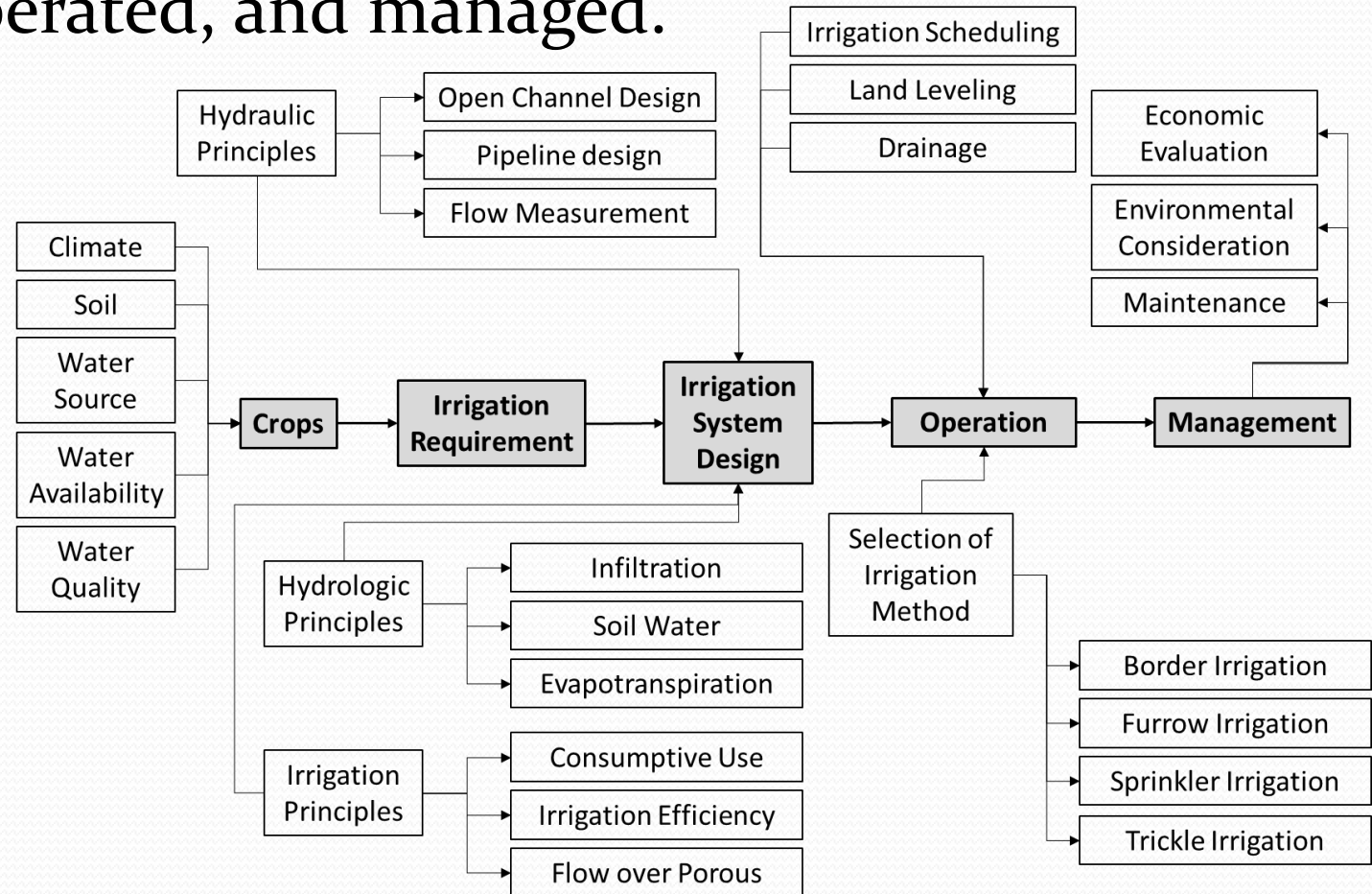


Figure 1.5 An overview of planning, designing, operating, and maintaining an irrigation system

Considerations for Irrigation Management

- The first consideration is the selection of crops. However, before selecting crops for cultivation on a land, it is important to know five things first, that include climate, soil, source and availability of water and energy, quality of water, and crop types.
- The second consideration includes principles of hydraulics which are needed for bringing water from its source to the field. The water is transported either by open channels or pipelines and often it may need to be lifted using pumps.

Considerations for Irrigation Management (Contd.)

- The third consideration comprises hydrologic principles that are needed for the application of water. Once water is applied to the land, it has four ways to go: vertically downward (infiltration), temporary storage in the pore spaces of soil (soil water), horizontal movement (drainage), and vertically upward (evapotranspiration) combining evaporation and transpiration.
- The fourth consideration is comprised of irrigation principles, that include consumptive use, irrigation efficiency, and equations governing flow over porous beds.

Consideration for Irrigation Management (Contd.)

- The fifth consideration includes methods of irrigation, including border, furrow, sprinkler, and drip.
- The sixth consideration entails operation and management of irrigation systems including irrigation scheduling, drainage, land leveling, environmental considerations, economic evaluation, and maintenance.

Impact of Global Warming and Climate Change

- It is now well accepted that the globe is warming and climate is changing and will continue to change in the foreseeable future.
- From an agricultural point of view, the rise in temperature translates into more evaporation and evapotranspiration and changing patterns of precipitation and cropping patterns.
- **Crop growing seasons may also shift.**
- **The hydrologic cycle may be undergoing a change.**
- **Hydrologic extremes, such as droughts and floods, will be occurring more frequently.**
- This will pose a challenge for agriculture, agricultural irrigation, and operation and management of irrigation systems.

Environmental Concerns

- Irrigated agriculture has both positive and negative impacts on the environment.
- (+) increase wetlands which serve a variety of useful purposes, such as refuge for migratory and non-migratory birds, wildlife, recreation, reduction in pollution, and groundwater recharge.
- (-) salinization of soil, water logging, declining water table, loss of aquatic and riparian habitats, decline in native species, increase in pollution, decline in fish spawning, etc. may be caused by irrigation.

Environmental Concerns (Contd.)

- Aral Sea disaster in Central Asia
- In the 1960s Soviet Union expanded irrigated cotton production that diverted so much water for irrigation that inflows into the Aral Sea virtually ceased which led to the collapse of the sea
- Results in animal and fish extinction

Aral Sea (NASA, 1998)



**Amudaz River (Amu Darya),
100 miles away from the Aral Sea**



Future of Irrigation

- The **population** will continue to grow **the standard of living** will also be rising → **food demand** will be increasing
- The production can be increased by developing higher yield varieties, increasing irrigated agriculture, and improved irrigation technology.
- In future the pressure on available water resources will increase.
→ a decline in the amount of water available now for agriculture.

Future of Irrigation (Contd.)

- For sustained agricultural productivity, irrigation technology will have to be more efficient and better managed and will have to compete with these other sectors.
- Water allocated for irrigation will have to be justified and it might involve water pricing.

THANK YOU

Manejo del riego

Professor Vijay P. Singh, Ph.D. D.Sc., P.E., P.H. Hon. D.WRE
Distinguished Professor
Regents Professor

Caroline & William N. Lehrer Distinguished Chair in Water Engineering

Honorary Professor , Beijing Normal University, China

Honorary Professor , Sichuan University, Chengdu, China

Distinguished Visiting Professor, Indian Institute of Technology Roorkee,
India

Department of Biological and Agricultural Engineering &
Zachry Department of Civil Engineering

Importancia del riego

- La agricultura es de secano o depende del riego.
- Se ve muy afectada por los caprichos de la naturaleza, especialmente el clima.
- La precipitación varía de un lugar a otro para un mes o año determinado y de un mes(o año) a mes (o año) para un lugar determinado..
- El riego es necesario para la agricultura productiva, porque la lluvia rara vez es adecuada y oportuna para satisfacer las necesidades agrícolas , incluso en áreas húmedas.
- Para la agricultura productiva y la consecuente seguridad alimentaria, el riego es vital.

Importancia del Riego

(continuación)

- Las tierras no agrícolas, como las tierras baldías, pueden someterse a la agricultura mediante riego.
- El riego también sirve como fuente de recarga.
- Mitiga la sequía meteorológica.
- Permite más de una cosecha al año.
- Ayuda al cultivo de diferentes cultivos.
- Ayuda a mantener el ecosistema.
- Es fundamental para la seguridad alimentaria y nutricional , especialmente en áreas semiáridas y áridas.

Definición de riego

- El riego se define como una aplicación artificial de agua a las plantas para superar la falta, insuficiencia o mala distribución de la lluvia.
- Es la aplicación controlada de agua a las tierras de cultivo, con el objetivo principal de crear un régimen óptimo de humedad del suelo para maximizar la producción y calidad de los cultivos, y al mismo tiempo minimizar la degradación ambiental inherente al riego de tierras agrícolas.

Propósito del riego

- El propósito del riego es proporcionar agua a los cultivos donde y cuando los requisitos de agua de los cultivos no puedan ser satisfechos por la lluvia natural.
- En muchas áreas hay precipitaciones deficitarias y en algunas áreas las precipitaciones no son suficientes durante la temporada de cultivo y en otras áreas apenas hay precipitaciones.
- Muchas áreas sin o con poca lluvia son terrenos baldíos, pero se pueden transformar en áreas productoras de cultivos mediante riego.

Factores que afectan el riego

- Sin embargo, el requisito de riego se ve afectado fundamentalmente por el clima, el suelo y los cultivos que se van a regar.
- También se ve afectado por la fuente, la disponibilidad y la calidad del agua.
- Al proporcionar una vistazo del riego en todo el mundo, así como en los Estados Unidos, la discusión reflexiona sobre el futuro del riego.

Variabilidad de la precipitación

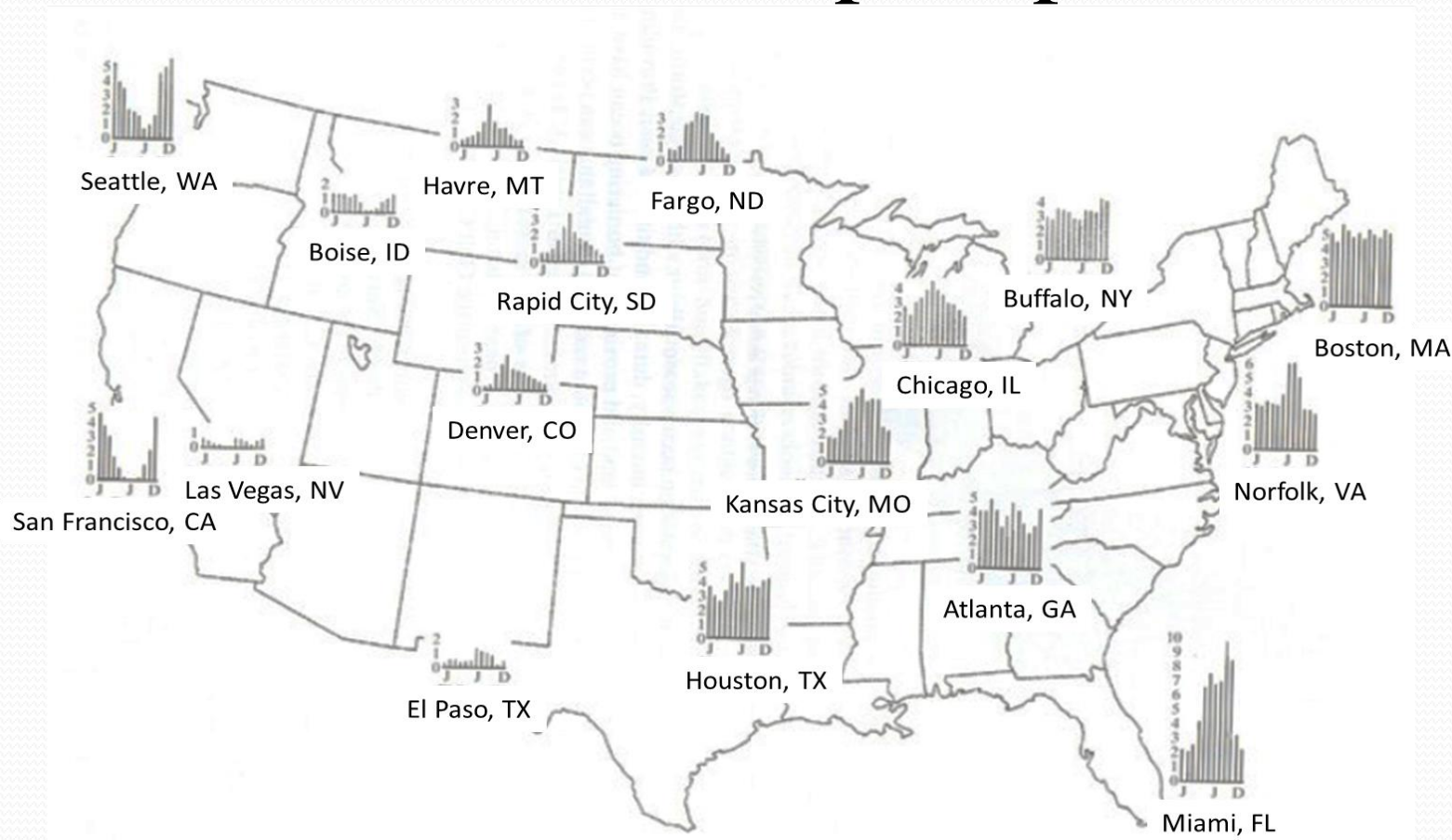


Figura 1. Distribución promedio de precipitación mensual en los Estados Unidos (U.S. Environmental Data Service, 2013)

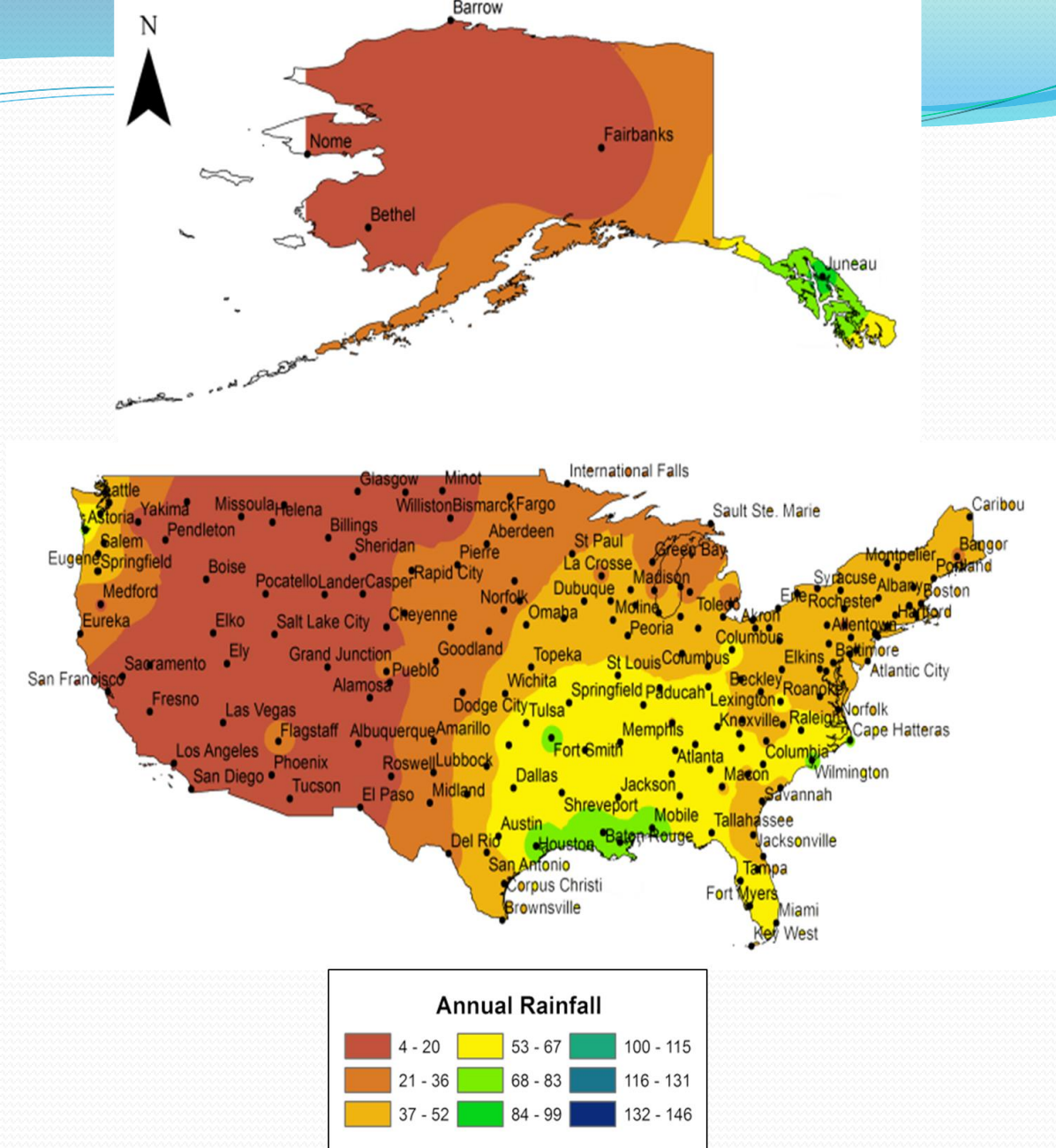
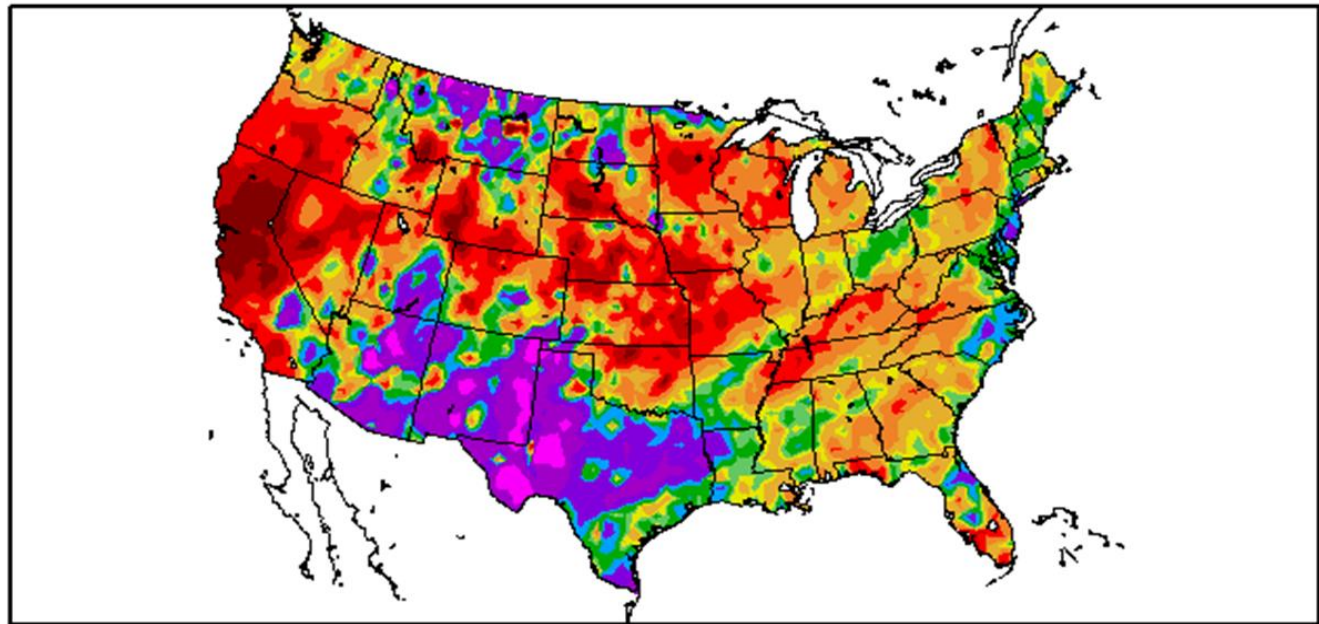


Figura 2. Precipitación anual en 2015 en los Estados Unidos
 (<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/201501>)

Variabilidad de la precipitación (Cont...)

Percent of Normal Precipitation (%)
1/1/2015 – 1/31/2015



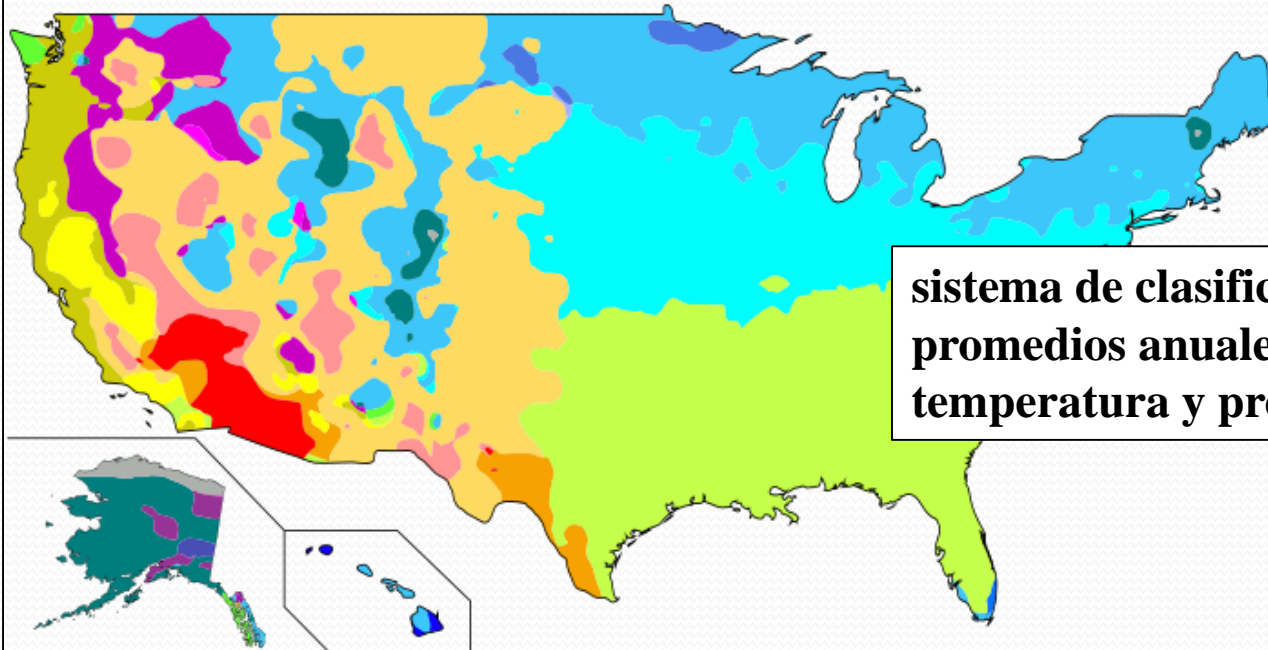
Generated 2/1/2015 at HPRCC using provisional data

Regional Climate Centers

Figura 3. Aumento de la precipitación normal en 2015 en los Estados Unidos (<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/201501>)

Variabilidad de la precipitación (Cont...)

United States map of Köppen climate classification



sistema de clasificación basado en los promedios anuales y mensuales de temperatura y precipitación.

- | | | |
|--|---|---|
| ■ Warm desert climate (BWh) | ■ Warm continental climate/
Humid continental climate (Dfa) | ■ Cool continental climate/
Subarctic climate (Dwc) |
| ■ Warm semi-arid climate (BSh) | ■ Temperate continental climate/
Humid continental climate (Dfb) | ■ Warm continental climate/
Mediterranean continental climate (Dsa) |
| ■ Cold desert climate (BWk) | ■ Cool continental climate/
Subarctic climate (Dfc) | ■ Temperate continental climate/
Mediterranean continental climate (Dsb) |
| ■ Cold semi-arid climate (BSk) | ■ Warm continental climate/
Humid continental climate (Dwa) | ■ Tundra climate (ET) |
| ■ Warm mediterranean climate (Csa) | ■ Temperate continental climate/
Humid continental climate (Dwb) | |
| ■ Temperate mediterranean climate (Csb) | | |
| ■ Warm oceanic climate/
Humid subtropical climate (Cfa) | | |
| ■ Temperate oceanic climate (Cfb) | | |

Figura 4. Clasificación climática de Köppen para los Estados Unidos (https://en.wikipedia.org/wiki/Humid_subtropical_climate)

Beneficios del riego

- Transformación de áreas improductivas a áreas de producción agrícola.
- Productividad incrementada.
- Garantía de producción → déficit hídrico
- Cosechando fuera de temporada
- Permitiendo más de una cosecha por año
- La mejor calidad de producción
- Creación de empleo



Beneficios del Riego (continuación...)

Tabla 1. Aumento del rendimiento debido al riego.

Cultivo	No irrigado (kg/ha)	Irrigado Kg/ha	Incremento del rendimiento (%)
Algodón	848	2,700	218
Arroz	1,739	3,750	115
Frijol	388	2,300	492
Maíz	1,985	5,500	177
Haba de soya	1,844	3,000	62
Avena	1,668	3,400	104

Tabla 2. Rendimientos promedio de cultivos no irrigados en comparación con cultivos irrigados (NGWI = no cultivado sin riego, NP = no publicado, bu. = Bushels y bo. = Cajas)

Crops, State grown in and year	Yield per acre			Crops, State grown in and year	Yield per acre		
	Non-irrigated	Irrigated	Increase		Non-irrigated	Irrigated	Increase
Alfalfa				Pole beans			
North Dakota (1966)	2.0 tons	4.4 tons	2.4 tons	Georgia (1950)	2583 lbs.	6025 lbs.	3442 lbs.
South Dakota (1966)	2.5 tons	5.3 tons	2.8 tons	Potatoes (Irish)			
Cabbage				Arizona (1964-65)	NGWI	6.5 tons	6.5 tons
New Jersey (1955-59)	12.5 tons	18.9 tons	6.4 tons	California (1968)	350 sacks	450 sacks	100 sacks
Corn				New York (1946)	NP	NP	57 bu.
Florida (1971)	115 bu.	190 bu.	75 bu.	Texas	1.5 tons	7.0 tons	5.5 tons
Nebraska (1966)	36 bu.	102 bu.	66 bu.	Wisconsin (1946)	NP	NP	100 bu.
North Carolina (1963-68)	101.0	139 bu.	38 bu.	Silage			
North Dakota (1966)	44.0	77.9 bu.	33.9 bu.	Alabama (1966-68)	31 tons	47 tons	16 tons
South Dakota (1949-55)	32.0	92.0 bu.	60 bu.	Soybeans			
Virginia (1954-55)	83.3	109.2 bu.	28.9 bu.	Arkansas (1966-68)	28.9 bu.	37.2 bu.	8.3 bu.
Cotton (lint and seed)				Georgia (1978)	30 bu.	53 bu.	23 bu.
Arizona (1964-65)	NGWI	2137 lbs.	2137 lbs.	Missouri (1959)	NP	NP	8.0 bu.
Arkansas (1950-52)	1608 bu.	2083 lbs.	475 lbs.	Sugar Beets			
Georgia (1949-53)	1216 bu.	1902 lbs.	686 lbs.	Arizona (1964-85)	NGWI	20.5 tons	20.5 tons
Missouri (1953)	1414 bu.	2683 lbs.	1269 lbs.	North Dakota (1949-52)	NGWI	20 tons	20 tons
North Carolina (1963-67)	1836 bu.	1932 lbs.	96 lbs.	Wyoming (1956)	NGWI	16 tons	25.0 tons
South Carolina (1954-55)	1077 bu.	1668 lbs.	591 lbs.	Sweet Corn			
Field beans (edible)				New Jersey (1955-58)	5600 lbs.	11,900 lbs.	6,300 lbs.
Nebraska (1956)	27 bu.	54 bu.	27 bu.	Sweet Potatoes			
Grain Sorghum				Louisiana (1953-56)	117.9 bu.	271.9 bu.	154 bu.
Arizona (1964-65)	NGWI	72 bu.	72 bu.	Tobacco			
Nebraska (1966)	39 bu.	87 bu.	48 bu.	South Carolina (1951-54)	1183 lbs.	1547 lbs.	364 lbs.
Oklahoma (1958-62)	9.3 bu.	44.4 bu.	35.1 bu.	Virginia (1954-57)	2699 lbs.	3042 lbs.	343 lbs.
Grapefruit				Tomatoes			
Florida (1960-67)	735 bu.	1056 bu.	321 bu.	Georgia (1947-53)	17430 lbs.	23485 lbs.	6055 lbs.
Oranges				Wheat			
Florida (19600-67)	369 bu.	493 bu.	124 bu.	Kansas (1954-59)	21 bu.	48.6 bu.	27.6 bu.
Peanuts				Oklahoma (1954)	13 bu.	34 bu.	21.0 bu.
North Carolina (1963-68)	2632 lbs.	3168 lbs.	536 lbs.	Texas (1966-67)	15.8 bu.	53.8 bu.	38 bu.
Oklahoma (1956-59)	1014 lbs.	2306 lbs.	1292 lbs.				
Peaches							
Maryland (1955-64)	300 lbs.	372 lbs.	72 lbs.				

Limitaciones del riego

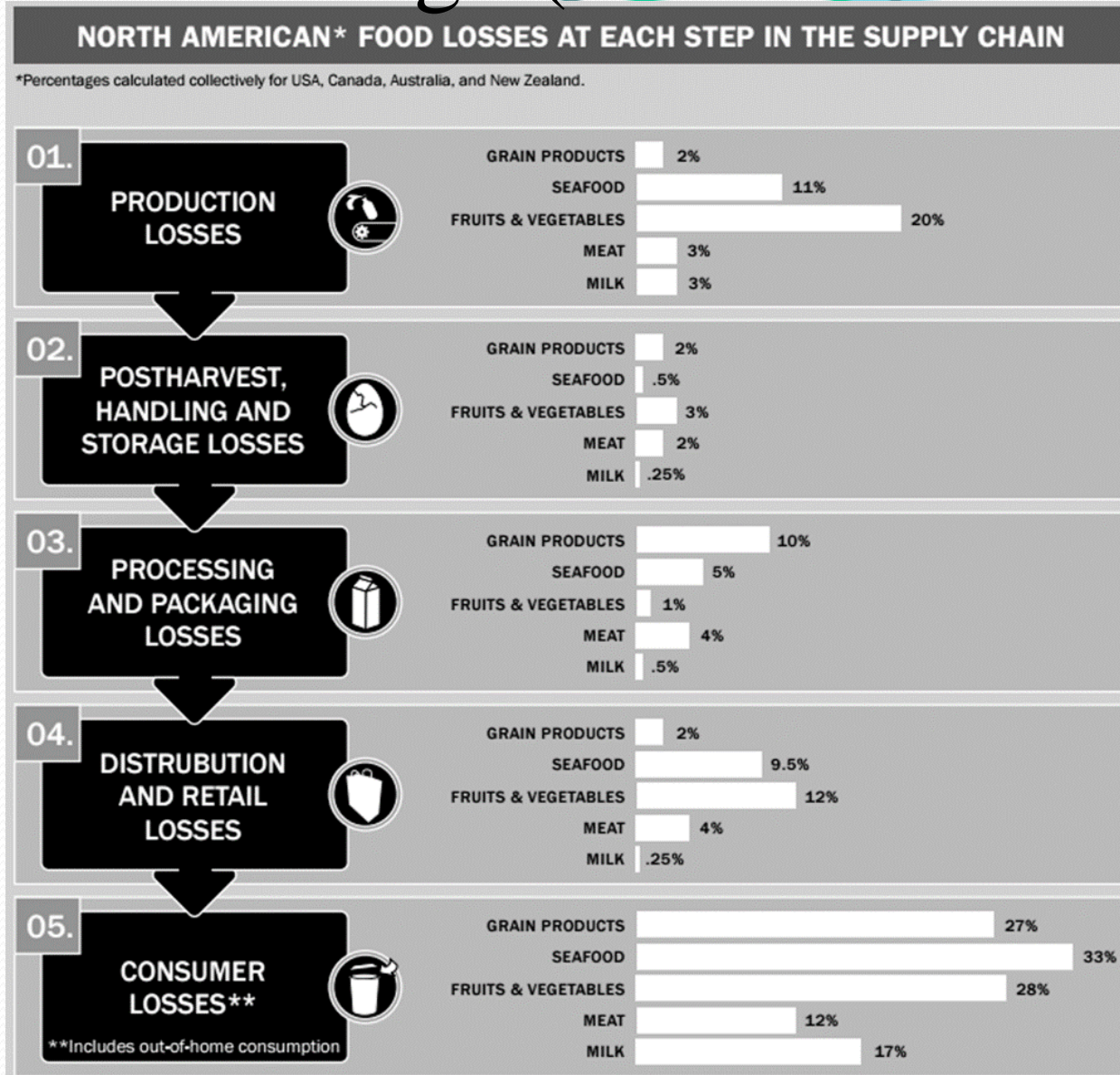
- Alto consumo de agua, gestión de riego
- Altos costos de implementación
- Falta de mano de obra especializada
- Salinización de suelos manejados inadecuadamente
- Impactos ambientales → Residuos, mosquitos, cambio en los ecosistemas
- Disponibilidad de agua en el suelo



Necesidad del riego

- La demanda de alimentos aumenta cada año debido al aumento de la población, el aumento de las necesidades alimentarias y el aumento del nivel de vida.
- Además, se desperdician muchos granos alimenticios y otros productos agrícolas durante la cosecha, el transporte, la distribución, el almacenamiento y el consumo, como se muestra en la Figura 1.7.

Necesidad del Riego (continuación...)



Necesidad del Riego (continuación...)

- La pérdida de alimentos per cápita en Europa y América del Norte es de 280-300 kg / año.
- En África subsahariana y Asia meridional / sudoriental es de 120-170 kg / año (FAO, 2011).
- Esto significa que habrá que producir más alimentos para garantizar la seguridad alimentaria.

Necesidad del Riego (continuación...)

- En los próximos 35 a 45 años, la producción mundial de alimentos tendrá que duplicarse para satisfacer las demandas de una mayor población.
- Cabe señalar que el 90% de esta mayor producción de alimentos tendrá que provenir de tierras existentes y el 70% de esta mayor producción de alimentos tendrá que provenir de tierras de regadío.

Necesidad del Riego (continuación...)

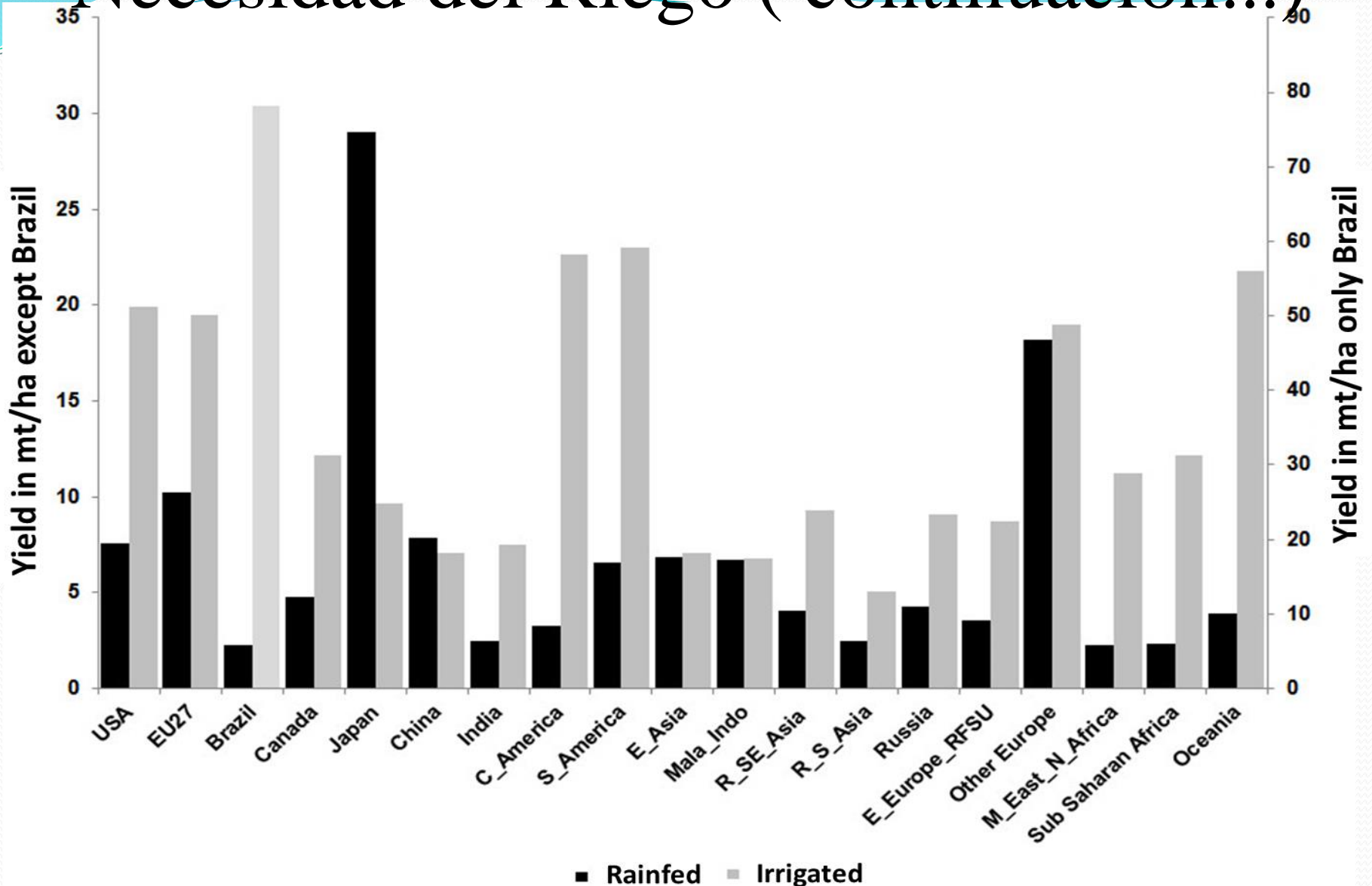


Figura 8. Diferentes países tierras agrícolas de regadío y de secano y su producción (de Taheripour et al., 2013)

Necesidad del Riego (continuación...)

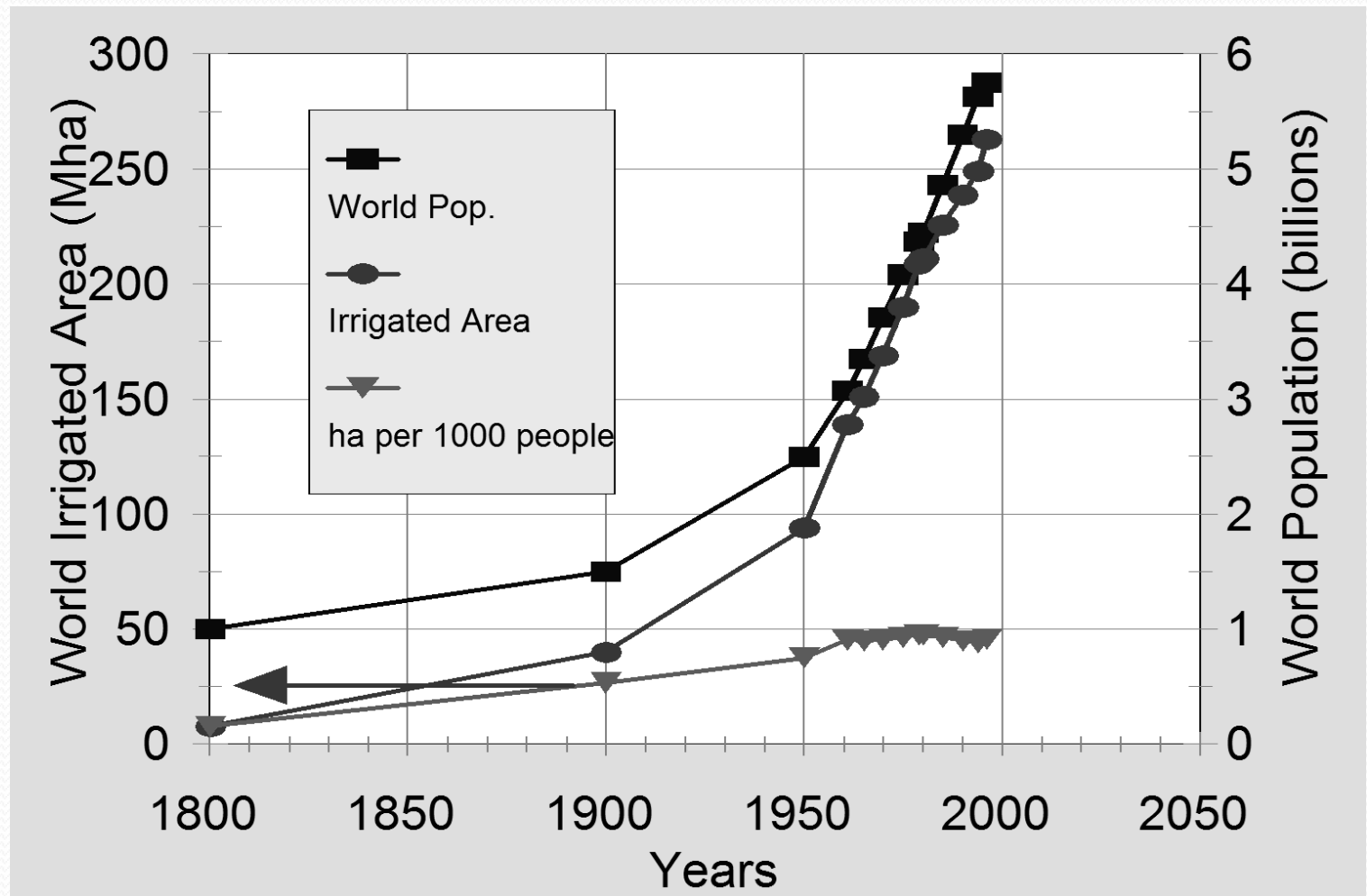


Figura 9. Contaminación mundial, área de riego mundial y hectare por cada mil personas (de Howell, 2006).

Necesidad del Riego (continuación...)

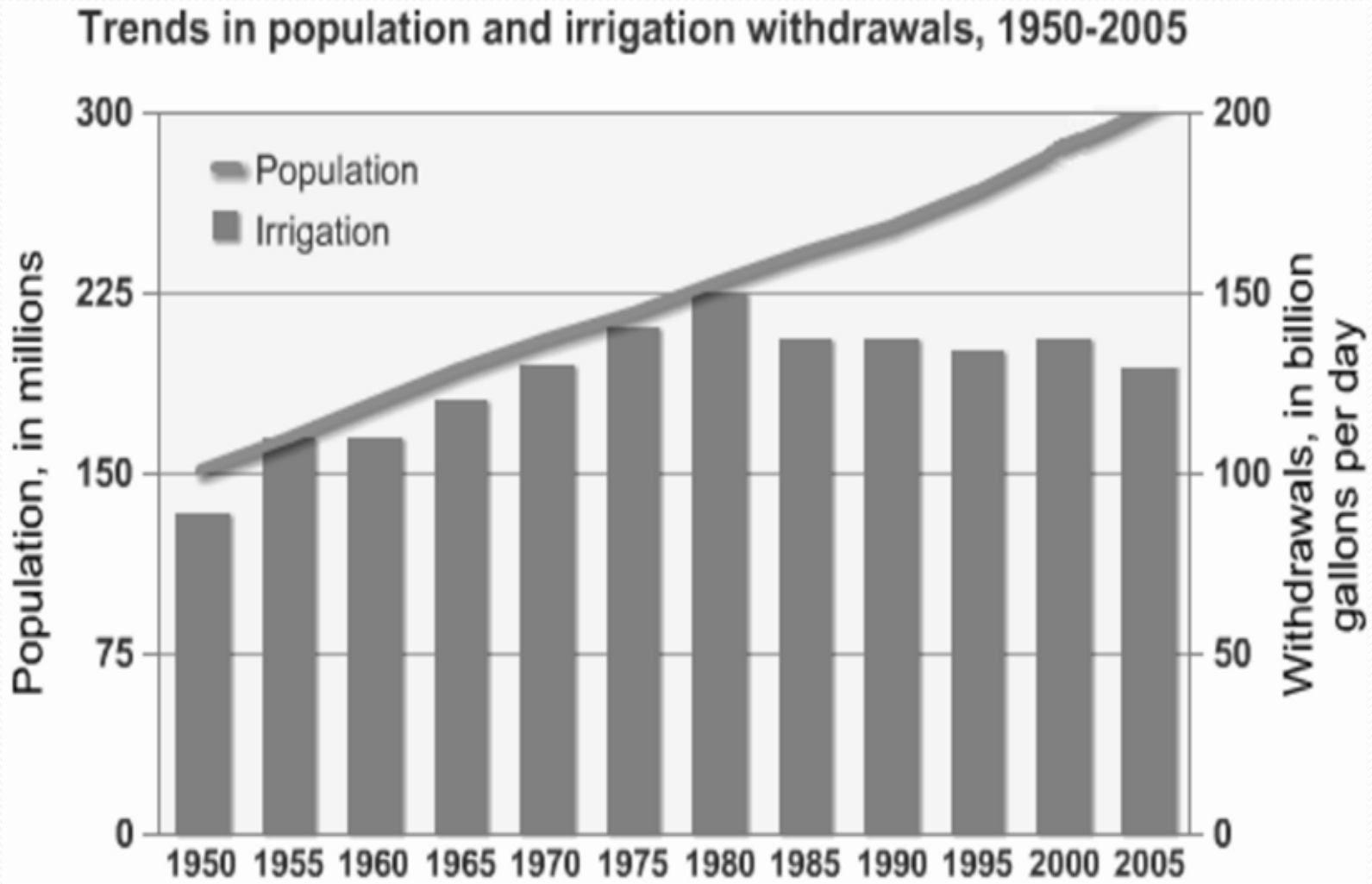


Figura 10. Tendencia de los retiros de riego con el aumento de la población en los Estados Unidos (<http://water.usgs.gov/edu/wuir.html>)

Seguridad Alimentaria

- **1. Patrón de población y crecimiento**
- **2. Requisito de alimentos**
- **3. Nivel de vida creciente**
- **4. Seguridad nutricional**

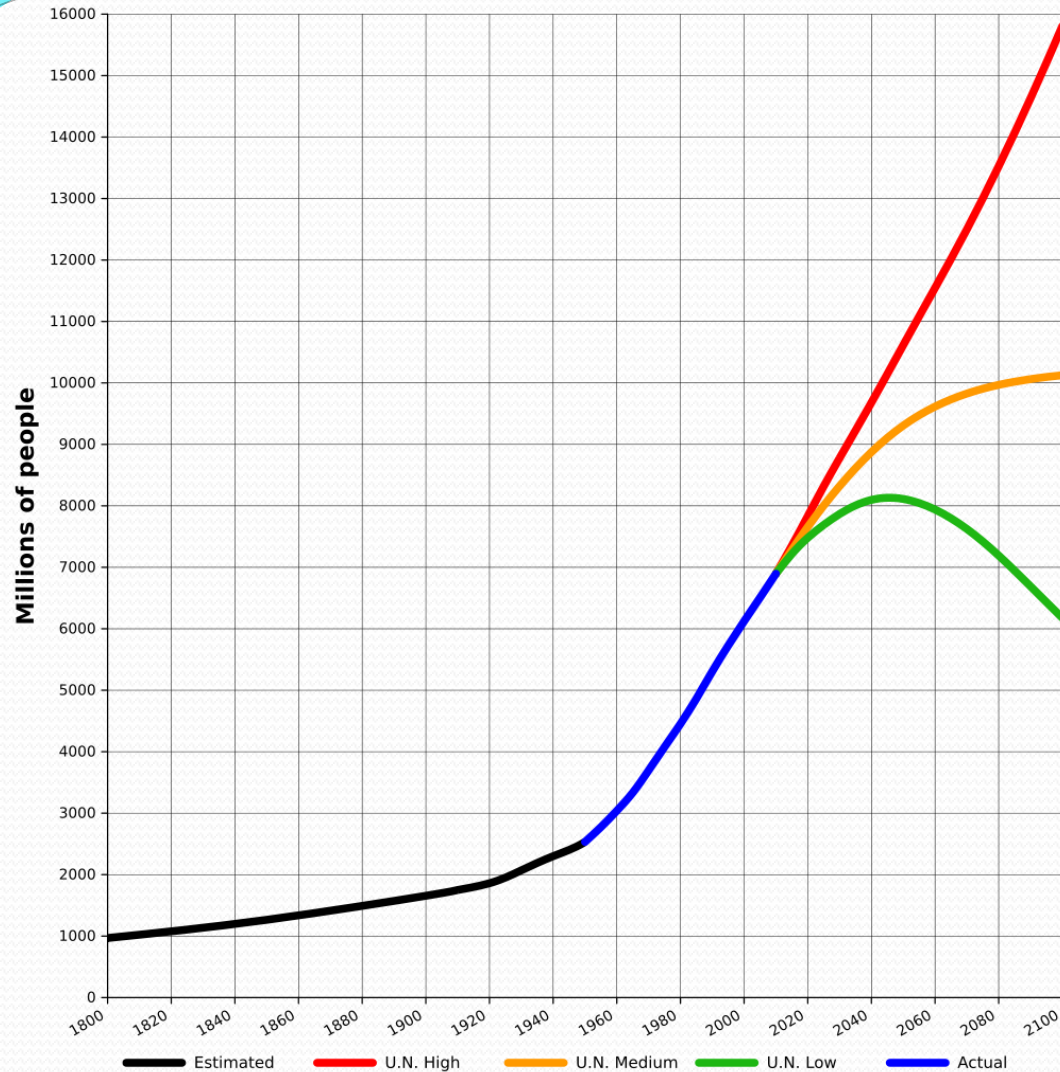
Patrón de población y crecimiento

- La población mundial superó los 6 mil millones en 2000 y se prevé que supere los 9 mil millones para 2050 y 10 mil millones para el cambio de 2100 (Naciones Unidas, 2011).
- A medida que la población mundial ha aumentado desde la década de 1960, la superficie de tierra regada también ha aumentado. El área de tierra regada per cápita se mantuvo relativamente estable en el tiempo.

Tabla 3. Presión de la población en las principales zonas de escasez de agua del mundo (<http://pai.org/wp-content/uploads/2012/04/PAI-1293-WATER-4PG.pdf>)

País	Población 2010 (Miles)	Población Proyectada 2035 (Miles)	Disponibilidad de agua per cápita 2035 (m ³ /persona/año)
Kuwait	2737	4328	4.6
United Arab Emirates	7512	11042	13.6
Qatar	1759	2451	21.6
The Bahamas	343	426	46.9
Saudi Arabia	27448	40444	59.3
Bahrain	1262	1711	67.8
Libya	6355	8081	74.3
Maldives	316	392	76.6
Yemen	24053	46196	88.8
Singapore	5086	6098	98.4

Patrón de población y crecimiento(Contd.)



Crecimiento de la población en función del tiempo [Estimaciones de la población mundial de 1800 a 2100, basadas en proyecciones de las Naciones Unidas "altas", "medias" y "bajas" en 2010 (colores rojo, naranja y verde) y estimaciones históricas de la Oficina del Censo de los Estados Unidos (en negro). Las cifras reales de población registradas están coloreadas en azul. Según la estimación más alta, la población mundial puede aumentar a 16 mil millones para 2100; Según la estimación más baja, puede disminuir a 6 mil millones [From Wikipedia, the free encyclopedia].

Requerimiento Alimenticio

- En términos de calorías, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos estima que la mayoría de las mujeres necesitan entre 1.600 y 2.400 calorías, mientras que la mayoría de los hombres necesitan entre 2.000 y 3.000 calorías por día para mantener un peso saludable.
- Para producir suficientes alimentos para satisfacer los requisitos mundiales de alimentos, se necesita una gran cantidad de agua.

Tabla 4 .: Consumo de alimentos per cápita (kcal / persona / día) en todo el mundo (<http://www.fao.org/docrep/005/ac911e/ac911e05.htm>)

Region	1964 - 1966	1974 - 1976	1984 - 1986	1997 - 1999	2015	2030
World	2358	2435	2655	2803	2940	3050
Developing countries	2054	2152	2450	2681	2850	2980
Near East and North Africa	2290	2591	2953	3006	3090	3170
Sub-Saharan Africa ^a	2058	2079	2057	2195	2360	2540
Latin America and the Caribbean	2393	2546	2689	2824	2980	3140
East Asia	1957	2105	2559	2921	3060	3190
South Asia	2017	1986	2205	2403	2700	2900
Industrialized countries	2947	3065	3206	3380	3440	3500
Transition countries	3222	3385	3379	2906	3060	3180

Requerimiento Alimenticio (Contd.)

- El consumo de alimentos ha cambiado significativamente en los últimos 100 años, como se muestra en la Figura 1.12.
- En estos días, la gente come más y desperdicia más. Para producir suficientes alimentos para satisfacer los requisitos mundiales de alimentos, se necesita una gran cantidad de agua. Por ejemplo, para producir una tonelada de grano se requieren casi 1,000 m³ de agua.

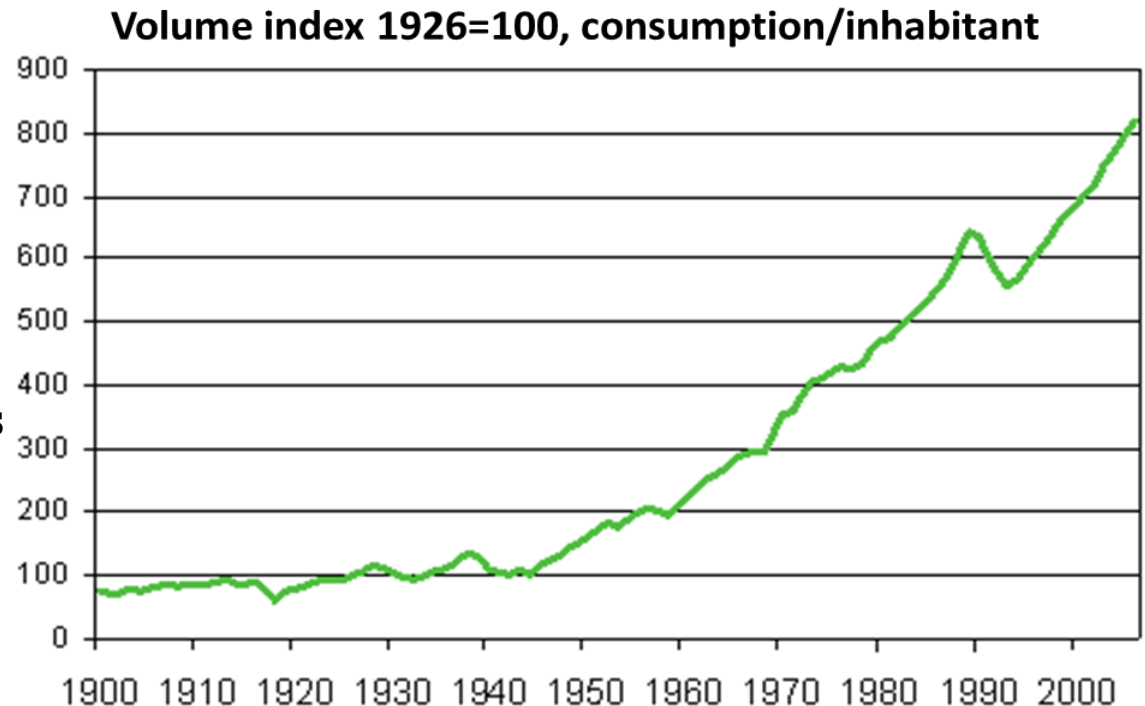


Figura 12 .. Consumo de alimentos en función del tiempo. (after USDA, 2010).

Requerimiento Alimenticio (Contd.)

- Se necesita mucha más agua para producir productos ganaderos, ya que, por ejemplo, se necesitan aproximadamente 15,500 m³ de agua para producir 1 tonelada de carne de res, como se muestra en la Tabla 1.5.

Tabla 5. Requisitos de agua: valores típicos para el volumen de agua requerido para producir alimentos comunes (fuente: www.theguardian.com/news/datablog/2013/jan/10/how-much-water-food-production-waste)

Alimento	Cantidad	Consumo de agua/litros	Alimento	Cantidad	Consumo de agua/litros
Chocolate	1 kg	17,196	Pizza	1 unit	1,239
Carne de vaca	1 kg	15,415	Manzana	1 kg	822
Carne de oveja	1 kg	10,412	Plátano	1 kg	790
Puerco	1 kg	5,988	Papá	1 kg	287
Mantequilla	1 kg	5,553	Leche	250ml	255
Pollo	1 kg	4,325	Col	1 kg	237
Queso	1 kg	3,178	Jitomate	1 kg	214
Aceituna	1 kg	3,025	Huevo	1 ea	196
Arroz	1 kg	2,497	Vino	250ml	109
Algodón	250g	2,495	Cerveza	250ml	74
Pan	1 kg	1,608	Té	250 ml	27

Requerimiento Alimenticio (Contd.)

- Existe una gran variación en la huella hídrica de varios artículos de alimentos y bebidas, como se ilustra en la Figura 1.13.

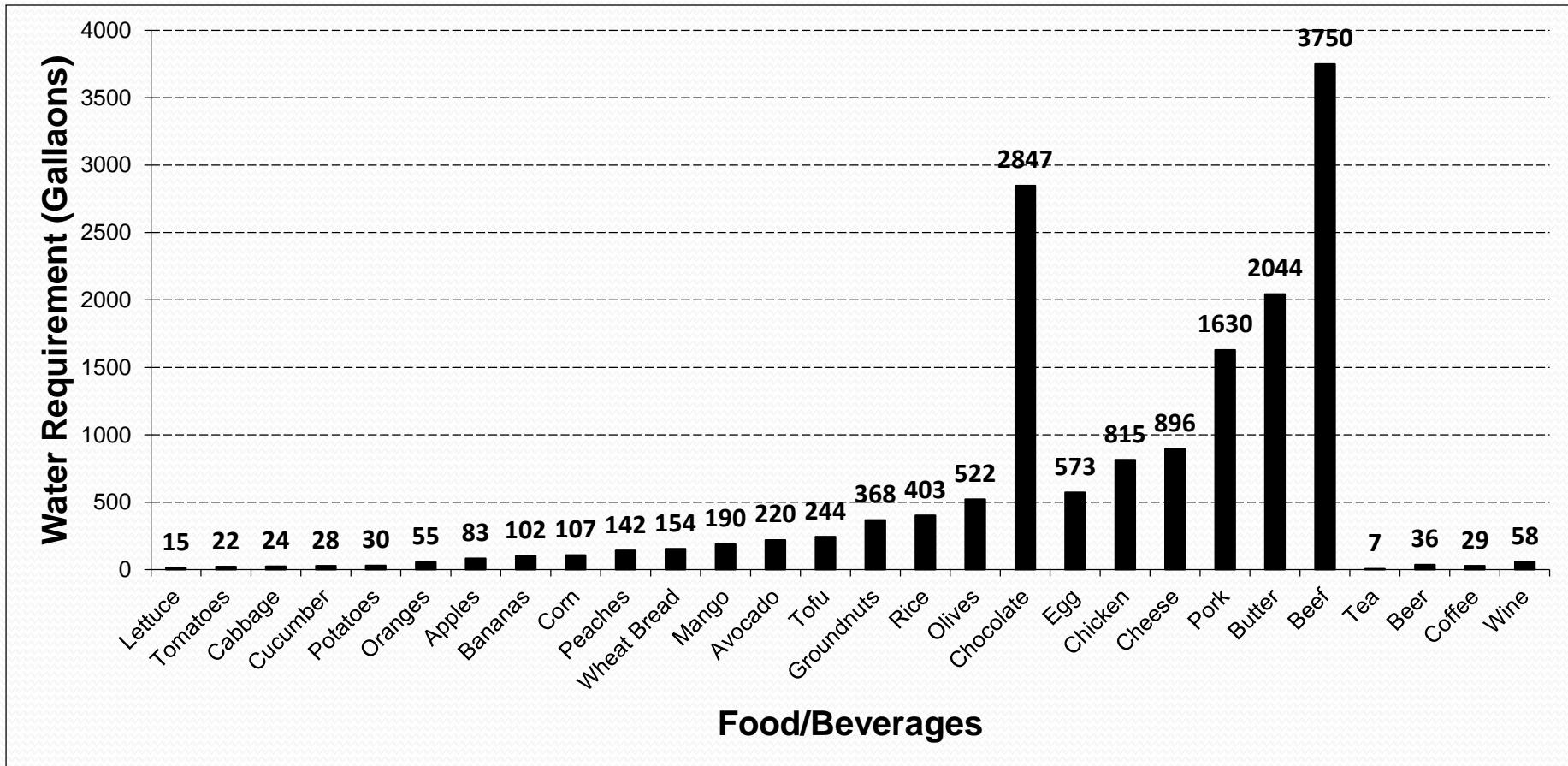


Figura 13. Huella hídrica de varios alimentos / bebidas.

(<http://www.treehugger.com/green-food/from-lettuce-to-beef-whats-the-water-footprint-of-your-food.html>)

Requerimiento Alimenticio (Contd.)

- Casi mil millones de personas, aproximadamente una de cada seis personas en todo el mundo, actualmente no tienen acceso a una alimentación adecuada.
 - Solo en India, casi 195 millones de personas están desnutridas, aproximadamente el 25% de la población mundial desnutrida.
 - China tiene alrededor de 134 millones de personas desnutridas. La desnutrición es causada por la pobreza, las cadenas de suministro inadecuadas, el desperdicio desenfrenado de alimentos y la agricultura deficiente.
- Para garantizar la seguridad alimentaria se requieren buenas prácticas agrícolas y de gestión, avances en riego y tecnología, políticas adecuadas y una fuerte voluntad política (Brabeck-Letmathe y Biswas, 2015: Fuente: <http://bit.ly/1MS2tWW>).

Incrementando el nivel de vida

- La connotación habitual del nivel de vida tiene que ver con la calidad de vida que se mide por una serie de factores, que incluyen ingresos, vivienda, atención médica, educación, calidad ambiental, infraestructura, libertades, etc.
- Ha habido un aumento sustancial en el nivel de vida durante los últimos cincuenta años y esto se ha traducido en un mayor requerimiento de alimentos y fibra.

Incrementando el nivel de vida(Contd.)

- Asociado con este aumento en el nivel de vida en las economías en rápido desarrollo se encuentra un aumento constante en la demanda de productos cárnicos y el consumo de carne.
- En China, el consumo de carne aumentó de 20 kg / capita en 1995 a 50 kg / capita en 2009, aumentando la presión sobre la producción ganadera y las extracciones de agua.

Incrementando el nivel de vida(Contd.)

- El consumo de un estadounidense es mayor que el consumo de ocho haitianos (como se muestra en la Tabla 1.6)
- Tabla 6. Consumo de carne (MC) medido en libras / persona / año (Source: <https://vegetarian.procon.org/view.resource.php?resourceID=004716>)

Rank	Country	MC	Rank	Country	MC
1	Luxembourg	314.6	115	Mali	49.4
2	Hong Kong	295.9	116	Egypt	49.2
3	United States	279.1	117	Sudan	48.5
4	Australia	259.3	118	Bosnia and Herzgovina	47.8
5	Austria	240.5	119	Algeria	47.6
6	Spain	237.9	120	Turkey	46.7
7	Cyprus	230.16	121	Congo	46.3
8	New Zealand	229.3	122	Djibouti	46.1
9	Denmark	222	123	Nicaragua	44.8
10	Ireland	222	124	Syria	43
11	Israel	219.8	125	Azerbaijan	42.8
12	Bahamas	217.8	:	:	:
13	Macao	214.3	:	:	:
14	Canada	212.3	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	137	Haiti	31.1
30	Brazil	178.1	138	Sao Tome and Principe	30.2
31	Greece	174.6	139	Afghanistan	30
32	Antigua and Barbuda	173.7	140	Cameroon	29.8
33	Taiwan	173.5	141	Zambia	29.5
34	Netherlands	171.5	142	Cote d'Ivoire	28.7

Seguridad Nutricional

- La falta de seguridad alimentaria no es la principal ni la única causa de desnutrición o falta de seguridad nutricional.
- Muchos países en desarrollo producen suficientes alimentos para combatir el hambre, pero una proporción significativa de su población sufre la falta de seguridad nutricional que abarca la desnutrición y la obesidad.
- Esto puede deberse en parte a la falta de comprensión de la seguridad nutricional, la dominación masculina que resulta en discriminación de género, tabúes sociales, falta de educación sanitaria adecuada, corrupción y orgullo nacional.

Seguridad Nutricional (Cont.)

- Casi 3,1 millones de niños menores de cinco años mueren cada año debido a la desnutrición, lo que representa aproximadamente el 45% de la mortalidad infantil.
- Alrededor de dos tercios de las personas desnutridas del mundo viven en Asia y aproximadamente una de cada cuatro personas que viven en África subsahariana está desnutrida.

Seguridad Nutricional (Cont.)

- La prevalencia de desnutrición es más alta en África (como se muestra en la Figura 14.).

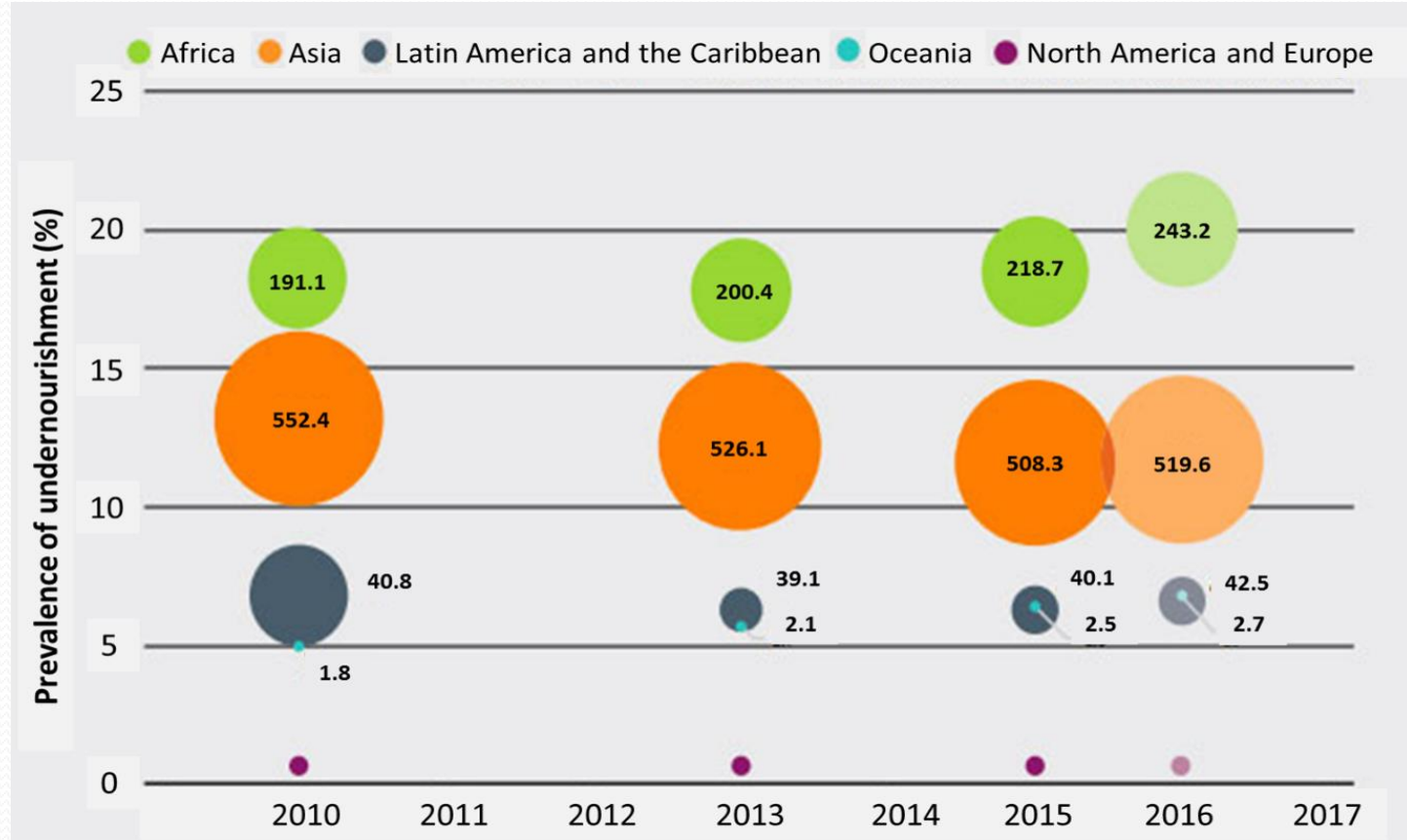


Figura 1.14 El número absoluto de personas desnutridas (Source: FAO, The State of Food Security and Nutrition in the World, 2017 p. 7)

Desarrollo de riego en todo el mundo

- Actualmente, alrededor del 20% de la tierra cultivada total del mundo se riega y esta tierra regada produce alrededor del 40% de los alimentos y la fibra.

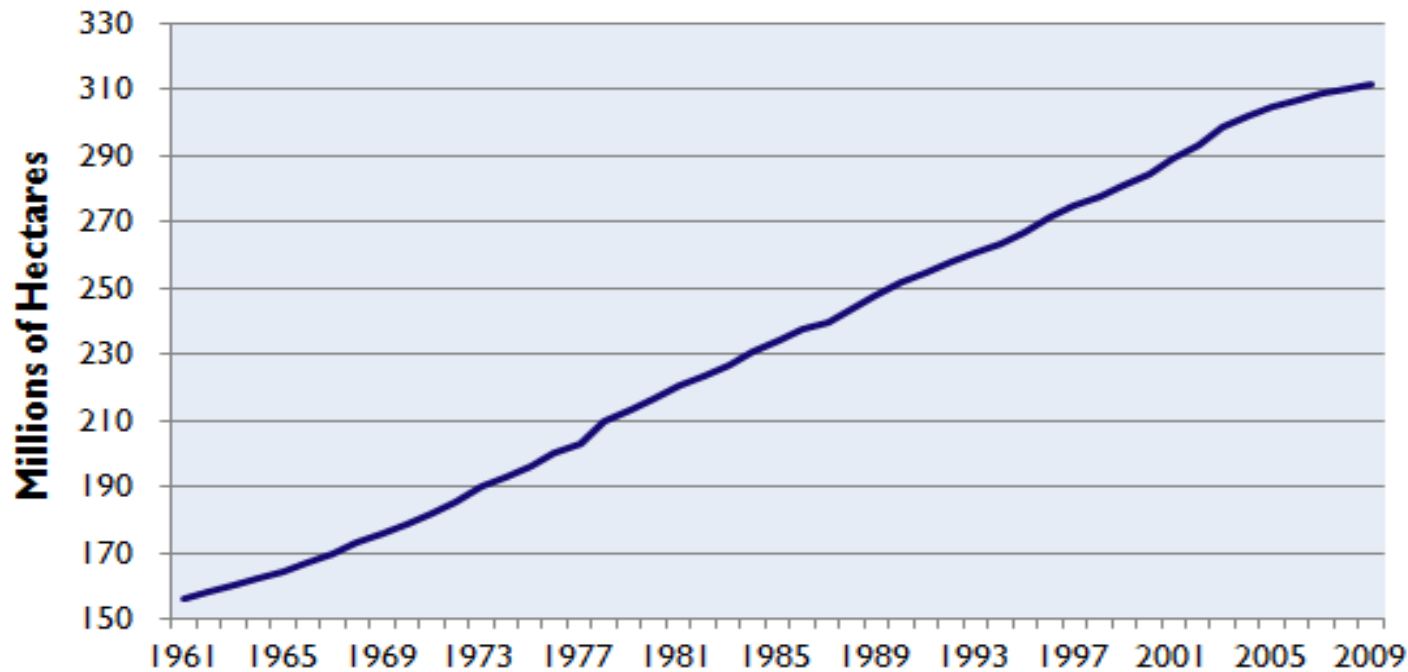


Figura 15. Aumento de la tierra regada durante el siglo XX. (from FAO, 2009)

Desarrollo de riego en todo el mundo(Cont.)

- La Figura 1.16 muestra los 20 países mejor clasificados en el total de tierras de regadío (km²).

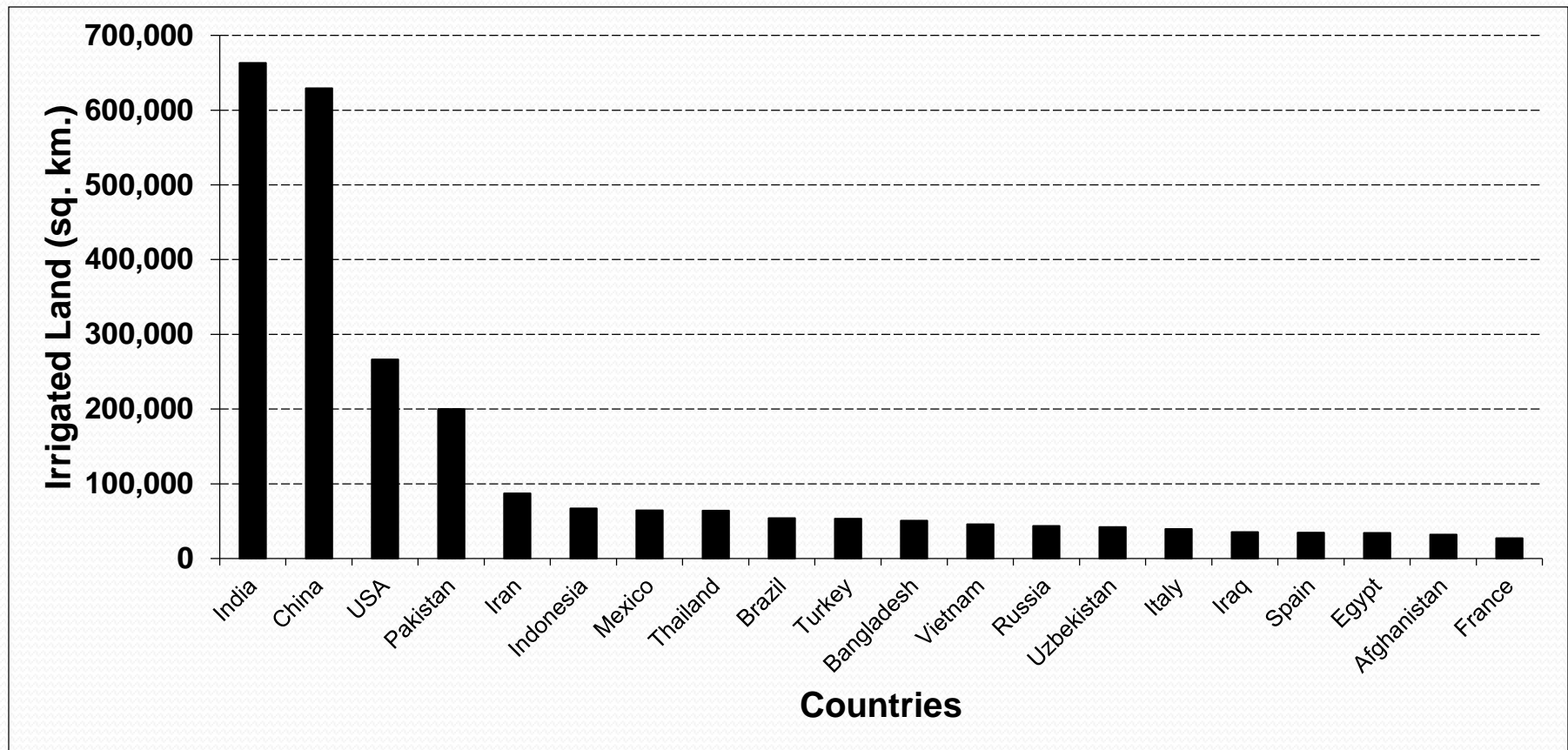


Figura 16. Las 20 principales naciones con tierra de riego máxima (km²)
(<http://world.bymap.org/IrrigatedLand.html>)

Riego en los Estados Unidos

- Aunque el riego en el suroeste existió alrededor del año 100 a. C., la expansión del riego ocurrió junto con el asentamiento de West, pero gran parte de la expansión se produjo en el siglo XX con el apoyo del gobierno federal.
- La tierra irrigada aumentó de un millón de hectáreas en la década de 1880 a 8 millones de hectáreas a mediados del siglo XX, principalmente en el suroeste, los estados montañosos y el noroeste del Pacífico (Departamento de Comercio de los Estados Unidos, 1983).
- En la segunda mitad del siglo XX, el riego se expandió a las Grandes Llanuras del sur, las Grandes Llanuras centrales y los estados del sudeste, en gran parte provocados por el desarrollo de tecnologías de riego, como los aspersores.

Riego en los Estados Unidos (Contd.)

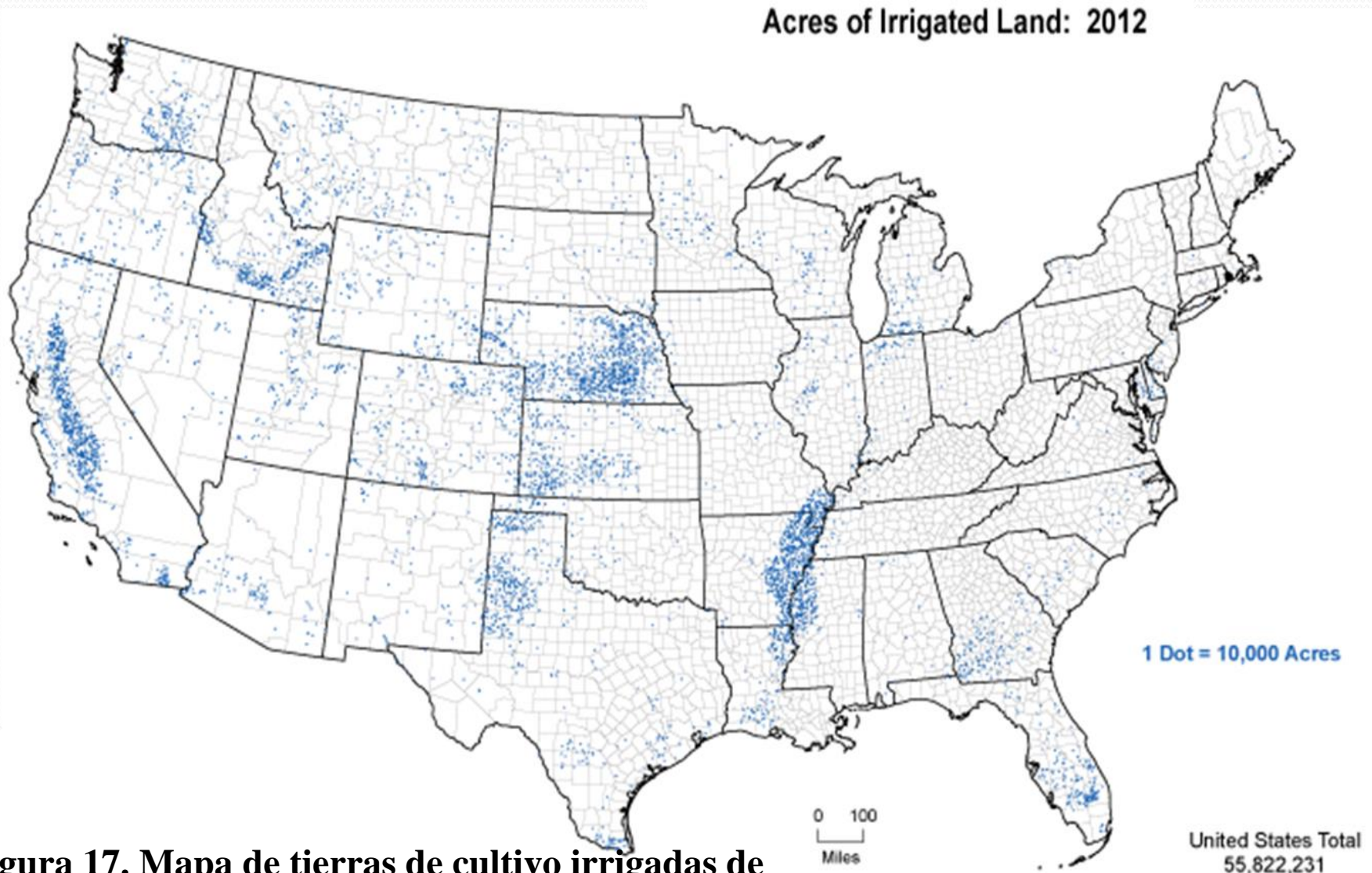


Figura 17. Mapa de tierras de cultivo irrigadas de Estados Unidos(after USDA, 2013)

Práctica de riego en los Estados Unidos

- Al principio, el agua se desviaba de los arroyos mediante zanjas excavadas a mano. También se extrajo agua de pozos abiertos excavados.
- Se construyeron depósitos de agua y sistemas de canales.
- Se desarrollaron pozos tubulares. Luego vinieron los rociadores y los sistemas de microirrigación.
- En la segunda mitad del siglo XX, la tecnología de rociadores junto con tubos de aluminio y PVC de bajo costo se hizo popular.
- **Ahora en muchas áreas se riega más tierras de cultivo con rociadores que con métodos de riego de superficie.**

Práctica de riego en los Estados Unidos(2)

- Al principio, el agua se desviaba de los arroyos mediante zanjas excavadas a mano. También se extrajo agua de pozos abiertos excavados.
- Se construyeron depósitos de agua y sistemas de canales.
- Se desarrollaron pozos tubulares. Luego vinieron los rociadores y los sistemas de microirrigación.
- En la segunda mitad del siglo XX, la tecnología de rociadores junto con tubos de aluminio y PVC de bajo costo se hizo popular.
- **Ahora en muchas áreas se riega más tierras de cultivo con rociadores que con métodos de riego de superficie.**

Práctica de riego en los Estados Unidos(Cont.)

Table 1.7 Cropland irrigated by various methods in the United States: Comparison of irrigation methods in the U.S. in 2013 (adapted from 2012 Census of Agriculture, USDA-NASS, 2014).

Irrigation Method	Irrigated Area (acre)	% of Total
Gravity systems		
Furrow	10,485,453	
Border/basin	8,487,054	
Uncontrolled flooding	1,801,259	
Other	730,918	
U.S. total, gravity systems	21,504,684	35.08
Sprinkler systems		
Center pivot, pressures above 60 psi	1,172,234	
Center pivot, pressures 30 to 59 psi	13,396,454	
Center pivot, pressures below 30psi	12,770,489	
Linear move tower sprinklers (low pressure,<30psi)	257,237	
Linear move tower sprinklers (low pressure,>30psi)	368,329	
Solid set and permanent sprinklers (low pressure,<30psi)	341,288	
Solid set and permanent sprinklers (low pressure,>30psi)	1,145,451	
Side roll, wheel move, or other		
Traveler or big gun		558,308
Hand move		820,806
Other sprinkler systems		1,664,496
U.S. total, sprinkler systems		34,894,109
		56.9
Microirrigation systems		
Surface drip		2,583,201
Subsurface drip		768,901
Microsprinklers		1,269,483
Other micro sprinklers		270,327
U.S. total, microirrigation systems		4,889,912
		8.02
Total U.S. irrigation[a]		61,288,705

^[a]The U.S. total irrigated area is larger than the 21.3 million ha quoted previously because more than one irrigation method may be used on some lands.

Una descripción general del sistema de riego

- Para la agricultura, casi siempre se requiere riego y, por lo tanto, los sistemas de riego se planifican, diseñan, construyen, operan y administran.

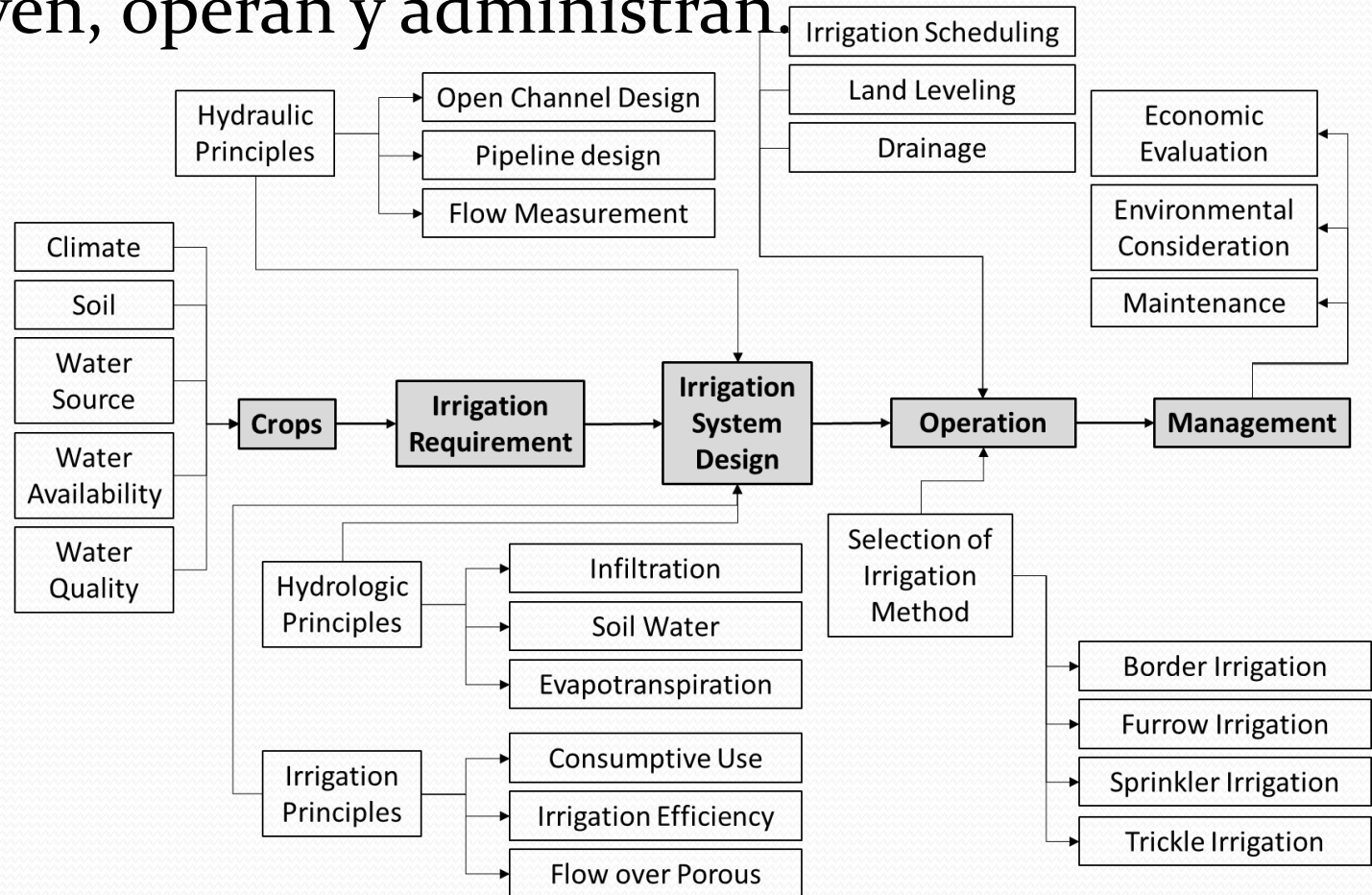


Figura 1.5 Una visión general de la planificación, diseño, operación y mantenimiento de un sistema de riego.

Consideraciones para el manejo del riego

- La primera consideración es la selección de cultivos. Sin embargo, antes de seleccionar cultivos para el cultivo en una tierra, es importante saber primero cinco cosas, que incluyen el clima, el suelo, la fuente y la disponibilidad de agua y energía, la calidad del agua y los tipos de cultivos.
- La segunda consideración incluye los principios de la hidráulica que son necesarios para llevar el agua desde su fuente al campo. El agua se transporta por canales abiertos o tuberías y, a menudo, es necesario levantarla con bombas.

Consideraciones para el manejo del riego (Contd.)

- La tercera consideración comprende los principios hidrológicos necesarios para la aplicación de agua. Una vez que el agua se aplica a la tierra, tiene cuatro formas de ir: verticalmente hacia abajo (infiltración), almacenamiento temporal en los espacios porosos del suelo (agua del suelo), movimiento horizontal (drenaje) y verticalmente hacia arriba (evapotranspiración) combinando evaporación y transpiración. .
- La cuarta consideración se compone de principios de riego, que incluyen el uso consuntivo, la eficiencia del riego y las ecuaciones que rigen el flujo sobre lechos porosos.

Consideraciones para el manejo del riego (Contd.)

- La quinta consideración incluye métodos de riego, que incluyen borde, surco, rociadores y goteo.
- La sexta consideración implica la operación y gestión de los sistemas de riego, incluida la programación del riego, el drenaje, la nivelación del terreno, las consideraciones ambientales, la evaluación económica y el mantenimiento.

Impacto del calentamiento global y el cambio climático

- Ahora se acepta que el mundo se está calentando y el clima está cambiando y continuará cambiando en el futuro previsible.
- Desde el punto de vista agrícola, el aumento de la temperatura se traduce en una mayor evaporación y evapotranspiración y cambios en los patrones de precipitación y patrones de cultivo.
- **Las estaciones de cultivo también pueden cambiar.**
- **El ciclo hidrológico puede estar experimentando un cambio.**
- **Los extremos hidrológicos, como las sequías y las inundaciones, ocurrirán con mayor frecuencia.**
- Esto supondrá un desafío para la agricultura, el riego agrícola y la operación y gestión de los sistemas de riego.

Preocupaciones ambientales

- La agricultura de regadío tiene impactos **positivos** y **negativos** en el medio ambiente.
- (+) aumentar los humedales que sirven para una variedad de propósitos útiles, como refugio para aves migratorias y no migratorias, vida silvestre, recreación, reducción de la contaminación y recarga de aguas subterráneas.
- (-) la salinización del suelo, la tala de agua, la disminución de la capa freática, la pérdida de hábitats acuáticos y ribereños, la disminución de las especies nativas, el aumento de la contaminación, la disminución del desove de los peces, etc. pueden ser causados por el riego.

Preocupaciones ambientales(Contd.)

- Desastre del Mar de Aral en Asia Central
- En la década de 1960, la Unión Soviética expandió la producción de algodón regado que desvió tanta agua para el riego que las entradas al Mar de Aral prácticamente cesaron, lo que condujo al colapso del mar.
- Resultados en la extinción de animales y peces.

Mar de Aral (NASA, 1998)



**Río Amudaz (Amu Darya),
100 miles away from the Aral Sea**



Futuro del riego

- La población seguirá creciendo, el nivel de vida también aumentará → la demanda de alimentos aumentará
- La producción puede aumentarse desarrollando variedades de mayor rendimiento, aumentando la agricultura de regadío y mejorando la tecnología de riego.
- En el futuro, aumentará la presión sobre los recursos hídricos disponibles.
- → una disminución en la cantidad de agua disponible ahora para la agricultura.

Futuro del riego(Contd.)

- Para una productividad agrícola sostenida, la tecnología de riego tendrá que ser más eficiente y mejor administrada y deberá competir con estos otros sectores.
- El agua asignada para riego tendrá que estar justificada y puede implicar la fijación de precios del agua.

GRACIAS

Surface Irrigation Modeling

Professor Vijay P. Singh, Ph.D., D.Sc., P.E., P.H., Hon.D.WRE

Distinguished Professor

Regents Professor

Caroline & William N. Lehrer Distinguished Chair in Water Engineering

Honorary Professor , Beijing Normal University, Beijing, China

Honorary Professor, Sichuan University, Chengdu, China

Distinguished Visiting Professor, Indian Institute of Technology Roorkee,

India

Department of Biological and Agricultural Engineering &

Zachry Department of Civil Engineering

Surface Irrigation

- Surface irrigation is the oldest and most commonly used irrigation method in the world.
- Over 90% of the irrigated land in the world, which is about 16% of the total cultivable land, is irrigated by surface irrigation.
- In the United States, about 40% of the irrigated land is irrigated by surface irrigation.

Surface Irrigation

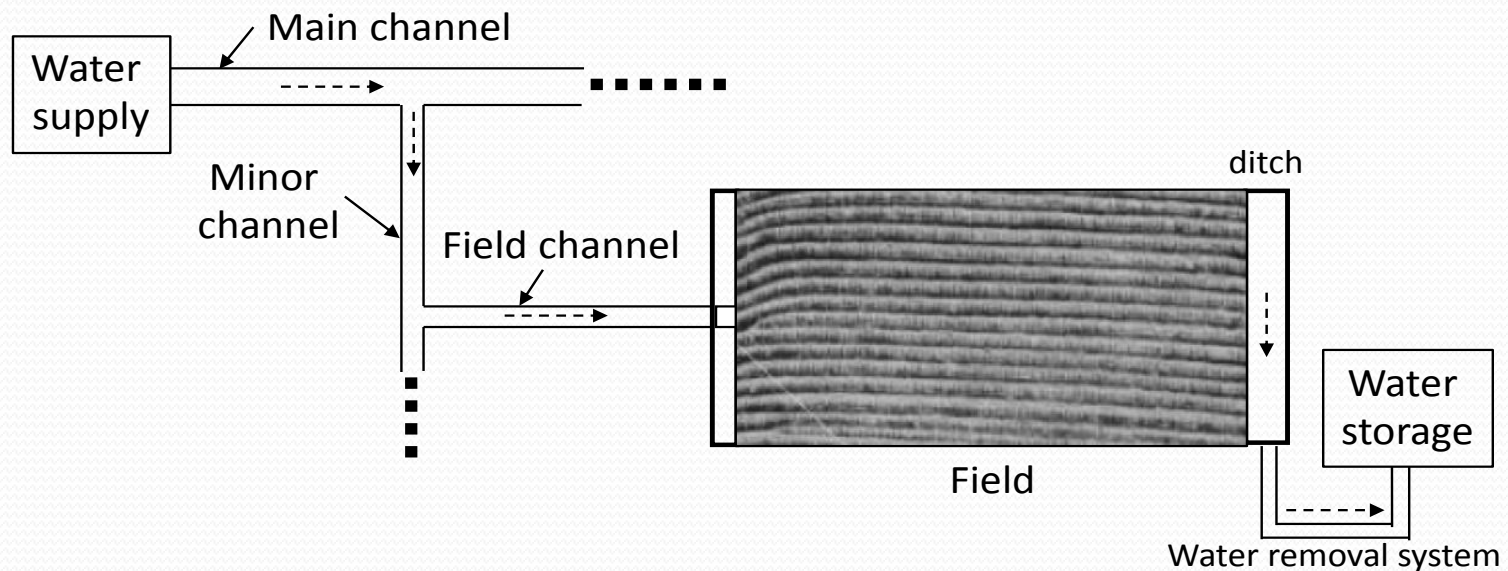
- Advantages of Surface Irrigation
 - Low expenditure in energy
 - Minimum capital investment
 - Simple equipment
- Disadvantages of surface irrigation
 - Large labor input
 - Large stream size
 - Land leveling
 - Low efficiency

Surface Irrigation

- Methods of surface irrigation
 - Border irrigation
 - Basin irrigation
 - Water spreading
 - Furrow irrigation
 - Contour ditch irrigation

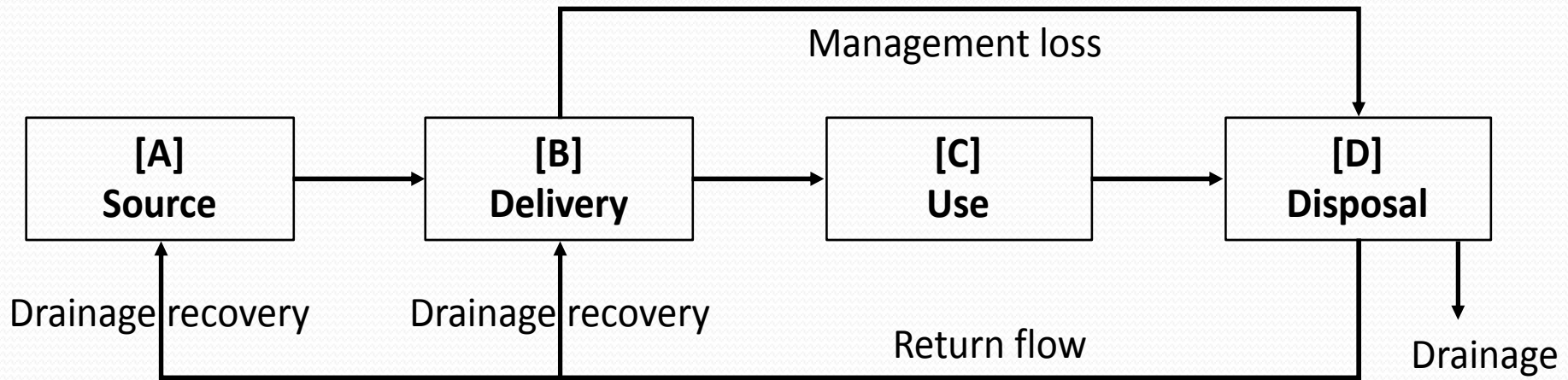
Irrigation: Physical System

- The physical system is comprised of four sub-systems; (1) water supply sub-system, (2) water delivery sub-system, (3) water use sub-system, and (4) water removal and recycle sub-system.
- The system may also have measuring devices and turnouts.



Components of a typical irrigation system

Physical System (Contd.)

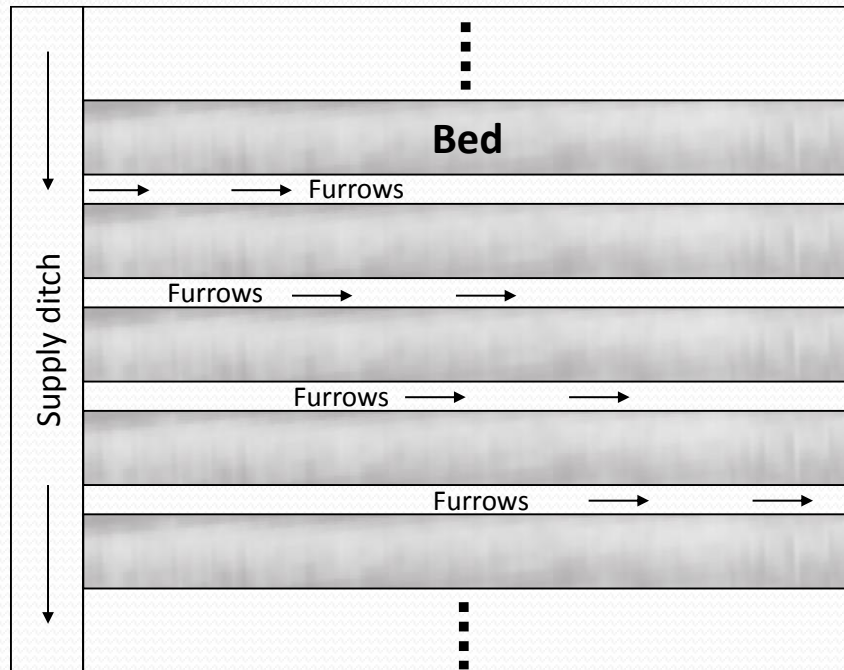


- [A] Storage dam, Open wells
- [B] Primary canals, Distributed storage
- [C] Farm ponds, Irrigated field
- [D] Primary drains, Evaporation ponds

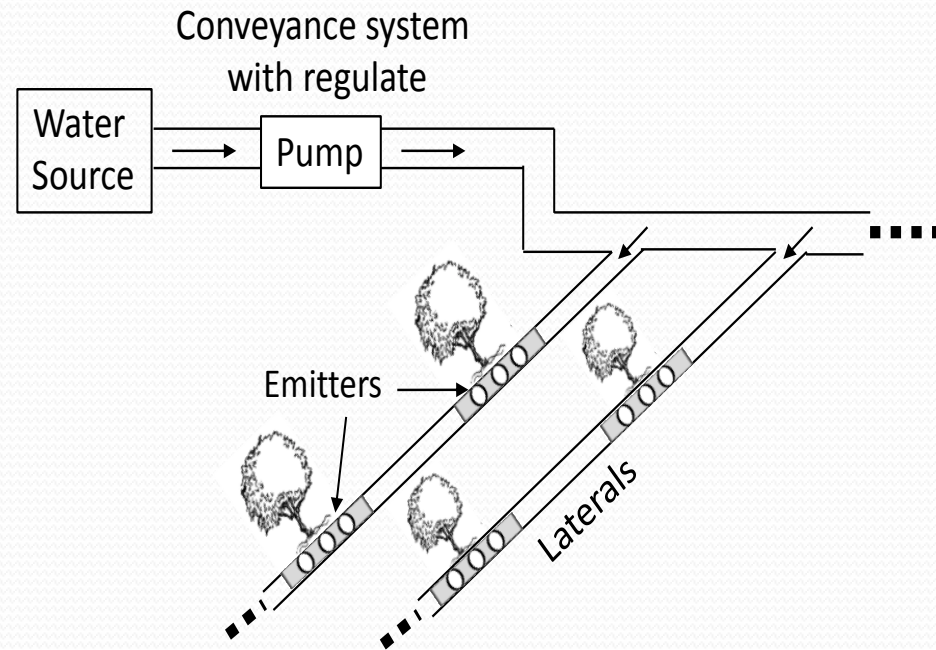
Different subsystems and their interconnections

Irrigation methods

- There are four basic methods of water application for irrigation: (1) surface, (2) sprinkler, (3) trickle, and (4) below-surface.



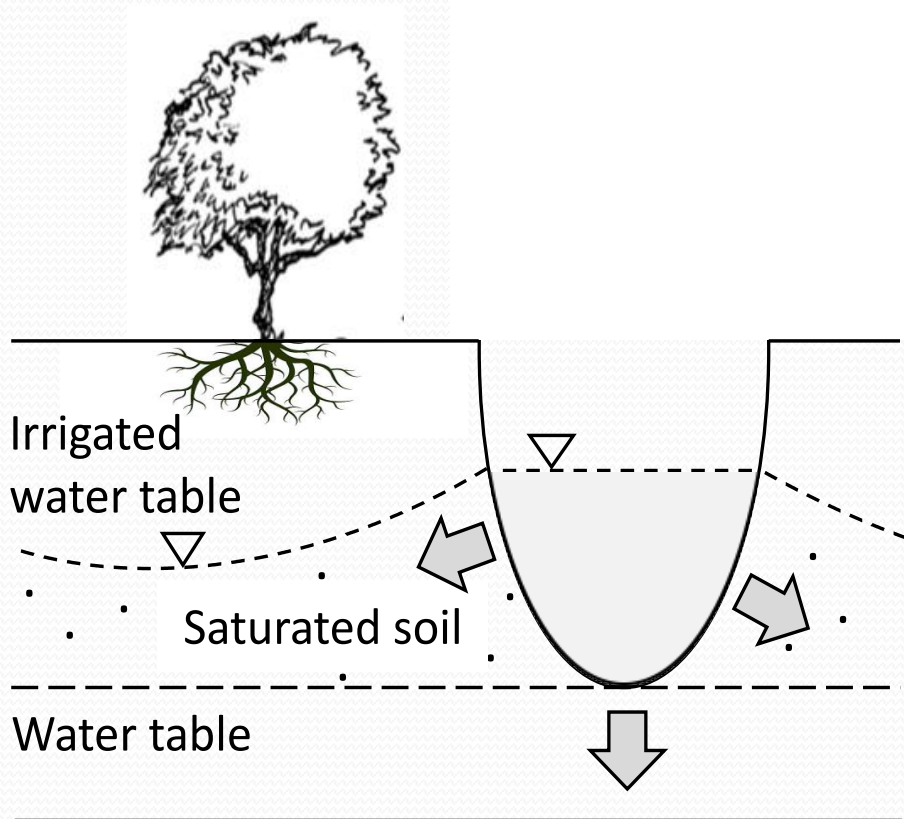
Furrow irrigation



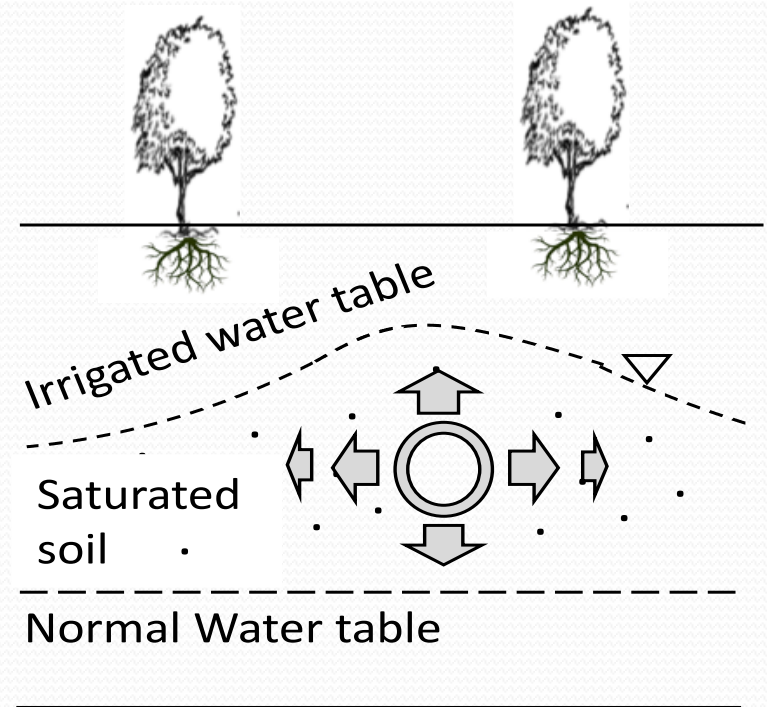
Trickle method of irrigation>

Irrigation methods (Contd.)

- The sub-irrigation method supplies water to the rootzone by artificially regulating the groundwater table elevation.



Sub-irrigation by open-ditch method



Sub-irrigation by underground perforated pipe method

Surface Irrigation Methods

- Some irrigation methods can be classified based on land slope, because some methods are designed for level land and some for land with some slope.
- (1) Level System: This type of system is very popular in developing countries like India where land holdings are very small
- (2) Graded System: Graded systems can be classified as graded border, contour ditch, graded furrow, corrugation, and contour furrow.

Choice of an Irrigation Method

- **1. Natural Factors (climate, soil texture, water capacity, slope)**
- **2. Crop type (water tolerance)**
- **3. Type of Technology (equipment, maintenance)**
- **4. Irrigation Practice (tradition of irrigation, farmer's decision)**
- **5. Labor (technical knowhow)**
- **6. Cost and Benefit (labor cost, operational cost)**
- **7. Selection of a Surface Irrigation Method (type of system, shape of field)**

Surface Irrigation Decision Variables

- Objective:
 - Apply the required irrigation depth to replenish the soil moisture depletion in the crop root zone uniformly throughout the field while minimizing the loss of water due to deep percolation and runoff.
 - It is very difficult to uniformly apply water with high application efficiency, because a number of factors (parameters and variables) affect the performance of surface irrigation.
- Irrigation parameters
 - Factors that do not change during the irrigation event as well as during the season.
- Irrigation variables
 - They can change during an irrigation event and also in the season.

Surface Irrigation Decision Variables

- The factors and variables can be grouped into three broad categories:
 - Field geometry
 - Field conditions
 - Management variables
- (1) Field geometry
 - It can be defined by length, width, slope, and shape of furrow
 - It is often fixed, which limits the length of furrows, basin or borders
 - In some cases the length can be considered as a design variable
 - The width of basin and borders is often dictated by the machinery width
 - Furrow spacing depends on agronomic considerations and furrow shape depends on the available farm equipment and local practices.

Surface Irrigation Decision Variables

- (2) Field conditions
 - Flow resistance is generally considered using Manning's roughness coefficient (n).
 - The roughness characteristics vary not only in space but also vary during the season.
 - Roughness is influenced by the growth of vegetation, surface sealing, tillage operation, and flow geometry.
 - For design of furrow irrigation, an n value of 0.04 is generally used.

Table 1. Recommended Manning's 'n' values for design of surface irrigation systems (from Jurriens et al. 2001)

<i>n</i> value	Field conditions	Irrigation Methods
0.04	Smooth, bare soil surface; row crops	Furrow, basin and border
0.10	Drilled, small-grain crops, drill rows in flow direction	Corrugation, basin and border
0.15	Alfalfa, mint, broadcast small grains	Basin and border
0.20	Dense alfalfa or alfalfa on long fields without secondary ditches	Basin and border
0.25	Dense sod crops and small grains, drilled perpendicular to flow direction	Basin and border

Surface Irrigation Decision Variables

- Infiltration controls advance, infiltration, runoff and recession and thus affects the performance of surface irrigation and is a basic design variable
- Irrigation systems should be designed with field representative infiltration characteristics
- Several infiltration equations have been developed like:
- The Kostiakov equation:

$$Z = k\tau^a \quad (1)$$

- The modified Kostiakov (Kostiakov-Lewis) equation:

$$Z = k\tau^a + f_c\tau \quad (2)$$

where Z = cumulative infiltration volume ($\text{m}^3/\text{unit area}$)

k = parameter (m/min^a)

a = fitted parameters, τ is the intake opportunity time (min)

f_c = basic infiltration rate (m/min).

- Table 2. Kostiakov-Lewis infiltration parameters as a function of NRCS Soil Intake Number for first and later irrigations (from Walker, 2003; SIRMOD-III Manual) {Full table given in the notes}

NRCS Intake No	Soil Type	k (m ³ /min ^a)		a		f_c (m ³ /m/m/min)	
		First Irrigation	Later Irrigations	First Irrigation	Later Irrigations	First Irrigation	Later Irrigations
.01	Heavy Clay	.0044	.0044	.200	.200	.000011	.000011
.05	Clay	.0043	.0043	.258	.258	.000022	.000022
.10	Clay	.0038	.0038	.317	.316	.000035	.000035
.15	Light clay	.0036	.0036	.257	.255	.000046	.000046
.20	Clay Loam	.0035	.0034	.388	.385	.000057	.000057
.25	Clay Loam	.0034	.0033	.415	.411	.000068	.000067

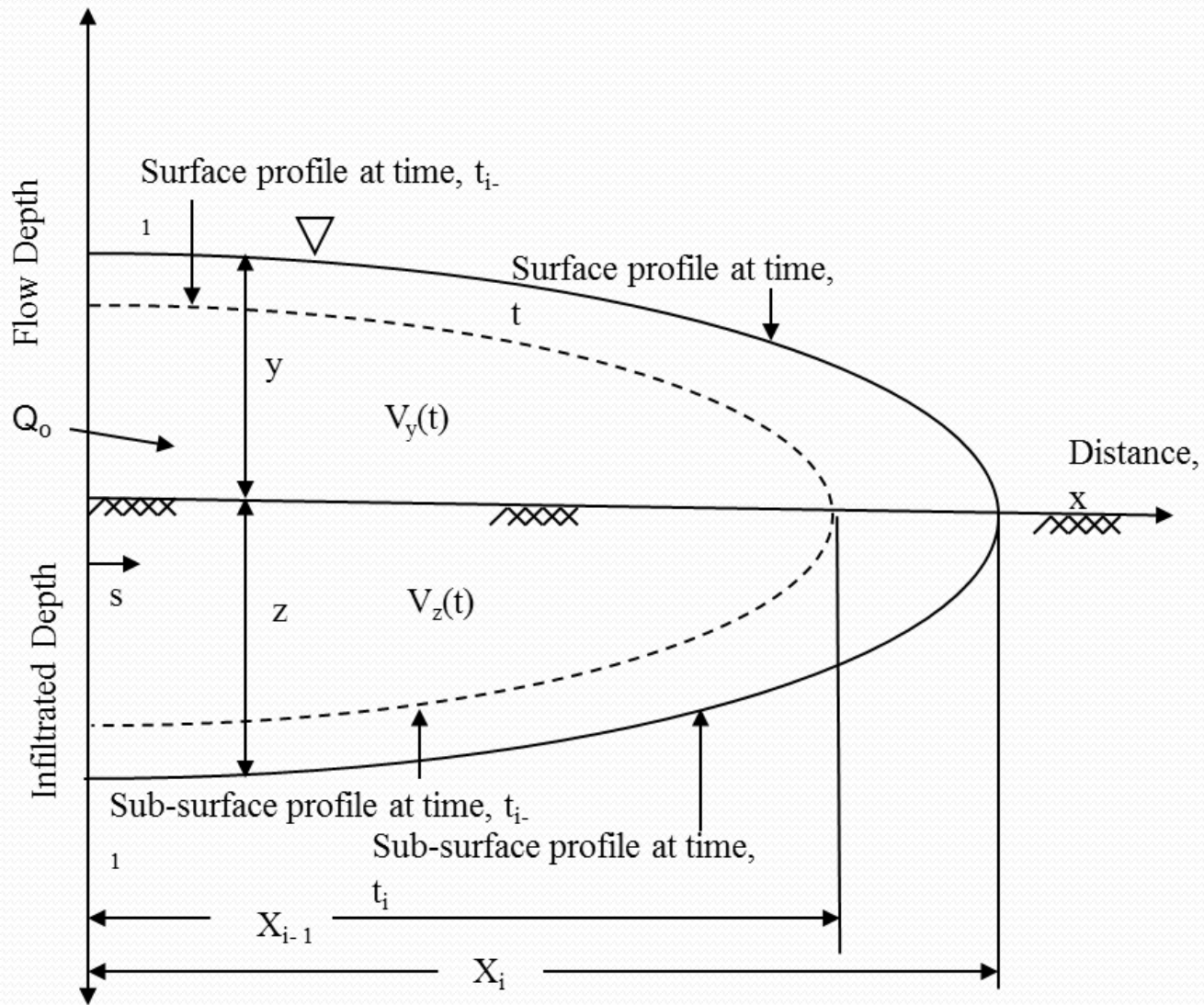
Surface Irrigation Decision Variables

- (3) Management variables
 - These include inflow rate, cutoff time, and required irrigation depth.
 - The required irrigation depth can be determined using irrigation scheduling.
 - The main task is to irrigate the field by choosing a suitable combination of the inflow rate and cutoff time to obtain better irrigation performance within the existing constraints.
 - Among all irrigation variables the inflow rate and time of cutoff offer the most flexibility to a decision maker.
 - This flexibility in inflow rate and cutoff time is related with the delivery system

Hydraulics of Surface Irrigation

- During surface irrigation, the hydraulics of flow changes with time and space.
- Different flow regimes develop at different times and spaces. However, the dominating flow regime that prevails over a majority of time can be characterized by gradually varied unsteady free surface flow.
- A typical change in water surface profile over a small time interval during the water advance.
- The flow is unsteady, because the flow rate and depth at each point increase with time due to the time-dependent intake characteristics of soil and it is non-uniform, because both flow rate and depth decrease gradually down the field.

Hydraulics of Surface Irrigation



Surface and sub-surface profiles at a small time increment during irrigation.

Hydraulics of Surface Irrigation (Contd.)

- The flow of water over the soil surface during surface irrigation can be characterized by St. Venant equations of continuity and momentum equations:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} + I = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial y}{\partial x} = g(S_0 - S_f) + \frac{VI}{2A} \quad (4)$$

where Q = flow rate (L^3/T or L^2/T in border irrigation)

A = cross-sectional area of flow (L^2)

I = volume rate of infiltration per unit length of the channel or border (L/T),

V = average velocity in the flow cross-section (L/T)

g = gravitational acceleration (or ratio of weight to mass), (L/T^2),

Hydraulics of Surface Irrigation (Contd.)

y = flow depth (L)

S_o = channel bottom slope

S_f = channel friction slope

x = distance in the direction of flow (L)

t = time (T)

$g\partial y / \partial x$ = unbalanced hydrostatic pressure force on the surface water,

S_o = component of the gravitational force in the direction of flow

S_f = slope of the energy grade line or hydraulic drag

$V\partial V / \partial x$ = local acceleration (a measure of unsteadiness),

$V\partial V / \partial x$ = convective acceleration (a measure of non-uniformity)

$(VI)/(2A)$ = net acceleration stemming from the removal of zero-velocity components of the surface stream at the bed by infiltration.

Hydraulics of Surface Irrigation (Contd.)

- Equations (3) and (4) are based on the following assumptions:
 - The fluid is incompressible; i.e., the density of water is constant
 - The flow is one-dimensional
 - Pressure is hydrostatic
 - The streamline curvature is small
 - The bottom slope of the channel is small.

Hydraulic Surface Irrigation Models

- A number of surface irrigation models have been developed based on simplified forms of the St. Venant equations like
 - Zero-inertia
 - Kinematic-wave

- Zero-inertia

- It neglects the inertial and acceleration terms in equation (4):

$$\frac{\partial y}{\partial x} = S_0 - S_f \quad (5)$$

- Because flow velocities during most surface irrigations are low and hence accelerations are small and can be neglected.
 - Surface irrigation models based on equations (3) and (5) are called zero-inertia models.
 - The zero-inertia models have been found to yield results as accurate as full hydrodynamic models.

Hydraulic Surface Irrigation Models (Contd.)

- Kinematic-wave
 - It is obtained by neglecting the water depth gradient term in equation (5) that reduces the momentum equation to:

$$S_0 = S_f \quad (6)$$

- This simplification is reasonable if the bottom slope is sufficiently steep.
- Equations (3) and (6) constitute the basis of kinematic wave models.
- Equation (6) can be expressed as a relationship between depth and discharge, such as Manning's or Chezy's equation.
- The kinematic wave models have limited application to sloping and free draining conditions.
- kinematic wave solutions may not be suitable for borders with zero or small slope or blocked borders. kinematic-wave models accurately simulate surface irrigation processes for steep slopes.

Hydraulic Surface Irrigation Models

- The volume balance equation for any time (t) can be expressed as:

$$Q_0 t = V_y(t) + V_z(t) \quad t < T_a \quad (7)$$

where Q_0 = steady inflow rate (m^3/min)

t = time since the beginning of irrigation (min)

T_a = advance time (min)

V_y = volume of surface storage at time t (m^3)

V_z = volume of infiltrated water at time t (m^3).

Volume Balance Irrigation Models

- The volume of surface storage at any time t over the advance distance can be determined by integrating the flow area as:

$$V_y(t) = \int_0^x A(s,t) ds = \bar{A} x = \sigma_y A_0 x \quad (8)$$

where A = cross-sectional⁰ area of flow;

\bar{A} = is the average flow cross-sectional area; σ_y is the surface shape factor (varying between 0.70 and 0.80, but often taken as 0.77)

s = variable of integration

A_0 = inlet area related to the normal depth corresponding to the inflow rate, roughness, field slope and hydraulic radius at the field inlet

- A_0 can be expressed as:
$$A_0 = \left(\frac{Q_0^2 n^2}{3600 \rho_1 S_0} \right)^{1/\rho_2} \quad (9)$$

Volume Balance Irrigation Models (Contd.)

where Q_o = inflow rate ($\text{m}^3/\text{min}/\text{unit width}$)

n = Manning's roughness coefficient

S_o = field slope

ρ_1 and ρ_2 = the empirical shape factors

- If there exists a level slope condition (e.g., basin), the friction slope in Manning's equation is assumed to equal the inlet flow depth (y_o) divided by the advance front distance (x)
- Then equation (9) becomes:
$$A_o = y_o = \left(\frac{Q_o^2 n^2 x}{3600} \right)^{0.24} \quad (10)$$
- The surface area varies from A_o at the field inlet to zero at the advancing tip.

Volume Balance Irrigation Models (Contd.)

- The volume balance approach neglects the space-time variation of A and assumes a constant average area.
- The infiltrated volume over the advance distance at any time t can be determined as follows:

$$V_z(t) = \int_0^x Z(s,t) ds = \int_0^x Z(t-t_s) ds = \sigma_z Z_0 x \quad (11)$$

where Z = infiltrated volume per unit area

$t - t_s$ = intake opportunity time

t_s = time when water front reaches the distance, s

Z_0 = infiltrated volume per unit area at the field inlet

σ_z = sub-surface shape factor (the ratio of infiltrated volume over the distance s to infiltrated volume at the field inlet)

- It is assumed that $Z(s, t)$ is not a function of water surface depth but is dependent on intake opportunity time.

Volume Balance Irrigation Models (Contd.)

- Substituting the volume of surface storage [equation (8)] and the volume of infiltration [equation (11)] terms into equation (7), one obtains the Lewis-Milne (1938) volume balance equation:

$$Q_0 t = \bar{A} x + \int_0^x Z(t-t_s) ds = \sigma_y A_0 x + \sigma_z Z_0 x \quad (12)$$

Power Advance Volume Balance Model

- The solution techniques used for solving equation (12) can be grouped into four categories:
 - Numerical or recursive approach
 - Kernel function approach
 - Laplace transformation
 - Power advance approach
- The integral term in equation (12) is a distance integral of a time dependent function
- Power advance approach
 - It assumes the following functional relationship between the advance rate and time:
$$X = p t_x^r \tag{13}$$

Power Advance Volume Balance Model (Contd.)

in which X = advance distance for the basin, border or furrow (m),
 t_x = advance time to distance x since the beginning of irrigation
(min)

p and r = fitted parameters.

- Using the power advance given by equation (13) along with the modified Kostiakov infiltration equation [equation (12)]:

$$Q_0 t_x = \sigma_y A_0 X + \sigma_z X k t_x^a + \sigma'_z f_c t_x X \quad (14)$$

in which Q_0 = inflow rate (m³/min),

A_0 = cross-sectional area of flow at the inlet (m²)

X = advance distance (m)

t_x = advance time to distance x since beginning of irrigation (min)

k and a = coefficients of the modified Kostiakov equation

Power Advance Volume Balance Model (Contd.)

f_c = basic infiltration rate ($\text{m}^3/\text{m}/\text{min}$)

p and r = empirical parameters of the advance curve

σ_y = surface storage factor

- σ'_z can be defined as:
$$\sigma_z = \frac{a+r(1-a)+1}{(1+a)(1+r)} \quad (15)$$

$$\sigma'_z = \frac{1}{1+r} \quad (16)$$

- Equation (14) can be used to either determine the modified Kostiakov infiltration parameters using the advance distance and time information at two points along the field or advance to the end of the field knowing infiltration parameters
- This method is also known as “two-point method.”

Evaluation of Infiltration Parameters

- The two points most often correspond to the half of the field length ($L/2$) and the field length (L).
- By substituting these pairs in equation (14) one can obtain two volume balance equations corresponding to a half field length and full field length:

$$Q_0 t_{L/2} = \sigma_y A_0 \frac{L}{2} + \sigma_z k t_{L/2}^a \frac{L}{2} + \sigma'_z \frac{f_0 t_{L/2} L}{2} \quad (17)$$

$$Q_0 t_L = \sigma_y A_0 L + \sigma_z k t_L^a L + \sigma'_z f_0 t_L L \quad (18)$$

- Multiplying equation (17) by $2/L$ throughout, one denotes :

$$V_{L/2} = \frac{2Q_0 t_{L/2}}{L} - \sigma_y A_0 - \sigma'_z f_0 t_{L/2} \quad (19)$$

Evaluation of Infiltration Parameters (Contd.)

- Equation (17) can be expressed as:

$$\sigma_Z k t_{L/2}^a = V_{L/2} \quad \text{or} \quad a \ln(t_{L/2}) + \ln \sigma_Z + \ln k = \ln(V_{L/2}) \quad (20)$$

- By dividing equation (18) by L throughout:

$$V_L = \frac{Q_0 t_L}{L} - \sigma_y A_0 - \sigma'_z f_0 t_L \quad (21)$$

- Thus, equation (18) can be expressed as:

$$\sigma_Z k t_L^a = V_L \quad \text{or} \quad a \ln(t_L) + \ln k + \ln \sigma_Z = \ln(V_L) \quad (22)$$

- From equations (20) and (22), constant “a” can be obtained as:

$$a = \frac{\ln(V_L / V_{L/2})}{\ln(t_L / t_{L/2})} \quad (23)$$

Evaluation of Infiltration Parameters (Contd.)

- k can be obtained as:

$$k = \frac{(1+a)(1+r)V_L}{[a+r(1-a)+1]t_L^a} \quad (24)$$

- The two-point method does not estimate the basic infiltration rate (f_c), which is generally determined using information on inflow and outflow as:

$$f_c = \frac{Q_0 - Q_r}{L} \quad (25)$$

where Q_0 and Q_r = inflow and runoff (outflow) rates, respectively
(m^3/min)

L = length of the field (m).

THANK YOU

Surface Irrigation Modeling

Professor Vijay P. Singh, Ph.D., D.Sc., P.E., P.H., Hon.D.WRE

Distinguished Professor

Regents Professor

Caroline & William N. Lehrer Distinguished Chair in Water Engineering

Honorary Professor , Beijing Normal University, Beijing, China

Honorary Professor, Sichuan University, Chengdu, China

Distinguished Visiting Professor, Indian Institute of Technology Roorkee,

India

Department of Biological and Agricultural Engineering &

Zachry Department of Civil Engineering

Riego de superficie

- El riego por superficie es el método de riego más antiguo y más utilizado en el mundo.
- Más del 90% de la tierra irrigada en el mundo, que es aproximadamente el 16% de la tierra cultivable total, se riega por irrigación de superficie.
- En los Estados Unidos, alrededor del 40% de la tierra es regada por riego de superficie.

Riego de superficie

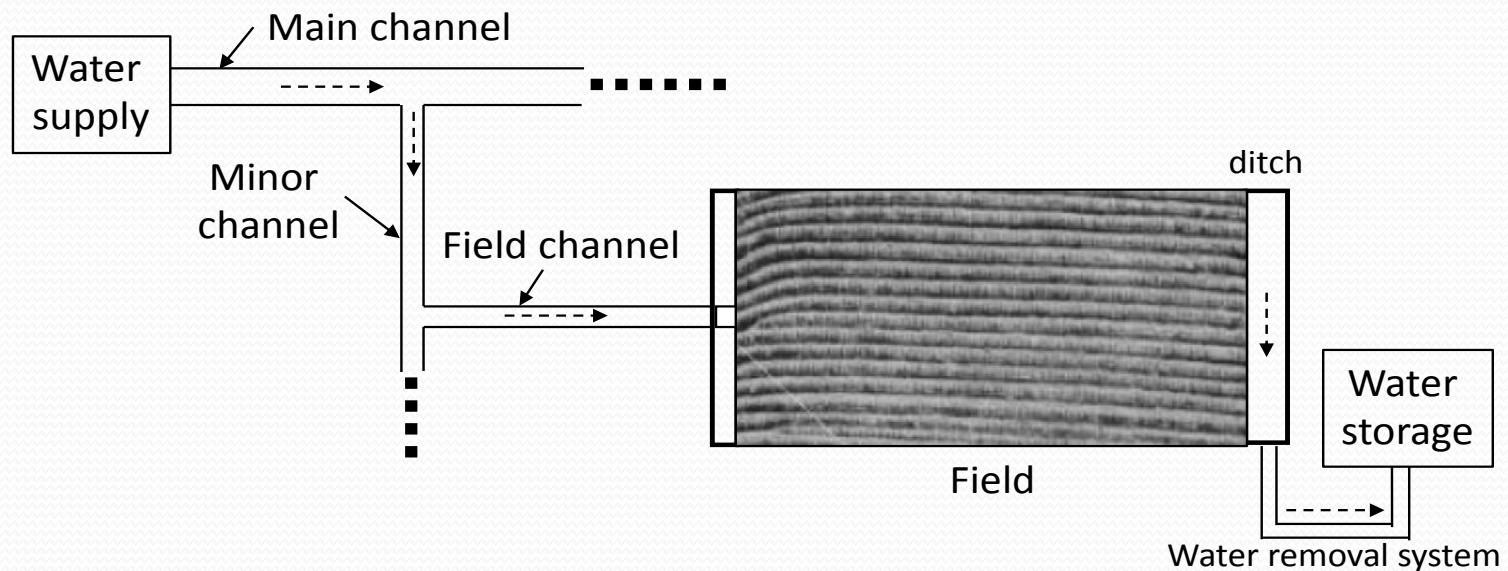
- Ventajas del riego de superficie
 - Bajo gasto en energía
 - Inversión de capital mínimo
 - Equipo simple
-
- Desventajas del riego superficial.
 - Gran aporte laboral
 - Gran tamaño de flujo
 - Nivelación de la tierra
 - Baja eficiencia

Riego de superficie

- Métodos de riego superficial.
- Riego de borde
- Riego de cuenca
- Difusión de agua
- Riego por surcos
- Riego de zanjas de contorno

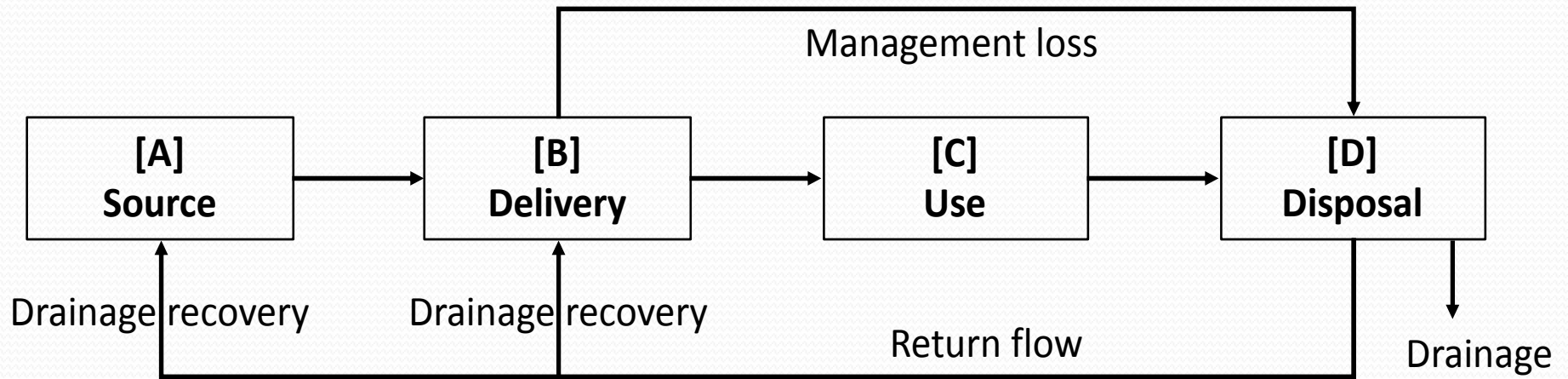
Riego: sistema físico

- El sistema físico se compone de cuatro subsistemas;
- (1) subsistema de suministro de agua, (2) subsistema de suministro de agua,
- (3) subsistema de uso de agua y (4) eliminación y reciclaje de agua
- subsistema.
- El sistema también puede tener dispositivos de medición y desvíos.



Components of a typical irrigation system

Riego: sistema físico(Contd.)

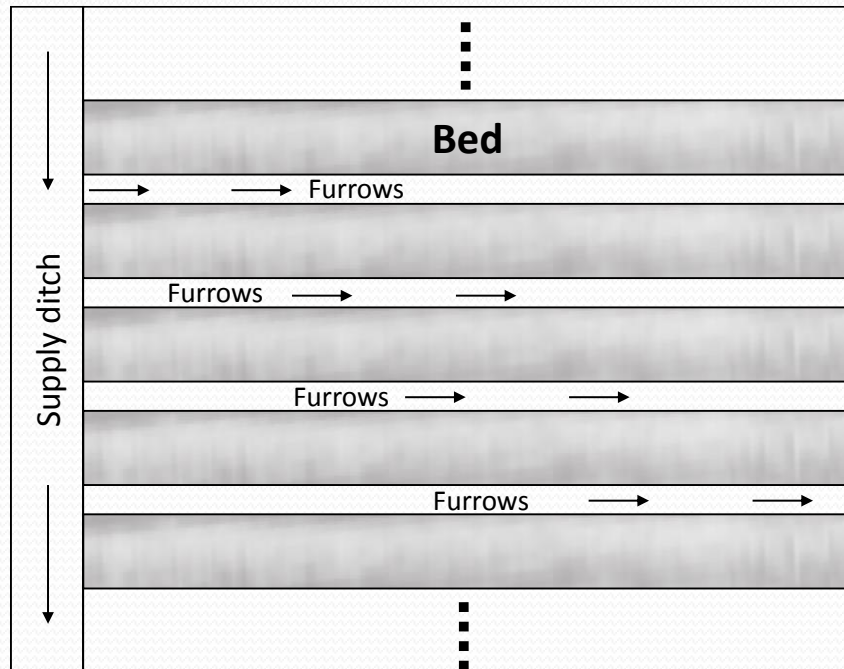


- [A] Storage dam, Open wells
- [B] Primary canals, Distributed storage
- [C] Farm ponds, Irrigated field
- [D] Primary drains, Evaporation ponds

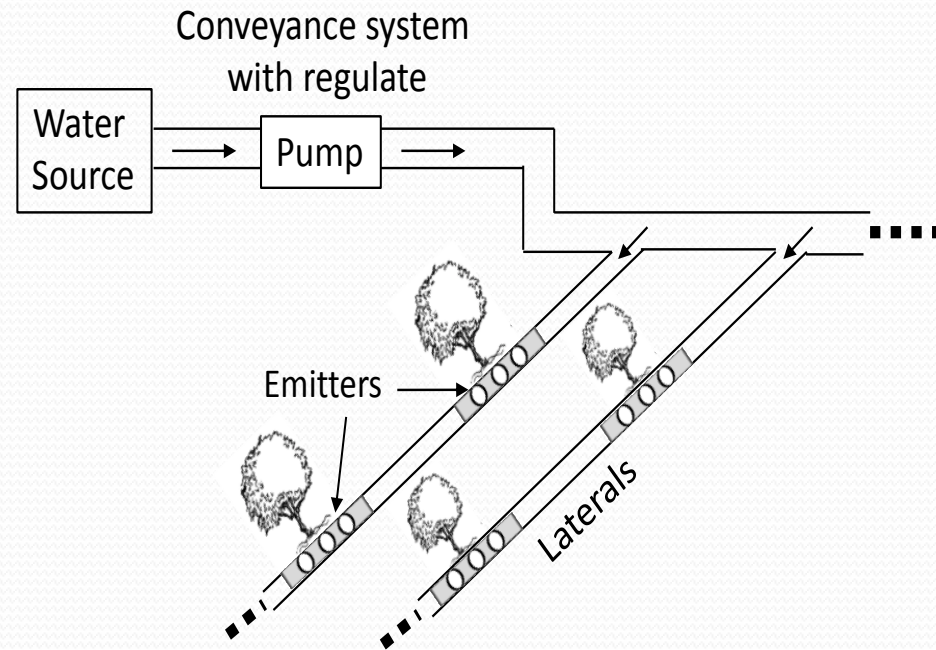
Different subsystems and their interconnections

Métodos de riego

- Existen cuatro métodos básicos de aplicación de agua para riego: (1) superficie, (2) rociador, (3) goteo y (4) debajo de la superficie.



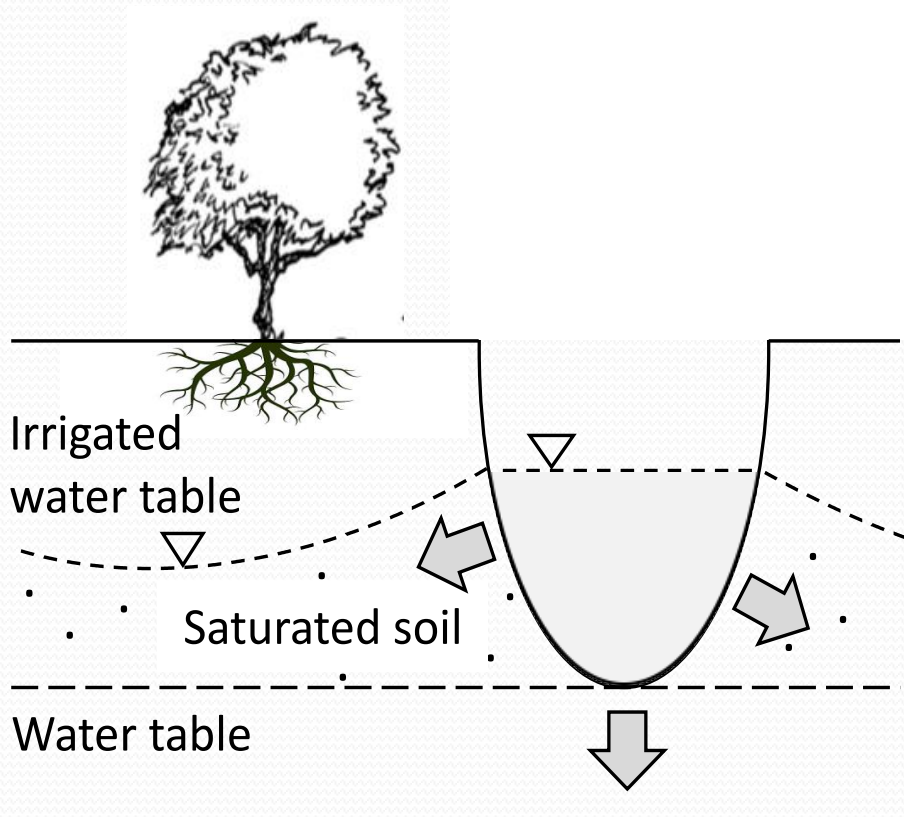
Furrow irrigation



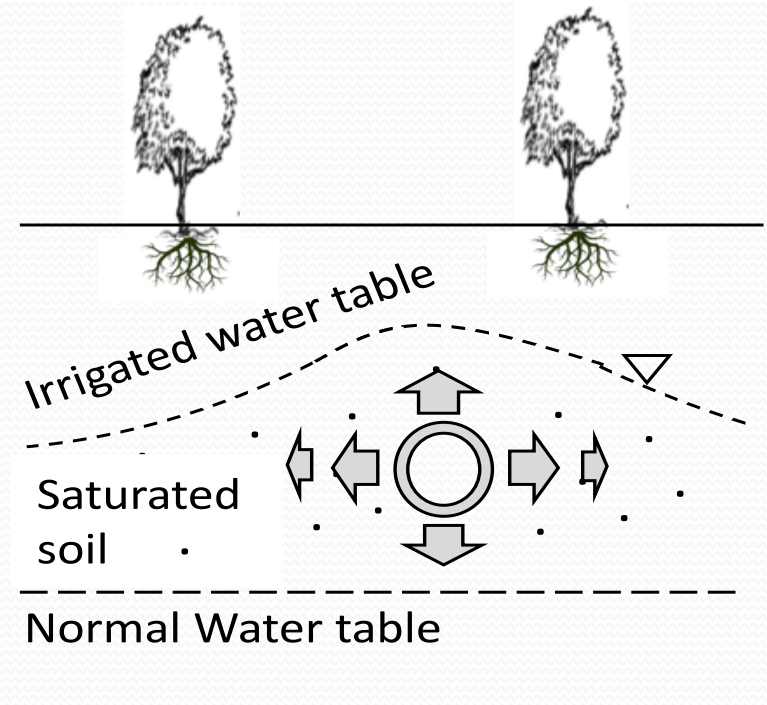
Trickle method of irrigation>

Métodos de riego(CONT)

- El método de subirrigación suministra agua a la zona radicular al regular artificialmente la elevación de la capa freática.
-



Sub-irrigation by open-ditch method



Sub-irrigation by underground perforated pipe method

Metodo de Riego de superficie

- Algunos métodos de riego pueden clasificarse según la pendiente del terreno, porque algunos métodos están diseñados para terrenos nivelados y otros para terrenos con cierta pendiente.
- (1) Sistema de niveles: este tipo de sistema es muy popular en países en desarrollo como India, donde las tierras son muy pequeñas
- (2) Sistema graduado: los sistemas graduados se pueden clasificar como borde graduado, zanja de contorno, surco graduado, corrugación y surco de contorno.

Elección de un método de riego



372/5000

- 1. Factores naturales (clima, textura del suelo, capacidad del agua, pendiente)
- 2. Tipo de cultivo (tolerancia al agua)
- 3. Tipo de tecnología (equipo, mantenimiento)
- 4. Práctica de riego (tradición de riego, decisión del agricultor)
- 5. Trabajo (conocimientos técnicos)
- 6. Costo y beneficio (costo laboral, costo operativo)
- 7. Selección de un método de riego de superficie (tipo de sistema, forma de campo)

VARIABLES DE DECISIÓN DE RIEGO DE SUPERFICIE

- Objetivo:
- Aplique la profundidad de riego requerida para reponer el agotamiento de la humedad del suelo en la zona de la raíz del cultivo de manera uniforme en todo el campo mientras minimiza la pérdida de agua debido a la filtración profunda y la escorrentía.
- Es muy difícil aplicar agua de manera uniforme con una alta eficiencia de aplicación, porque una serie de factores (parámetros y variables) afectan el rendimiento del riego de superficie.
- Parámetros de riego.
- Factores que no cambian durante el evento de riego ni durante la temporada.
- Variables de riego
- Pueden cambiar durante un evento de riego y también en la temporada.

VARIABLES DE DECISIÓN DE RIEGO DE SUPERFICIE

Los factores y variables se pueden agrupar en tres grandes categorías:

Geometría de campo

Condiciones de campo

VARIABLES DE GESTIÓN

(1) Geometría de campo

Se puede definir por la longitud, el ancho, la pendiente y la forma del surco

A menudo es fijo, lo que limita la longitud de los surcos, la cuenca o los bordes.

En algunos casos, la longitud puede considerarse como una variable de diseño

El ancho de la cuenca y los bordes a menudo está dictado por el ancho de la maquinaria.

El espacio entre surcos depende de consideraciones agronómicas y la forma del surco depende del equipo agrícola disponible y las prácticas locales

VARIABLES DE DECISIÓN DE RIEGO DE SUPERFICIE

- (2) condiciones de campo
- La resistencia al flujo generalmente se considera utilizando el coeficiente de rugosidad de Manning (n).
- Las características de rugosidad varían no solo en el espacio sino que también varían durante la temporada.
- La rugosidad está influenciada por el crecimiento de la vegetación, el sellado de la superficie, la operación de labranza y la geometría del flujo.
- Para el diseño del riego por surcos, generalmente se usa un valor n de 0.04.

Tabla 1. Valores recomendados de Manning n para el diseño de sistemas de riego de superficie (de Jurriens et al. 2001)

n value	Field conditions	Irrigation Methods
0.04	Superficie del suelo lisa y desnuda; cultivos en hileras	Surco, cuenca y borde
0.10	Cultivos de grano pequeño perforados, hileras de perforación en la dirección del flujo	Corrugación, cuenca y borde
0.15	Alfalfa, menta, difusión de granos pequeños	Cuenca y borde
0.20	Alfalfa densa o alfalfa en campos largos sin zanjas secundarias	Cuenca y borde
0.25	Densos cultivos de césped y granos pequeños, perforados perpendiculares a la dirección del	Cuenca y borde

VARIABLES DE DECISIÓN DE RIEGO DE SUPERFICIE

La infiltración controla el avance, la infiltración, la escorrentía y la recesión y, por lo tanto, afecta el rendimiento del riego de superficie y es una variable de diseño básica.

Los sistemas de riego deben diseñarse con características de infiltración representativas en el campo.

Se han desarrollado varias ecuaciones de infiltración como:

La ecuación de Kostiakov:

$$Z = k\tau^a$$

(1)

- The modified Kostiakov (Kostiakov-Lewis) equation: $Z = k\tau^a + j_c\tau^c$ (2)

where Z = cumulative infiltration volume ($\text{m}^3/\text{unit area}$)

k = parameter (m/min^a)

a = fitted parameters, τ is the intake opportunity time (min)

- Tabla 2. Parámetros de infiltración de Kostiakov-Lewis en función del número de ingesta de suelo NRCS para riegos primero y más tarde (de Walker, 2003; Manual SIRMOD-III) {Tabla completa en las notas}

NRCS Intake No	Soil Type	k (m ³ /min ^a)		a		f_c (m ³ /m/m/min)	
		First Irrigation	Later Irrigations	First Irrigation	Later Irrigations	First Irrigation	Later Irrigations
.01	Heavy Clay	.0044	.0044	.200	.200	.000011	.000011
.05	Clay	.0043	.0043	.258	.258	.000022	.000022
.10	Clay	.0038	.0038	.317	.316	.000035	.000035
.15	Light clay	.0036	.0036	.257	.255	.000046	.000046
.20	Clay Loam	.0035	.0034	.388	.385	.000057	.000057
.25	Clay Loam	.0034	.0033	.415	.411	.000068	.000067

VARIABLES DE DECISIÓN DE RIEGO DE SUPERFICIE

- (3) Variables de gestión
- Estos incluyen la tasa de entrada, el tiempo de corte y la profundidad de riego requerida.
- La profundidad de riego requerida se puede determinar mediante la programación de riego.
- La tarea principal es regar el campo eligiendo una combinación adecuada de la velocidad de entrada y el tiempo de corte para obtener un mejor rendimiento de riego dentro de las limitaciones existentes.
- Entre todas las variables de riego, la velocidad de entrada y el tiempo de corte ofrecen la mayor flexibilidad para un tomador de decisiones.
- Esta flexibilidad en la velocidad de entrada y el tiempo de corte está relacionada con el sistema de entrega

Hidráulica de Riego Superficial

- Durante el riego de superficie, la hidráulica del flujo cambia con el tiempo y el espacio.
- Se desarrollan diferentes regímenes de flujo en diferentes tiempos y espacios. Sin embargo, el régimen de flujo dominante que prevalece durante la mayor parte del tiempo puede caracterizarse por un flujo de superficie libre inestable variado gradualmente.
- Un cambio típico en el perfil de la superficie del agua durante un pequeño intervalo de tiempo durante el avance del agua.
- El flujo es inestable, porque el caudal y la profundidad en cada punto aumentan con el tiempo debido a las características de ingesta dependientes del tiempo del suelo y no es uniforme, porque tanto el caudal como la profundidad disminuyen gradualmente en el campo.

Hidráulica de Riego Superficial (Contd.)

- El flujo de agua sobre la superficie del suelo durante el riego superficial puede caracterizarse por las ecuaciones de continuidad de St. Venant y las ecuaciones de momento:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} + I = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial y}{\partial x} = g(S_0 - S_f) + \frac{VI}{2A} \quad (4)$$

where Q = flow rate (L^3/T or L^2/T in border irrigation)

A = cross-sectional area of flow (L^2)

I = volume rate of infiltration per unit length of the channel or border (L/T),

V = average velocity in the flow cross-section (L/T)

g = gravitational acceleration (or ratio of weight to mass), (L/T^2),

Hidráulica de Riego Superficial(Contd.)

y = flow depth (L)

S_o = channel bottom slope

S_f = channel friction slope

x = distance in the direction of flow (L)

t = time (T)

$g\partial y / \partial x$ = unbalanced hydrostatic pressure force on the surface water,

S_o = component of the gravitational force in the direction of flow

S_f = slope of the energy grade line or hydraulic drag

$V\partial V / \partial x$ = local acceleration (a measure of unsteadiness),

$V\partial V / \partial x$ = convective acceleration (a measure of non-uniformity)

$(VI)/(2A)$ = net acceleration stemming from the removal of zero-velocity components of the surface stream at the bed by infiltration.

Hidráulica de Riego Superficial(Contd.)

- Las ecuaciones (3) y (4) se basan en los siguientes supuestos:
- El fluido es incompresible; es decir, la densidad del agua es constante
- El flujo es unidimensional.
- La presión es hidrostática.
- La curvatura aerodinámica es pequeña.
- La pendiente inferior del canal es pequeña.

Modelos Hidráulicos de Riego Superficial

Se han desarrollado varios modelos de riego de superficie basados en formas simplificadas de las ecuaciones de St. Venant como

Cero inercia

Onda cinemática

Cero inercia

Descuida los términos de inercia y aceleración en la ecuación (4):

$$\frac{\partial y}{\partial x} = S_0 - S_f \quad (5)$$

Debido a que las velocidades de flujo durante la mayoría de los riegos superficiales son bajas y, por lo tanto, las aceleraciones son pequeñas y pueden descuidarse.

Los modelos de riego de superficie basados en las ecuaciones (3) y (5) se denominan modelos de inercia cero.

Se ha encontrado que los modelos de inercia cero producen resultados tan precisos como los modelos hidrodinámicos completos.

Modelos Hidráulicos de Riego Superficial (Contd.)

Onda cinemática

Se obtiene descuidando el término del gradiente de profundidad del agua en la ecuación (5) que reduce la ecuación de momento a:

$$S_0 = S_f \quad (6)$$

Esta simplificación es razonable si la pendiente del fondo es lo suficientemente empinada.

Las ecuaciones (3) y (6) constituyen la base de los modelos de onda cinemática.

La ecuación (6) puede expresarse como una relación entre la profundidad y la descarga, como la ecuación de Manning o Chezy.

Los modelos de onda cinemática tienen una aplicación limitada en condiciones de drenaje libre y en pendiente.

Las soluciones de ondas cinemáticas pueden no ser adecuadas para bordes con pendiente cero o pequeña o bordes bloqueados. Los

Modelos Hidráulicos de Riego Superficial

- The volume balance equation for any time (t) can be expressed as:

$$Q_0 t = V_y(t) + V_z(t) \quad t < T_a \quad (7)$$

where Q_0 = steady inflow rate (m^3/min)

t = time since the beginning of irrigation (min)

T_a = advance time (min)

V_y = volume of surface storage at time t (m^3)

V_z = volume of infiltrated water at time t (m^3).

Modelos de riego de balance de volumen

- The volume of surface storage at any time t over the advance distance can be determined by integrating the flow area as:

$$V_y(t) = \int_0^x A(s,t) ds = \bar{A} x = \sigma_y A_0 x \quad (8)$$

where A = cross-sectional area of flow;

\bar{A} = is the average flow cross-sectional area; σ_y is the surface shape factor (varying between 0.70 and 0.80, but often taken as 0.77)

s = variable of integration

A_0 = inlet area related to the normal depth corresponding to the inflow rate, roughness, field slope and hydraulic radius at the field inlet

- A_0 can be expressed as:
$$A_0 = \left(\frac{Q_0^2 n^2}{3600 \rho_1 S_0} \right)^{1/\rho_2} \quad (9)$$

Modelos de riego de balance de volumen (Contd.)

where Q_0 = inflow rate ($\text{m}^3/\text{min}/\text{unit width}$)

n = Manning's roughness coefficient

S_0 = field slope

ρ_1 and ρ_2 = the empirical shape factors

Si existe una condición de pendiente nivelada (p. Ej., Cuenca), se supone que la pendiente de fricción en la ecuación de Manning es igual a la profundidad del flujo de entrada (y_0) dividida por la distancia delantera de avance (x)

Entonces la ecuación (9) se convierte en: (10)

$$A_0 = y_0 = \left(\frac{Q_0^2 n^2 x}{3600} \right)^{0.24}$$

El área de superficie varía de A_0 en la entrada del campo a cero en la punta de avance

Modelos de riego de balance de volumen (Contd.)

- El enfoque de balance de volumen descuida la variación espacio-temporal de A y asume un área promedio constante.
- El volumen infiltrado sobre la distancia de avance en cualquier momento t se puede determinar de la siguiente manera:

- $$V_z(t) = \int_0^x Z(s,t) ds = \int_0^x Z(t-t_s) ds = \sigma_z Z_0 x \quad (11)$$

- donde Z = volumen infiltrado por unidad de área

- t - ts = tiempo de oportunidad de admisión

- ts = tiempo cuando el frente de agua alcanza la distancia, s

- Zo = volumen infiltrado por unidad de área en la entrada del campo

- = factor de forma debajo de la superficie (la relación del volumen infiltrado a lo largo de la distancia s al volumen infiltrado en la entrada del campo)

σ_z Se supone que Z (s, t) no es una función de la profundidad de la superficie del agua, sino que depende del tiempo de oportunidad de admisión.

Modelos de riego de balance de volumen(Contd.)

- Sustituyendo el volumen de almacenamiento en superficie [ecuación (8)] y el volumen de infiltración [ecuación (11)] en la ecuación (7), se obtiene la ecuación de balance de volumen de Lewis-Milne (1938):

$$Q_0 t = \bar{A} x + \int_0^x Z(t-t_s) ds = \sigma_y A_0 x + \sigma_z Z_0 x \quad (12)$$

Modelo de balance de volumen de Power Advance

Las técnicas de solución utilizadas para resolver la ecuación (12) se pueden agrupar en cuatro categorías:

Enfoque numérico o recursivo

Enfoque de la función del núcleo

Transformación de Laplace

Enfoque de avance de potencia

El término integral en la ecuación (12) es una integral de distancia de una función dependiente del tiempo

Enfoque de avance de potencia

Asume la siguiente relación funcional entre la tasa de avance y el tiempo:(13)

$$X = p t_x^r$$

Modelo de balance de volumen de Power Advance (Contd.)

en el que X = distancia de avance para la cuenca, borde o surco (m),
 t_x = tiempo de avance a la distancia x desde el comienzo del riego
(min)

p y r = parámetros ajustados.

Usando el avance de potencia dado por la ecuación (13) junto con la ecuación de infiltración de Kostiakov modificada [ecuación (12)]:

$$Q_0 t_x = \sigma_y A_0 X + \sigma_z X k t_x^a + \sigma'_z f_c t_x X \quad (14)$$

en el que Q_0 = tasa de entrada (m^3 / min),

A_0 = área de flujo de sección transversal en la entrada (m^2)

X = distancia de avance (m)

t_x = tiempo de avance a distancia x desde el inicio del riego (min)

k y a = coeficientes de la ecuación de Kostiakov modificada

Modelo de balance de volumen de Power Advance(Contd.)

- fc = tasa de infiltración básica ($m^3 / m / min$)
- p y r = parámetros empíricos de la curva de avance
- σ_y = factor de almacenamiento en superficie

-

- σ'_z se puede definir como:
$$\sigma'_z = \frac{a + r(1-a) + 1}{(1+a)(1+r)} \quad (15)$$

- $\sigma'_z = \frac{1}{1+r}$ (d
ieciséis)

- La ecuación (14) puede usarse para determinar los parámetros de infiltración de Kostiakov modificados utilizando la información de distancia y tiempo de avance en dos puntos a lo largo del campo o avanzar al final del campo conociendo los parámetros de infiltración

- Este método también se conoce como "método de dos puntos".

Evaluation of Infiltration Parameters

- The two points most often correspond to the half of the field length ($L/2$) and the field length (L).
- By substituting these pairs in equation (14) one can obtain two volume balance equations corresponding to a half field length and full field length:

$$Q_0 t_{L/2} = \sigma_y A_0 \frac{L}{2} + \sigma_z k t_{L/2}^a \frac{L}{2} + \sigma'_z \frac{f_0 t_{L/2} L}{2} \quad (17)$$

$$Q_0 t_L = \sigma_y A_0 L + \sigma_z k t_L^a L + \sigma'_z f_0 t_L L \quad (18)$$

- Multiplying equation (17) by $2/L$ throughout, one denotes :

$$V_{L/2} = \frac{2Q_0 t_{L/2}}{L} - \sigma_y A_0 - \sigma'_z f_0 t_{L/2} \quad (19)$$

Evaluation of Infiltration Parameters (Contd.)

- Equation (17) can be expressed as:

$$\sigma_Z k t_{L/2}^a = V_{L/2} \quad \text{or} \quad a \ln(t_{L/2}) + \ln \sigma_Z + \ln k = \ln(V_{L/2}) \quad (20)$$

- By dividing equation (18) by L throughout:

$$V_L = \frac{Q_0 t_L}{L} - \sigma_y A_0 - \sigma'_z f_0 t_L \quad (21)$$

- Thus, equation (18) can be expressed as:

$$\sigma_Z k t_L^a = V_L \quad \text{or} \quad a \ln(t_L) + \ln k + \ln \sigma_Z = \ln(V_L) \quad (22)$$

- From equations (20) and (22), constant “a” can be obtained as:

$$a = \frac{\ln(V_L / V_{L/2})}{\ln(t_L / t_{L/2})} \quad (23)$$

Evaluation of Infiltration Parameters (Contd.)

- k can be obtained as:

$$k = \frac{(1+a)(1+r)V_L}{[a+r(1-a)+1]t_L^a} \quad (24)$$

- The two-point method does not estimate the basic infiltration rate (f_c), which is generally determined using information on inflow and outflow as:

$$f_c = \frac{Q_0 - Q_r}{L} \quad (25)$$

where Q_0 and Q_r = inflow and runoff (outflow) rates, respectively
(m^3/min)

L = length of the field (m).

THANK YOU

Border Irrigation Method

Professor Vijay P. Singh, Ph.D. D.Sc., P.E., P.H. Hon. D.WRE
Distinguished Professor
Regents Professor

Caroline & William N. Lehrer Distinguished Chair in Water Engineering

Honorary Professor , Beijing Normal University, China

Honorary Professor , Sichuan University, Chengdu, China

Distinguished Visiting Professor, Indian Institute of Technology Roorkee,
India

Department of Biological and Agricultural Engineering &
Zachry Department of Civil Engineering

Borders

- It is a strip bounded by low ridges
- A field is divided into strips by constructing parallel ridges along the slope
- Border strips may be:
 - Level border
 - Graded border
- Level borders can be:
 - Open:
 - If the downstream end is open, the water will freely drain from the border
 - Closed (diked):
 - It is diked at the downstream end that leads to higher efficiency and uniformity

Borders (Contd.)

- Borders are constructed on lands that have low grade or are level or that can be leveled economically without reducing field productivity.
- On lands that have excessive slope and undulating topography, lands borders are also laid across the longitudinal slope following contours
- Contour borders have uniform longitudinal slope and no cross-slope.
- The source of water for border irrigation is usually a ditch or channel flowing perpendicular to the borders or low pressure pipeline or tube.
- The border method of irrigation is suitable for close growing crops, such as wheat, barley, legumes and fodder crops, but not for rice that requires standing water
- It is not suitable for soils with very low and very high intake rates.

Layout of Borders

- A typical border layout, consists of a series of strips that run parallel to the field boundary
- Source of water on the upstream end and drainage ditch at the downstream end
- Contour borders divide the field into a series of strips following contours where each strip is leveled cross-wise, forming a series of benches
- The elevation difference between consecutive benches should be limited to 30 cm and should not exceed 60 cm in any case.

Layout of Borders (Contd.)

- The border layout also depends on the field size, location of water source, and length and width of borders.
 - If a **field is small** and the soil infiltration capacity is low, then borders extend over the full length of the field.
 - If the **field is large** and its soil infiltration capacity is high, then two or more borders across the field may be needed.
- It is desirable to have the source of water supply located that allows all borders to be irrigated by gravity.

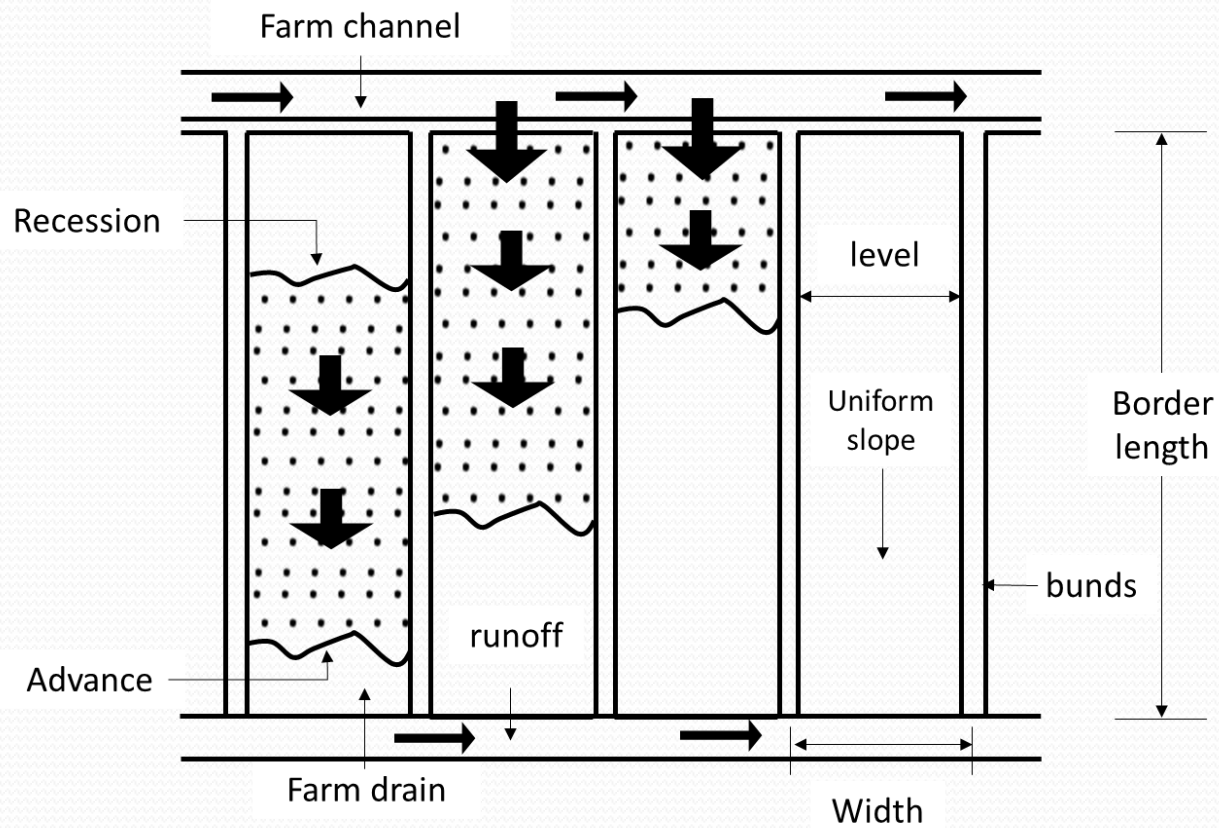


Figure 1. Typical layout for graded border irrigation system (Source: Jurriens et al. 2001)

- Contour borders divide the field into a series of strips following contours where each strip is leveled cross-wise, forming a series of benches,

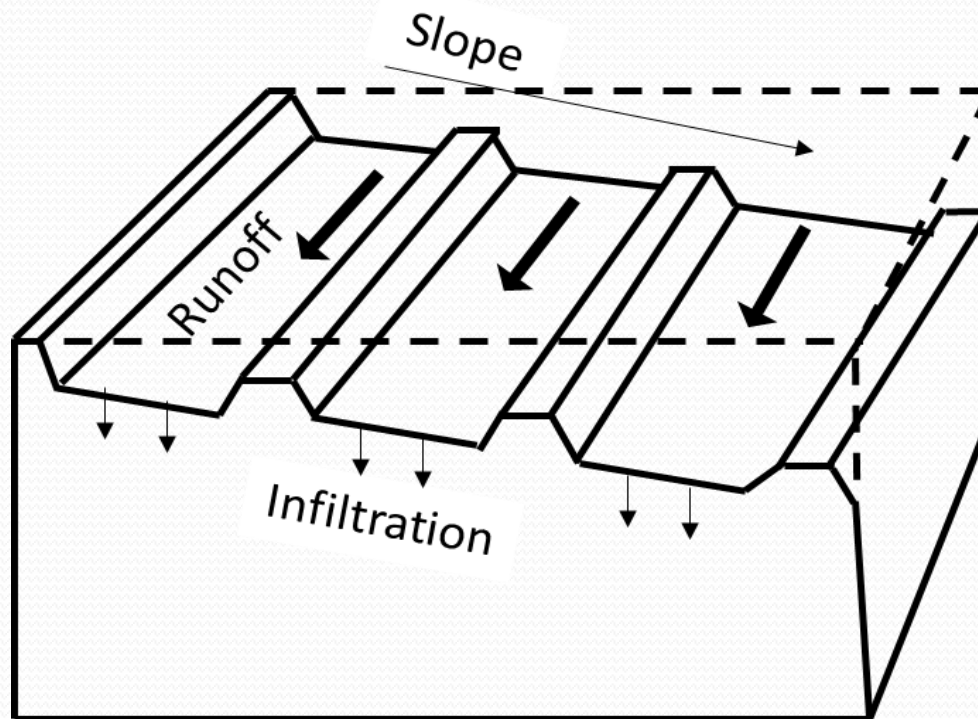


Figure 2. Contour border irrigation

Border Length

- Border Length
 - It depends upon:
 - Field size
 - Soil characteristics
 - Topographic slope
 - Stream size
 - Depth of irrigation required
 - Border length can be longer on heavy soils than on light soils, and can be longer on the same soil with larger stream size.
 - The border can be longer on steeper slopes, but precautions should be taken against erosion.
 - Small basin length may have better irrigation performance but may require more labor and system cost.

Border Length (Contd.)

- Booher (1974) has reported that acceptable irrigation performance can be achieved with border lengths up to 800 m on low intake soils, whereas a length of less than 100 m may be required on high intake soils.

Border Length (Contd.)

Table 1. Typical border lengths for different soils (Source: Booher, 1974)

Soil	Typical border length	
	(m)	(ft)
Clay	180-350	600-1150
Clay loam	90-300	300-1000
Sandy loam	90-250	300-800
Loamy sand	75-150	250-500
Sand	60-90	200-300

Border Length (Contd.)

Table 2. Typical border strip dimensions in meters as related to soil type, slope, irrigation depth, and stream size (Source: Savva and Frenken 2002)

Soil type	Slope (%)	Depth applied (mm)	Flow (l/sec)	Strip width (m)	Strip length (m)
Coarse	0.25	50	240	15	150
		100	210	15	250
		150	180	15	400
	1.00	50	80	12	100
		100	70	12	150
		150	70	12	250
	2.00	50	35	10	60
		100	30	10	100
		150	30	10	200
Medium	0.25	50	210	15	250
		100	180	15	400
		150	100	15	400
	1.00	50	70	12	150
		100	70	12	300
		150	70	12	400
	2.00	50	30	10	100
		100	30	10	200
		150	30	10	300
Fine	0.25	50	120	15	400
		100	70	15	400
		150	40	15	400
	1.00	50	70	12	400
		100	35	12	400
		150	20	12	400
	2.00	50	30	10	320
		100	30	10	400
		150	20	10	400

Savva and Frenken (2002) have presented typical border lengths, as shown in Tables 15.2 and 15.3, for large and small farm sizes, respectively.

Border Length (Contd.)

Savva and Frenken (2002) have presented typical border lengths, as shown in Tables 15.2 and 15.3, for large and small farm sizes, respectively.

Table 3. Suggested maximum border widths and length for small holder irrigation schemes (Source: Savva and Frenken 2002)

[The flow is given per meter width of the border. The total flow into a border is equal to the unit flow multiplied by the border width in meters.]

Soil type	Border strip slope (%)	Unit flow per meter width (l/sec)	Border strip width (m)	Border strip length (m)
Sand (infiltration greater than 25 mm/h)	0.2-0.4	10-15	12-30	60-90
	0.4-0.6	8-10	9-12	80-90
	0.6-1.0	5-8	6-9	75
Loam (infiltration of 10 to 25 mm/h)	0.2-0.4	5-7	12-30	90-250
	0.4-0.6	4-6	9-12	90-180
	0.6-1.0	2-4	6	90
Clay (infiltration less than 10 mm/h)	0.2-0.4	3-4	12-30	180-300
	0.4-0.6	2-3	6-12	90-180
	0.6-1.0	1-2	6	90

Border Width (Contd.)

- Booher (1974) has recommended that the difference in elevations of ridges of a border should not exceed 3 cm (1 in.) or the difference between ground surface elevations of uphill and downhill sides of a ridge should not exceed 6 cm (2 in.).
- Thus, the border width should not exceed 9 m (30 ft.) on a 1.0 percent cross slope ($9 \text{ cm}/0.01=9 \text{ m}$).
- Alternatively, the entire field can be graded to a uniform 1 percent slope and the maximum width will then be 3 cm/0.01=3 m. For zero field slope and 1 percent cross slope, the width can be 6 cm/0.01= 6 m (20 ft.).

Border Width

- The width of a border also depends on the stream size and land declivity and can be from 3 to 30 m.
- For small stream sizes, the width can be less but should not be less than 3 m in any case. The width should not be larger than 9 m on 1% cross-slopes (James, 1988).
- If machinery is used for cultivation, then the width should be sufficient to allow one pass. However, the width should be sufficient to allow an even number of passes.

Border Width (Contd.)

- The values of maximum border width, depending on the slope, have been given by Soil Conservation Service (1974), as shown in Table 15.4.

Table 15.4 Recommended maximum border widths for different slopes in the direction of slope (Source: Soil Conservation Service, 1974)

Slope (%)	Maximum border width	
	(m)	(ft)
Level	60	200
0.0-0.1	35	120
0.1-0.5	20	60
0.5-1.0	15	50
1.0-2.0	12	40
2.0-4.0	9	30
4.0-6.0	6	20

Border Slope

- Three issues should be considered in the slope.
- (1) Borders should have enough slope to permit water to flow downstream over the surface.
- (2) It should allow some water to infiltrate into the soil but prevent deep percolation at the upstream end.
- (3) Flow velocity should not be large to cause significant soil erosion.

Border Slope (Contd.)

- The maximum slope depends on the potential of soil erosion.
- Savva and Frenken (2002) suggests a minimum slope of 0.05-0.1% needed for water to flow downstream over the border.
- Soil slope is generally greater on coarse textured soils (0.25 to 0.6% for sand) than on fine textured soils (0.05 to 0.20% for clay, 0.20 %- 0.40% for loams) (Michael, 1978).

Border Slope (Contd.)

- The larger slope can be used on sod condition than on non-sod cover conditions.
- In order to improve the application uniformity of border irrigation, land smoothing may be required to remove furrows or depression that concentrate the flow.
- It may be necessary to adjust slopes in order to improve irrigation efficiency.
- Minimum slopes of 0.2 to 0.3 percent and maximum slopes of 2 percent for sandy loams and up to 7 percent for pastured clay soils with water stable aggregates have been recommended by Booher (1974).

Border Ridges

- Ridges:

- The top width and height of the border ridge must be about the same
- The height should be sufficient to accommodate the maximum depth of flow
- A freeboard of about 2.5 cm must be provided
- The side slope should not be greater than 2.5:1 for cohesive soils and 3:1 for non-cohesive soils
- The maximum depth of flow can be determined using Manning's equation as:

$$y_{\max} = \left(\frac{Q_{\max} n}{60 S_0^{0.5}} \right)^{3/5} \quad (15.1)$$

where y_{\max} = maximum flow depth at the border inlet (m)

Q_{\max} = maximum permissible non-erosive inflow rate (m³/s/m)

S_0 = slope in fraction

Border Ridges (Contd.)

- The depth of flow, d , at the upstream end of a border can also be obtained as

$$d = K_1 T_L^{\frac{3}{16}} Q^{\frac{9}{16}} n^{\frac{3}{8}} \quad \text{for } S_o \leq 0.4\% \quad (15.2)$$

$$d = K_2 Q^{0.6} n^{0.6} S_o^{-0.3} \quad \text{for } S_o > 0.4\% \quad (15.3)$$

d is the normal depth of flow at the upstream end of the border (mm, in.);

T_L is the lag time (minutes); Q is the stream size (m³/s/m, ft³/s/ft);

n is manning's roughness factor; S_o is the slope of the border (m/m, ft./ft.);

K_1 is the unit constant equal to 2454 for Q in m³/s/m and d in mm, and equal to 25.4 for Q in ft³/s/ft and d in in.;

K_2 is the unit constant equal to 1000 for Q in m³/s/m and d in mm, and equal to 9.46 for Q in ft.³/s/ft. and d in in.

Number of Borders and Number of Sets

- It can be determined by selecting the unit inflow rate (flow rate per unit width of border) which is in the range of maximum and minimum inflow rates
- The set width that contains an even number of borders of satisfactory width for ease of other farming operations can be computed as:

$$W_b = \frac{Q}{Q_0} \quad (15.4)$$

where Q = total water supply (m^3/min)

Q_0 = unit inflow rate ($\text{m}^3/\text{min}/\text{m}$)

W = field width (m)

W_b = border set width (m) that contains even number of borders of satisfactory width.

- The integer number of sets (N_b) can be obtained as

$$N_b = \frac{W}{W_b} \quad (15.5)$$

Water Delivery

- Water Delivery:
 - Water is delivered from the source of supply to the field either through
 - Open channel
 - A low pressure pipeline
 - For a farm, the delivery system should have sufficient capacity to meet the irrigation demand everywhere in the farm
 - The water delivery system is designed with the knowledge of:
 - Inflow rate
 - Border length
 - Border slope
 - Number of border per set (set width)

Cutoff time (Inflow time)

- A border irrigation event is defined by the duration within which the desired depth of irrigation occurs at the end of border
- A substantial amount of surface storage remains in the border at the time when inflow is cut off
- This water infiltrates as well as runs off the border during the depletion and recession phases
- The recession time at the end of the border equals the sum of advance time and intake opportunity time
- Knowing the recession time, the time of depletion and cutoff time must be worked out for each chosen inflow rate

Irrigation Stream Size

- Inflow rate and time cutoff are key design variables in border irrigation and they offer maximum flexibility in the design process
- The stream size must be such that water adequately spreads across the width of the border and must reach to the end of the border
- The Soil Conservation Service (USDA, 1974) provided the following guidelines for selecting the maximum non-erosive inflow rate (Q_{\max}) and minimum inflow rate (Q_{\min}). Q_{\max} for non-sod forming crops (alfalfa and small grain) can be obtained as:

$$Q_{\max} = 0.01059S_0^{-0.75} \quad (15.8)$$

where Q_{\max} is in $\text{m}^3/\text{min}/\text{m}$ and S_0 in m/m .

- For dense sod-forming crops, the value of Q_{\max} can be twice that obtained from equation (4).

Irrigation Stream Size (Contd.)

- The value of Q_{\min} can be obtained as:

$$Q_{\min} = \frac{0.000357LS_0^{0.5}}{n} \quad (15.9)$$

where Q_{\min} is in $\text{m}^3/\text{min}/\text{m}$ and S_0 in m/m

- The stream size must be within the range of minimum and maximum inflow rates that results in the maximum application efficiency.

Simplified Border Irrigation Design

- Following Walker and Skogerboe (1987), it is assumed that the surface water profile at the time of cutoff of inflow (T_{CO}) and that at the end of depletion (t_d) which is also the beginning of recession (t_r) are straight lines with end points corresponding to uniform flow conditions, as shown in Figure 15.3.
- Further, the depth at the downstream end (y_L) remains constant and runoff (Q_r) occurs at a constant rate during the depletion phase. During the depletion and recession phases, the sum of infiltration (I) and runoff (Q_r) is equal to the pre-cutoff unit inflow rate (Q_o).

Simplified Border Irrigation Design

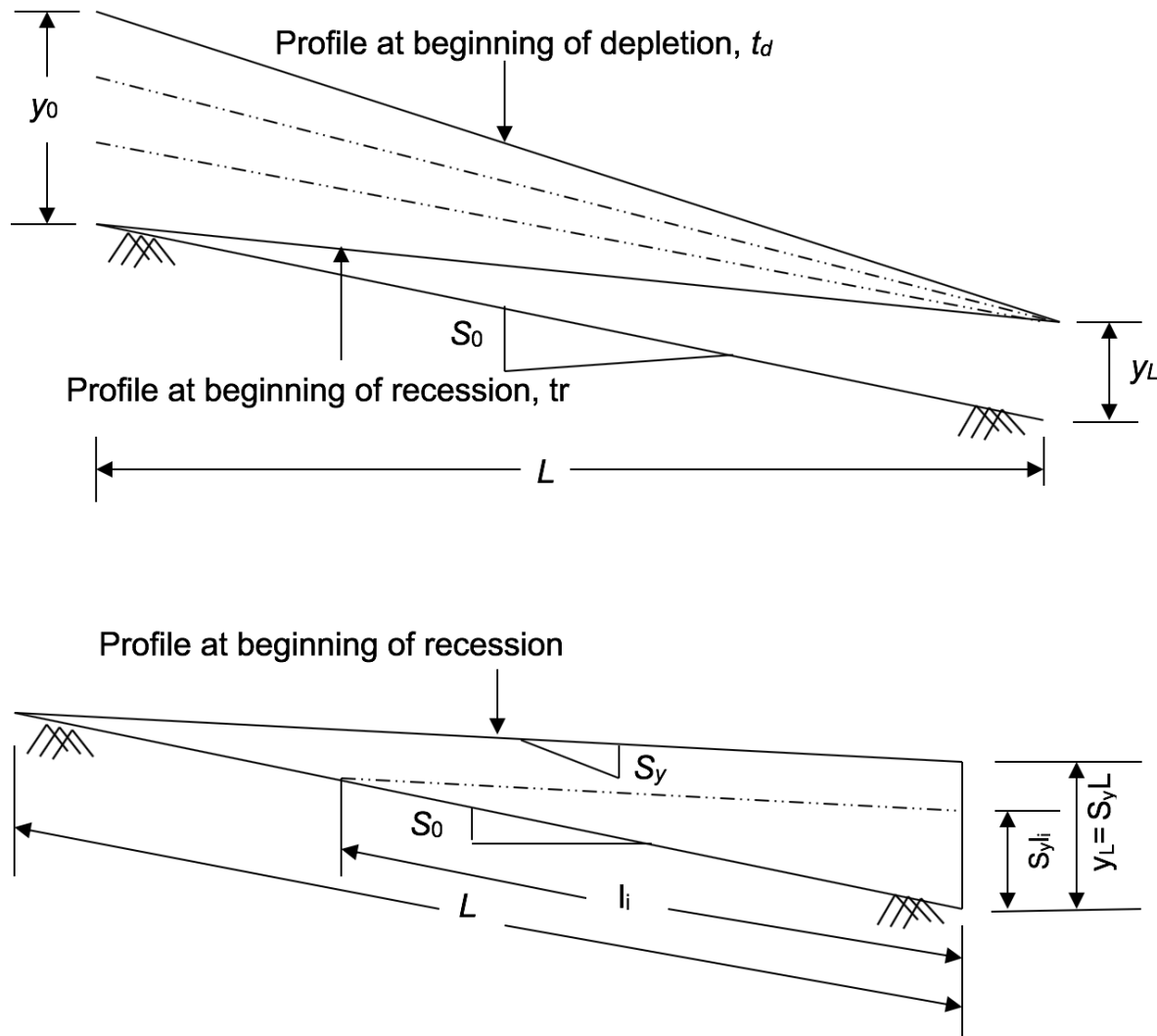


Figure 15.3 Water surface profiles at the beginning of depletion and recession phases

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

- From Figure 15.3, it is seen that the time required from the cutoff of inflow to the end of depletion phase (i.e. when the upstream depth becomes zero) is equal to the time required to remove the volume of water defined by the triangle of length L and height y_0 at a constant rate of Q_0 through both infiltration and runoff. This can be expressed as:

$$t_d = T_{CO} + \frac{y_0 L}{Q_0} \quad (15.13)$$

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

- At the beginning of recession, the depth of flow is assumed to change with distance at a uniform rate over the entire length of border and its slope can be expressed as:

$$S_y = \frac{y_L t_d}{L} \quad (15.14)$$

- where y_L is a function of Q_r at time t_d which can be determined as:

$$Q_r(t_d) = Q_0 - I \times L = A \frac{R^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (15.15)$$

- where A is the cross-sectional area per unit width, and R is the hydraulic radius equal to A/WP , WP = the wetted perimeter, and I is the average infiltration rate (m/sec) over the length, L . For borders, $A = y$, and $WP = 1$ and hence, $R = y$ or $S_y L$.

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

- Therefore, with the use of equation (15.15), equation (15.14) becomes

$$S_y = \frac{1}{L} \left[\frac{(Q_0 - I \times L) \times n}{60 \times S_0^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{3}{5}} \quad (15.16)$$

- where I can be assumed as the average value of infiltration rate at the upstream end $[I(t_d)]$ and that at the downstream end $I(t_d - t_L)$:

$$I = \frac{ak}{2} [t_d^{a-1} + (t_d - t_L)^{a-1}] + f_0 \quad (15.17)$$

- in which f_0 is the steady infiltration rate, and a and k are parameters of the Kostiakov infiltration equation.
- The recession time can be determined by the equation given by Walker and Skogerboe (1987) as:

$$t_r = t_d + \frac{0.095n^{0.47565} S_y^{0.20735} L^{0.6829}}{I^{0.52435} S_0^{0.237825}} \quad (15.18)$$

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

- Now a **step by step design procedure** for free drained borders can be outlined as follows (Walker and Skogerboe, 1987):

[1] Obtain information on field characteristics, soil, crop, and water supply.

[2] Determine the **maximum (Q_{\max}) and minimum (Q_{\min}) values of unit inflow rate Q_o ($\text{m}^3/\text{min}/\text{m}$)** using equations (15.8) and (15.9), respectively. The flow should be limited within the non-erosive velocity with sufficient depth to spread laterally.

[3] Select unit flow rate (Q_o) between Q_{\max} and Q_{\min} which results in a **set width** comprising an even **number of borders** of satisfactory width and integer number of sets using equations (15.4) and (15.5), respectively.

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

[4] Determine the inflow depth at the inlet y_o (m) using equation (15.1).

[5] Compute the time required (τ_{req}) in minutes to satisfy the irrigation requirement.

[6] Compute the time of advance to the end of border t_L (minutes).

[7] Compute the time of recession (t_r) in minutes from the beginning of irrigation, assuming that the design will meet irrigation requirement at the end of the border:

$$t_r = \tau_{req} + t_L \quad (15.19)$$

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

[8] Compute the depletion time, t_d (minutes) numerically, say using the Newton-Raphson method, as follows:

- a. Assume an initial guess of t_d as $t_d^i = t_r$.
- b. Determine the average Infiltration (I) by substituting $t_d = t_d^i$ in equation (15.17).
- c. Determine S_y using equation (15.16).
- d. Determine a new value of t_d as t_d^{i+1} using equation (15.18) as follows:

$$t_d^{i+1} = t_r - \frac{0.095 n^{0.47565} S_y^{0.20735} L^{0.6829}}{I^{0.52435} S_0^{0.237825}} \quad (15.20)$$

- e. Compare the initial guess (t_d^i) with the new computed value (t_d^{i+1}). If both values are equal, then t_d is the right value and continue with step 9. Otherwise, set $t_d^i = t_d^{i+1}$ and repeat steps b through e.

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

[9] Determine the infiltrated depth at border inlet (Z_o) and compare it with Z_{req} to determine the status of irrigation (complete irrigation: $Z_o \geq Z_{req}$; deficit irrigation $Z_o < Z_{req}$):

$$Z_o = kt_d^a + f_0 t_d \quad (15.21)$$

[10] If irrigation is complete, then determine T_{co} and E_a as follows:

$$T_{CO} = t_d - \frac{y_0 L}{2Q_0} \quad (15.22)$$

$$E_a = \frac{Q_{req} L}{Q_0 T_{CO}} \quad (15.23)$$

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

[11] In the case of deficit irrigation, increase the cutoff time and compute the new t_r value as follows:

- a. Calculate the new T_{co} by substituting τ_{req} in place of t_d in equation (15.13).
- b. Calculate the average infiltration (I) by substituting $t_d = \tau_{req}$ in equation (15.17)
- c. Calculate S_y using equation (15.16)
- d. Calculate t_r by substituting $t_d = \tau_{req}$ in equation (15.17)

Simplified Border Irrigation Design (Contd.)

e. Calculate Z_L :

$$Z_L = k(t_r - t_L)^a + f_0(t_r - t_L) \quad (15.24)$$

f. Compute E_a

$$E_a = \frac{Z_{req}L}{Q_0 T_{co}} \quad (15.25)$$

[12] Check if the water availability is satisfied and repeat steps 4 to 12 for other unit inflow rates. Choose the design which gives the maximum E_a value.

THANK YOU

Border Irrigation Method Método de riego fronterizo

Professor Vijay P. Singh, Ph.D. D.Sc., P.E., P.H. Hon. D.WRE
Distinguished Professor
Regents Professor

Caroline & William N. Lehrer Distinguished Chair in Water Engineering

Honorary Professor , Beijing Normal University, China

Honorary Professor , Sichuan University, Chengdu, China

Distinguished Visiting Professor, Indian Institute of Technology Roorkee,
India

Department of Biological and Agricultural Engineering &
Zachry Department of Civil Engineering

Franjas

- Es una franja delimitada por crestas bajas.
- Un campo dividido en franjas mediante la construcción de crestas paralelas a lo largo de la pendiente.
- Las franjas fronterizas pueden ser:
 - Borde de nivel
 - Borde graduado
- Las fronteras de nivel pueden ser:
 - Abierto:
 - Si el extremo aguas abajo está abierto, el agua se drenará libremente del borde
 - Cerrado (diqueado):
 - Está diqueado en el extremo aguas abajo que conduce a una mayor eficiencia y uniformidad.

Franjas (continuación)

- Las fronteras se construyen en terrenos de baja pendiente o nivelados o que pueden nivelarse económicamente sin reducir la productividad del campo.
- En terrenos que tienen pendiente excesiva y topografía ondulada, los bordes del terreno también se colocan a través de la pendiente longitudinal siguiendo contornos
- Los bordes del contorno tienen una pendiente longitudinal uniforme y sin pendiente transversal.
- La fuente de agua para el riego del borde suele ser una zanja o canal que fluye perpendicular a los bordes o una tubería o tubo de baja presión.
- El método de riego en la frontera es adecuado para cultivos cercanos, como trigo, cebada, legumbres y forrajes, pero no para arroz que requiere agua estancada.
- No es adecuado para suelos con tasas de ingesta muy bajas y muy altas.

Diseño de franjas

- Un diseño de borde típico, consiste en una serie de tiras que corren paralelas al límite del campo
- Fuente de agua en el extremo aguas arriba y zanja de drenaje en el extremo aguas abajo
- Los bordes de contorno dividen el campo en una serie de tiras que siguen los contornos donde cada tira se nivela en sentido transversal, formando una serie de bancos
- La diferencia de elevación entre bancos consecutivos debe limitarse a 30 cm y no debe exceder los 60 cm en ningún caso.

Diseño de franjas (continuación)

- El diseño del borde también depende del tamaño del campo, la ubicación de la fuente de agua y el largo y ancho de los bordes.
- Si un campo es pequeño y la capacidad de infiltración del suelo es baja, los bordes se extienden a lo largo de todo el campo.
- Si el campo es grande y su capacidad de infiltración del suelo es alta, entonces pueden ser necesarios dos o más bordes a través del campo.
- Es deseable tener la fuente de suministro de agua ubicada que permita que todas las fronteras sean irrigadas por gravedad.

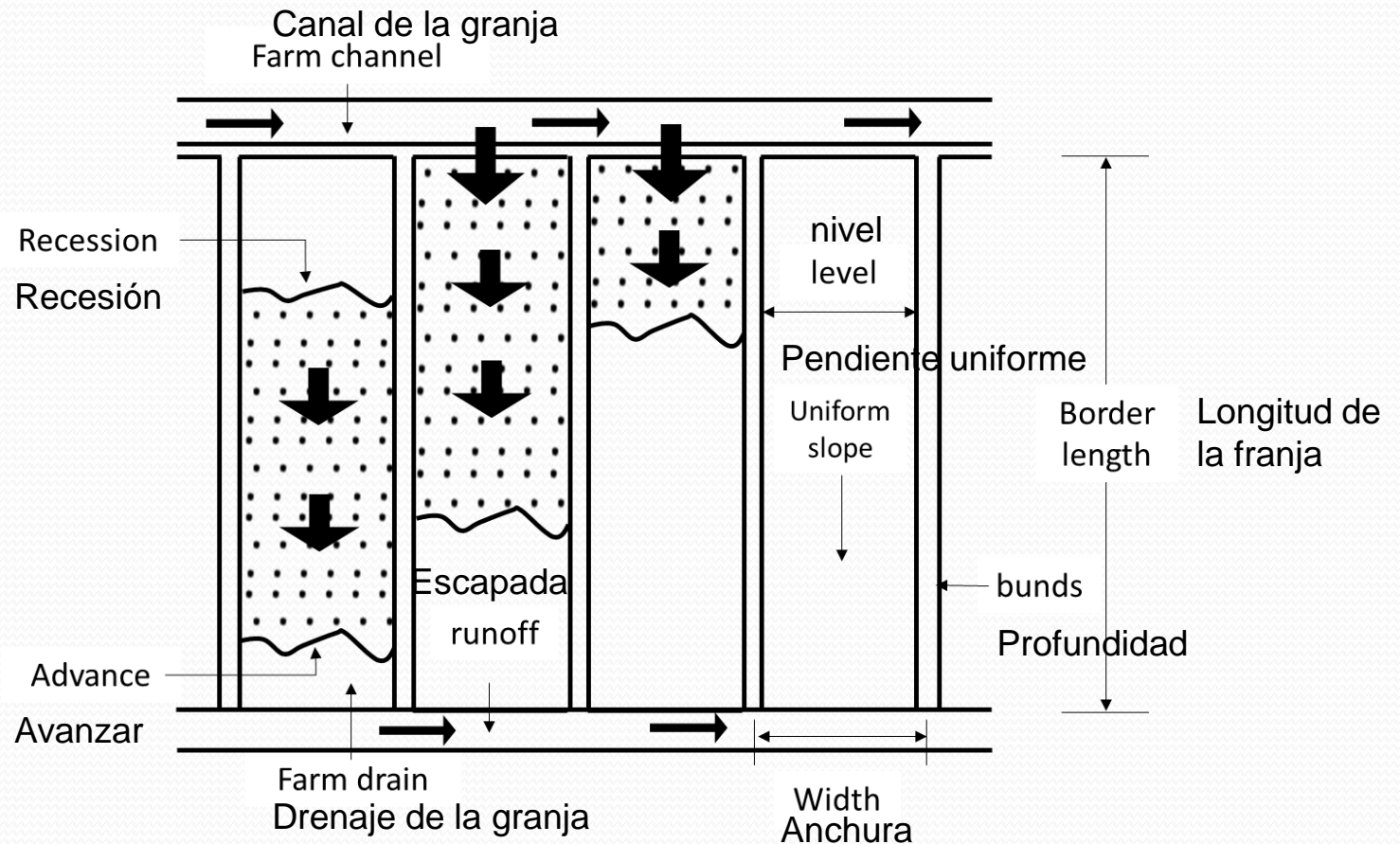


Figura 1. Diseño típico para el sistema de riego de borde gradual (Fuente: Jurriens et al. 2001)

- Los bordes de contorno dividen el campo en una serie de tiras que siguen los contornos donde cada tira se nivela en sentido transversal, formando una serie de bancos,

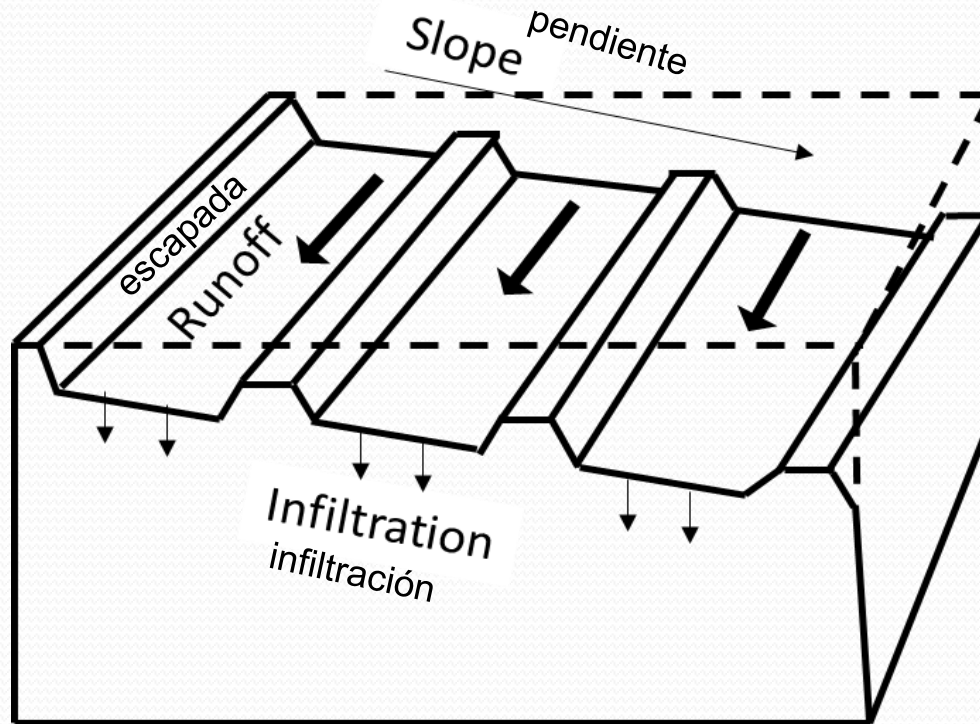


Figura 2. Riego del contorno del borde

Longitud de la franja

- Longitud de la frontera
- Depende de:
 - Tamaño del campo
 - Características del suelo
- Pendiente topográfica
- Tamaño de la corriente
- Profundidad de riego requerida
- La longitud del borde puede ser más larga en suelos pesados que en suelos ligeros, y puede ser más larga en el mismo suelo con un tamaño de arroyo más grande.
- El borde puede ser más largo en pendientes más pronunciadas, pero se deben tomar precauciones contra la erosión
- La longitud de la cuenca pequeña puede tener un mejor

Longitud de la franja (continuación)

- Booher (1974) ha informado que se puede lograr un rendimiento de riego aceptable con longitudes de borde de hasta 800 m en suelos de bajo consumo, mientras que se puede requerir una longitud de menos de 100 m en suelos de alto consumo.

Longitud de la franja (continuación)

Tabla 1. Longitudes de borde típicas para diferentes suelos (Fuente: Booher, 1974)

Típica longitud de franja

Soil suelo	Typical border length	
	(m)	(ft)
Clay arcilla	180-350	600-1150
Clay loam Arcilla franca	90-300	300-1000
Sandy loam Marga arenosa	90-250	300-800
Loamy sand Arena arcillosa	75-150	250-500
Sand Arena	60-90	200-300

Longitud de franja (continuación)

Tabla 2. Dimensiones típicas de la franja fronteriza en metros en relación con el tipo de suelo, la pendiente, la profundidad de riego y el tamaño del arroyo (Fuente: Savva y Frenken 2002)

Soil type	Slope (%)	Depth applied (mm)	Flow (l/sec)	Strip width (m)	Strip length (m)
Coarse	0.25	50	240	15	150
		100	210	15	250
		150	180	15	400
	1.00	50	80	12	100
		100	70	12	150
		150	70	12	250
	2.00	50	35	10	60
		100	30	10	100
		150	30	10	200
Medium	0.25	50	210	15	250
		100	180	15	400
		150	100	15	400
	1.00	50	70	12	150
		100	70	12	300
		150	70	12	400
	2.00	50	30	10	100
		100	30	10	200
		150	30	10	300
Fine	0.25	50	120	15	400
		100	70	15	400
		150	40	15	400
	1.00	50	70	12	400
		100	35	12	400
		150	20	12	400
	2.00	50	30	10	320
		100	30	10	400
		150	20	10	400

Savva y Frenken (2002) han presentado longitudes de borde típicas, como se muestra en las Tablas 15.2 y 15.3, para granjas pequeñas y grandes, respectivamente.

Longitud de la franja (continuación)

Savva y Frenken (2002) han presentado longitudes de borde típicas, como se muestra en las Tablas 15.2 y 15.3, para granjas pequeñas y grandes, respectivamente.

Tabla 3. Anchuras y longitud máximas de borde sugeridas para esquemas de riego de pequeños propietarios (Fuente: Savva y Frenken 2002)

[El flujo se da por metro de ancho del borde. El flujo total hacia un borde es igual al flujo unitario multiplicado por el ancho del borde en metros.]

Soil type	Border strip slope (%)	Unit flow per meter width (l/sec)	Border strip width (m)	Border strip length (m)
Sand (infiltration greater than 25 mm/h)	0.2-0.4	10-15	12-30	60-90
	0.4-0.6	8-10	9-12	80-90
	0.6-1.0	5-8	6-9	75
Loam (infiltration of 10 to 25 mm/h)	0.2-0.4	5-7	12-30	90-250
	0.4-0.6	4-6	9-12	90-180
	0.6-1.0	2-4	6	90
Clay (infiltration less than 10 mm/h)	0.2-0.4	3-4	12-30	180-300
	0.4-0.6	2-3	6-12	90-180
	0.6-1.0	1-2	6	90

Ancho del borde (continuación)

- Booher (1974) ha recomendado que la diferencia en las elevaciones de las crestas de un borde no debe exceder los 3 cm (1 pulg.) O la diferencia entre las elevaciones de la superficie del suelo de los lados cuesta arriba y cuesta abajo de una cresta no debe exceder los 6 cm (2 pulg.)
- Por lo tanto, el ancho del borde no debe exceder los 9 m (30 pies) en una pendiente transversal de 1.0 por ciento ($9 \text{ cm} / 0.01 = 9 \text{ m}$).
- Alternativamente, todo el campo se puede clasificar a una pendiente uniforme del 1 por ciento y el ancho máximo será de $3 \text{ cm} / 0.01 = 3 \text{ m}$. Para pendiente de campo cero y pendiente transversal de 1 por ciento, el ancho puede ser de $6 \text{ cm} / 0.01 = 6 \text{ m}$ (20 pies).

Ancho de la franja o borde

- El ancho de un borde también depende del tamaño del arroyo y la declinación de la tierra y puede ser de 3 a 30 m.
- Para tamaños de arroyo pequeños, el ancho puede ser menor pero no inferior a 3 m en ningún caso. El ancho no debe ser mayor de 9 m en pendientes transversales del 1% (James, 1988).
- Si se usa maquinaria para el cultivo, entonces el ancho debe ser suficiente para permitir una pasada. Sin embargo, el ancho debe ser suficiente para permitir un número par de pasadas.

Ancho del borde o franja

- Los valores del ancho máximo del borde, dependiendo de la pendiente, han sido dados por el Servicio de Conservación del Suelo (1974), como se muestra en la Tabla 15.4.

Tabla 15.4 Anchuras máximas de borde recomendadas para diferentes pendientes en la dirección de la pendiente (Fuente: Servicio de Conservación del Suelo, 1974)

Slope (%)	Maximum border width	
	(m)	(ft)
Level	60	200
0.0-0.1	35	120
0.1-0.5	20	60
0.5-1.0	15	50
1.0-2.0	12	40
2.0-4.0	9	30
4.0-6.0	6	20

Pendiente de la franja o borde

- Tres cuestiones deben considerarse en la pendiente.
- (1) Las fronteras deben tener suficiente pendiente para permitir que el agua fluya aguas abajo sobre la superficie.
- (2) Debería permitir que algo de agua se infiltre en el suelo, pero evitar la filtración profunda en el extremo aguas arriba.
- (3) La velocidad del flujo no debe ser grande para causar una erosión significativa del suelo.

Pendiente de la franja o borde

- La pendiente máxima depende del potencial de erosión del suelo.
- Savva y Frenken (2002) sugieren una pendiente mínima de 0.05-0.1% necesaria para que el agua fluya río abajo sobre la frontera.
- La pendiente del suelo es generalmente mayor en suelos de textura gruesa (0.25 a 0.6% para arena) que en suelos de textura fina (0.05 a 0.20% para arcilla, 0.20% - 0.40% para margas) (Michael, 1978).

Pendiente de la franja o borde

- La pendiente más grande se puede usar en condiciones de césped que en condiciones de cobertura sin césped.
- Con el fin de mejorar la uniformidad de la aplicación del riego en la frontera, puede ser necesario suavizar la tierra para eliminar surcos o depresión que concentran el flujo.
- Puede ser necesario ajustar las pendientes para mejorar la eficiencia del riego.
- Booher (1974) recomendó pendientes mínimas de 0.2 a 0.3 por ciento y pendientes máximas de 2 por ciento para margas arenosas y hasta 7 por ciento para suelos arcillosos pasturados con agregados estables al agua.

Crestas fronterizas

- Crestas:
- El ancho y la altura superiores de la cresta del borde deben ser aproximadamente iguales
- La altura debe ser suficiente para acomodar la máxima profundidad de flujo.
- Se debe proporcionar un francobordo de unos 2,5 cm.
- La pendiente lateral no debe ser mayor que 2.5: 1 para suelos cohesivos y 3: 1 para suelos no cohesivos
- La profundidad máxima de flujo se puede determinar utilizando la ecuación de Manning como:

$$(15.1) \quad y_{\max} = \left(\frac{Q_{\max} n}{60 S_0^{0.5}} \right)^{3/5}$$

donde y_{\max} = profundidad de flujo máxima en la entrada del borde (m)

Crestas fronterizas

- La profundidad de flujo, d , en el extremo aguas arriba de un borde también se puede obtener como $d =$

$$K_1 T_L^{\frac{3}{16}} Q^{\frac{9}{16}} n^{\frac{3}{8}} \quad \text{for } S_o \leq 0.4\% \quad (15.2)$$

$$d = K_2 Q^{0.6} n^{0.6} S_o^{-0.3} \quad \text{for } S_o > 0.4\% \quad (15.3)$$

d es la profundidad de flujo normal en el extremo aguas arriba del borde (mm, pulg.);

T_L es el tiempo de retraso (minutos); Q es el tamaño de la corriente ($m^3 / s / m$, $ft^3 / s / ft$);

n es el factor de rugosidad de manning; S_o es la pendiente del borde (m / m , $ft./ft.$);

K_1 es la unidad constante igual a 2454 para Q en $m^3 / s / m$ y d en mm, e igual a 25.4 para Q en $ft^3 / s / ft$ y d en in.;

K_2 es la unidad constante igual a 1000 para Q en $m^3 / s / m$ y d en mm, e igual a 9.46 para Q en $ft^3 / s / ft$ y d en in.

Número de bordes y número de conjuntos

- Se puede determinar seleccionando la tasa de entrada de la unidad (tasa de flujo por unidad de ancho del borde) que está en el rango de las tasas de entrada máxima y mínima
- El ancho establecido que contiene un número par de bordes de ancho satisfactorio para facilitar otras operaciones agrícolas puede calcularse como:

$$(15.4) \quad W_b = \frac{Q}{Q_0}$$

donde Q = suministro total de agua (m^3 / min)

Q_0 = tasa de entrada de la unidad ($m^3 / \text{min} / m$)

W = ancho de campo (m)

W_b = ancho del conjunto de bordes (m) que contiene un número par de bordes de ancho satisfactorio.

El número entero de conjuntos (N_b) se puede obtener como

(15.5)

$$N_b = \frac{W}{W_b}$$

Suministro de agua

- Entrega de agua:
- El agua se entrega desde la fuente de suministro al campo a través de
 - Canal abierto
 - Una tubería de baja presión.
- Para una granja, el sistema de entrega debe tener la capacidad suficiente para satisfacer la demanda de riego en todas partes de la granja
- El sistema de suministro de agua está diseñado con el conocimiento de:
 - Tasa de entrada
 - Longitud del borde
 - Pendiente de la frontera
- Número de bordes por juego (ancho del juego)

Tiempo de corte (tiempo de entrada)

- Un evento de riego de borde se define por la duración dentro de la cual ocurre la profundidad de riego deseada al final del borde
- Una cantidad sustancial de almacenamiento en la superficie permanece en el borde en el momento en que se corta la entrada
- Esta agua se infiltra y sale de la frontera durante las fases de agotamiento y recesión.
- El tiempo de recesión al final de la frontera es igual a la suma del tiempo de avance y el tiempo de oportunidad de admisión
- Conociendo el tiempo de recesión, el tiempo de agotamiento y el tiempo de corte deben calcularse para cada tasa de entrada elegida

Tamaño de la corriente de riego

- La velocidad de entrada y el límite de tiempo son variables de diseño clave en el riego de bordes y ofrecen la máxima flexibilidad en el proceso de diseño.
- El tamaño de la corriente debe ser tal que el agua se extienda adecuadamente a lo ancho del borde y debe llegar al final del borde.
- El Servicio de Conservación de Suelos (USDA, 1974) proporcionó las siguientes pautas para seleccionar la tasa máxima de entrada no erosiva (Q_{\max}) y la tasa mínima de entrada (Q_{\min}). Q_{\max} para cultivos que no forman césped (alfalfa y grano pequeño) se puede obtener como:

$$Q_{\max} = 0.01059S_0^{-0.75} \quad (15.8)$$

donde Q_{\max} está en $m^3 / \text{min} / m$ y S_0 en m / m .

Para cultivos densos que forman césped, el valor de Q_{\max} puede ser el doble que el obtenido de la ecuación (4).

Tamaño de la corriente de riego

- El valor de Q_{\min} se puede obtener como:

$$(15.9) \quad Q_{\min} = \frac{0.000357LS_0^{0.5}}{n}$$

donde Q_{\min} está en $m^3 / \text{min} / \text{my}$ S_0 en m / m

El tamaño del flujo debe estar dentro del rango de velocidades de entrada mínimas y máximas que resulten en la máxima eficiencia de la aplicación.

Diseño simplificado de riego fronterizo

- Siguiendo a Walker y Skogerboe (1987), se supone que el perfil del agua superficial en el momento del corte del flujo de entrada (TCO) y que al final del agotamiento (t_d), que también es el comienzo de la recesión (t_r), son líneas rectas con puntos finales correspondientes a condiciones de flujo uniformes, como se muestra en la Figura 15.3.
- Además, la profundidad en el extremo aguas abajo (y_L) permanece constante y la escorrentía (Q_r) ocurre a una velocidad constante durante la fase de agotamiento. Durante las fases de agotamiento y recesión, la suma de infiltración (I) y escorrentía (Q_r) es igual a la tasa de entrada de la unidad de precorte (Q_0).

Diseño simplificado de riego fronterizo

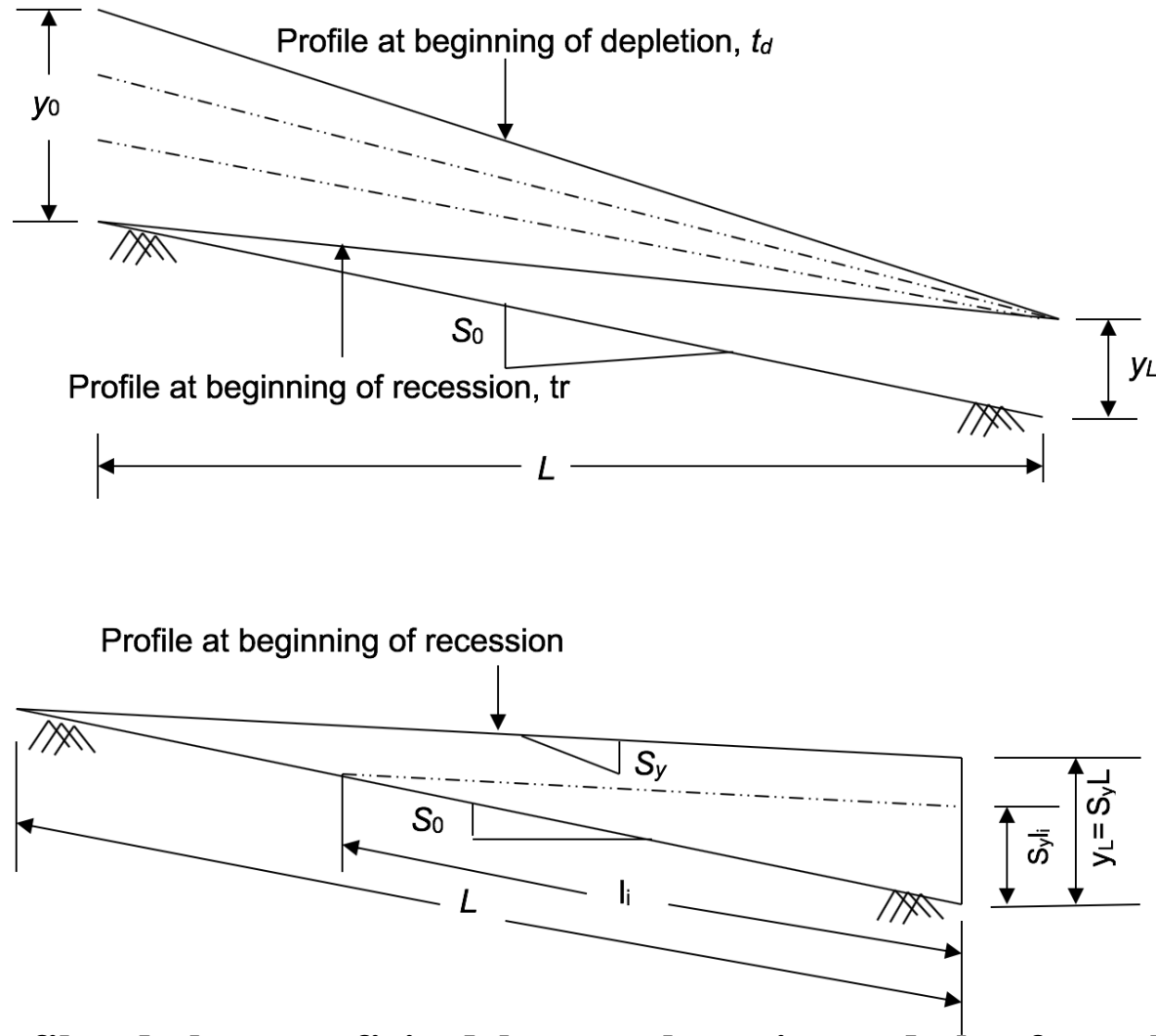


Figura 15.3 Perfiles de la superficie del agua al comienzo de las fases de agotamiento y

Diseño simplificado de riego fronterizo

- En la figura 15.3, se ve que el tiempo requerido desde el corte del flujo de entrada hasta el final de la fase de agotamiento (es decir, cuando la profundidad aguas arriba se convierte en cero) es igual al tiempo requerido para eliminar el volumen de agua definido por el triángulo de longitud L y altura y_0 a una tasa constante de Q_0 a través de infiltración y escorrentía. Esto se puede expresar como:

$$t_d = T_{CO} + \frac{y_0 L}{Q_0} \quad (15.13)$$

Diseño simplificado de riego fronterizo (cont.)

- Al comienzo de la recesión, se supone que la profundidad del flujo cambia con la distancia a una velocidad uniforme en toda la longitud del borde y su pendiente se puede expresar como:
$$S_y = \frac{y_L t_d}{L} \quad (15.14)$$
- donde y_L es una función de Q_r en el tiempo t_d que se puede determinar como:

- $$Q_r(t_d) = Q_0 - I \times L = A \frac{R^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (15.15)$$

- donde A es el área de la sección transversal por unidad de ancho, y R es el radio hidráulico igual a A / WP , WP = el perímetro mojado, e I es la tasa de infiltración promedio (m / seg) sobre la longitud, L . Para bordes , $A = y$, y $WP = 1$ y, por lo tanto, $R = y$ o $S_y L$.

Diseño simplificado de riego fronterizo (cont.)

- Por lo tanto, con el uso de la ecuación (15.15), la ecuación (15.14) se

$$\text{convierte en } S_y = \frac{1}{L} \left[\frac{(Q_0 - I \times L) \times n}{60 \times S_0^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{3}{5}} \quad (15.16)$$

- donde se puede suponer como el valor promedio de la tasa de infiltración en el extremo aguas arriba [I (td)] y que en el extremo aguas abajo I (td-tL):
$$I = \frac{ak}{2} [t_d^{a-1} + (t_d - t_L)^{a-1}] + f_0 \quad (15.17)$$

- en el que f_0 es la tasa de infiltración constante, y a y k son parámetros de la ecuación de infiltración de Kostiakov.
- El tiempo de recesión puede determinarse mediante la ecuación dada por Walker y Skogerboe (1987) como:

- $$t_r = t_d + \frac{0.095n^{0.47565} S_y^{0.20735} L^{0.6829}}{I^{0.52435} S_0^{0.237825}} \quad (15.18)$$

Diseño simplificado de riego fronterizo (cont.)

- Ahora se puede describir un procedimiento de diseño paso a paso para bordes drenados libremente de la siguiente manera (Walker y Skogerboe, 1987):
 - [1] Obtenga información sobre las características del campo, el suelo, el cultivo y el suministro de agua.
 - [2] Determine los valores máximo ($Q_{\text{máx}}$) y mínimo ($Q_{\text{mín}}$) de la tasa de entrada unitaria Q_0 ($\text{m}^3 / \text{min} / \text{m}$) utilizando las ecuaciones (15.8) y (15.9), respectivamente. El flujo debe estar limitado dentro de la velocidad no erosiva con suficiente profundidad para extenderse lateralmente.
 - [3] Seleccione el caudal unitario (Q_0) entre Q_{max} y Q_{min} , lo que da como resultado un ancho de conjunto que comprende un número par de bordes de ancho satisfactorio y un número entero de conjuntos utilizando las ecuaciones (15.4) y (15.5),

Diseño simplificado de riego fronterizo (cont.)

[4] Determine la profundidad de entrada en la entrada y_0 (m) usando la ecuación (15.1).

[5] Calcule el tiempo requerido (τ_{req}) en minutos para satisfacer el requisito de riego.

[6] Calcule el tiempo de avance hasta el final del borde t_L (minutos).

[7] Calcule el tiempo de recesión (t_r) en minutos desde el comienzo del riego, suponiendo que el diseño cumpla con los requisitos de riego al final de la frontera:

$$t_r = \tau_{req} + t_L \quad (15.19)$$

Diseño simplificado de riego fronterizo (cont.)

[8] Calcule el tiempo de agotamiento, t_d (minutos) numéricamente, digamos usando el método Newton-Raphson, de la siguiente manera:

a. Suponga una suposición inicial de t_d como $t_d^i = t_r$.

si. Determine la infiltración promedio (I) sustituyendo $t_d = t_d^i$ en la ecuación (15.17).

do. Determine S_y usando la ecuación (15.16).

re. Determine un nuevo valor de t_d como t_d^{i+1} usando la ecuación

(15.18) de la siguiente manera:

$$t_d^{i+1} = t_r - \frac{0.095 n^{0.47565} S_y^{0.20735} L^{0.6829}}{I^{0.52435} S_0^{0.237825}}$$

(15.20)

- e. Compare la suposición inicial (t_d^i) con el nuevo valor calculado (t_d^{i+1}). Si ambos valores son iguales, entonces t_d es el valor correcto y continúe con el paso 9. De lo contrario, establezca $t_d^i = t_d^{i+1}$ y repita los pasos b hasta e.

Diseño simplificado de riego fronterizo (cont.)

[9] Determine la profundidad infiltrada en la entrada del borde (Z_0) y compárela con Z_{req} para determinar el estado del riego (riego completo: $Z_0 \geq Z_{req}$; riego deficitario $Z_0 < Z_{req}$):

$$Z_0 = kt_d^a + f_0 t_d \quad (15.21)$$

[10] Si el riego está completo, determine T_{co} y E_a de la siguiente manera: $T_{CO} = t_d - \frac{y_0 L}{2Q_0}$

$$(15.22)$$

$$E_a = \frac{Q_{req} L}{Q_0 T_{CO}} \quad (15.23)$$

Diseño simplificado de riego fronterizo (cont.)

[11] En el caso de riego deficitario, aumente el tiempo de corte y calcule el nuevo valor t_r de la siguiente manera:

a. Calcule el nuevo T_{co} sustituyendo en lugar de t_d en la ecuación (15.13).

si. Calcule la infiltración promedio (I) sustituyendo $t_d = \tau_{req}$ en la ecuación (15.17)

do. Calcular S_y usando la ecuación (15.16)

re. Calcule t_r sustituyendo en la ecuación (15.17)

Diseño simplificado de riego fronterizo (cont.)

e. Calcule Z_L :

$$Z_L = k(t_r - t_L)^a + f_0(t_r - t_L) \quad (15.24)$$

f. Compute E_a

$$E_a = \frac{Z_{req}L}{Q_0 T_{co}} \quad (15.25)$$

[12] Verifique si la disponibilidad de agua está satisfecha y repita los pasos 4 a 12 para otras tasas de entrada de la unidad. Elija el diseño que da el valor máximo de E_a .

THANK YOU
Gracias

La cosecha del agua en la Cuenca de México



TERESA ROJAS RABIELA

la pesca en el medio
lacustre y chinampero de
San Luis Tlaxialtemalco



JOSÉ GENOVEVO PÉREZ ESPINOSA

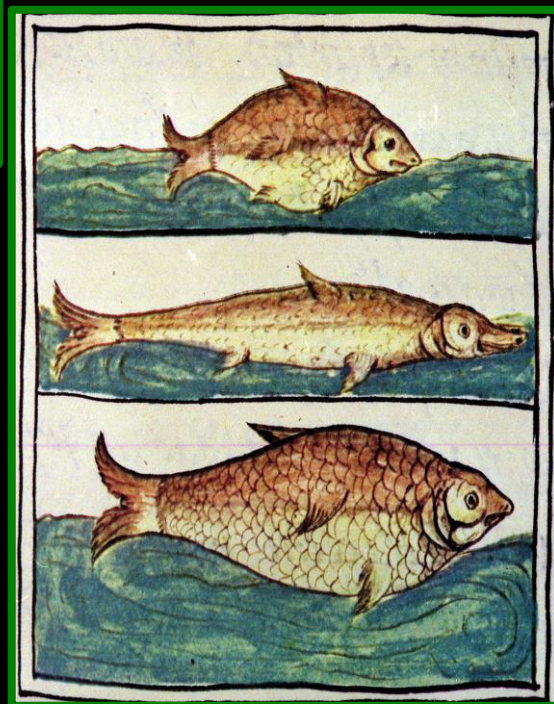


historias
ciesas

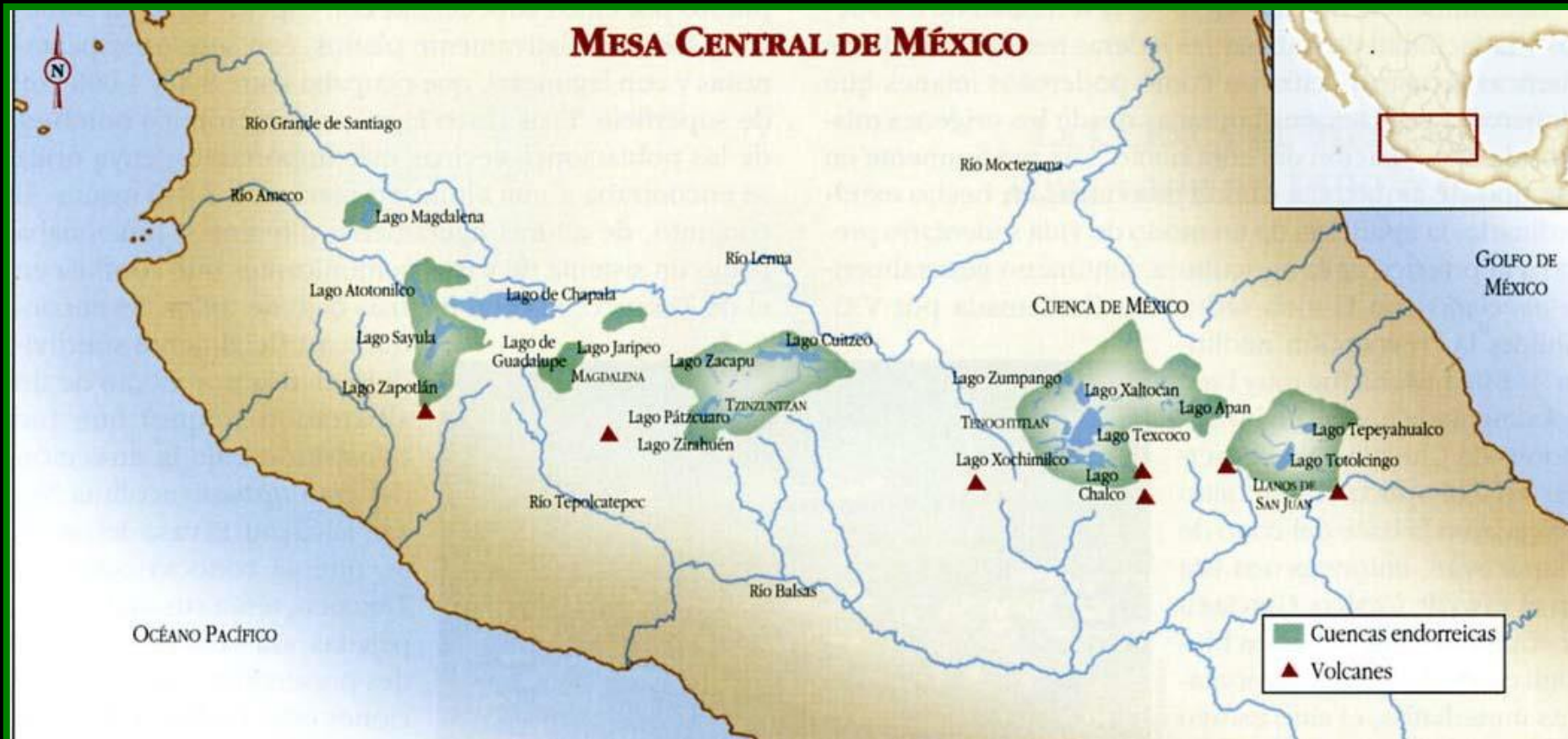




COSECHA DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS EN LOS LAGOS DE LA CUENCA DE MÉXICO



**CUENCAS ENDORREICAS Y RÍOS EN EL EJE NEOVOLCÁCNICO:
REGIONES CON ABUNDANCIA DE RECURSOS ALIMENTICIOS
NO AGRÍCOLAS, PROVENIENTES DE RÍOS Y LAGOS**





México: Imagen desde el espacio

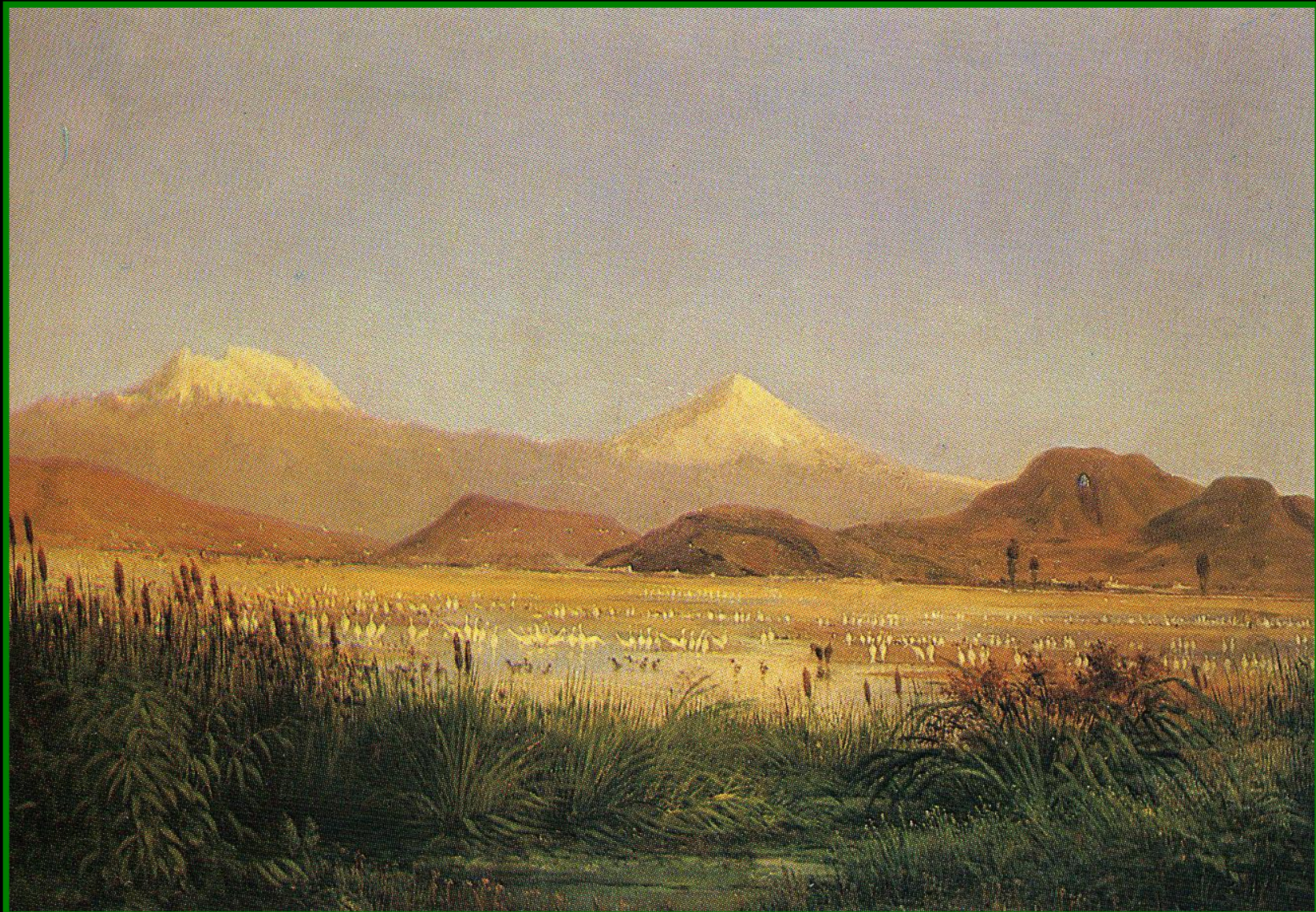
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Mosaico 2002 de imágenes Modis sin nubes del satélite Terra,
bandas 1, 4, 3 (RGB), resolución espacial 250 metros,
sobre un modelo digital de terreno.



SISTEMA LACUSTRE DE LA CUENCA DE MÉXICO, PROFUNDAMENTE TRANSFORMADO POR LA ACCIÓN HUMANA DURANTE LOS SIGLOS XV Y XVI, MEDIANTE:

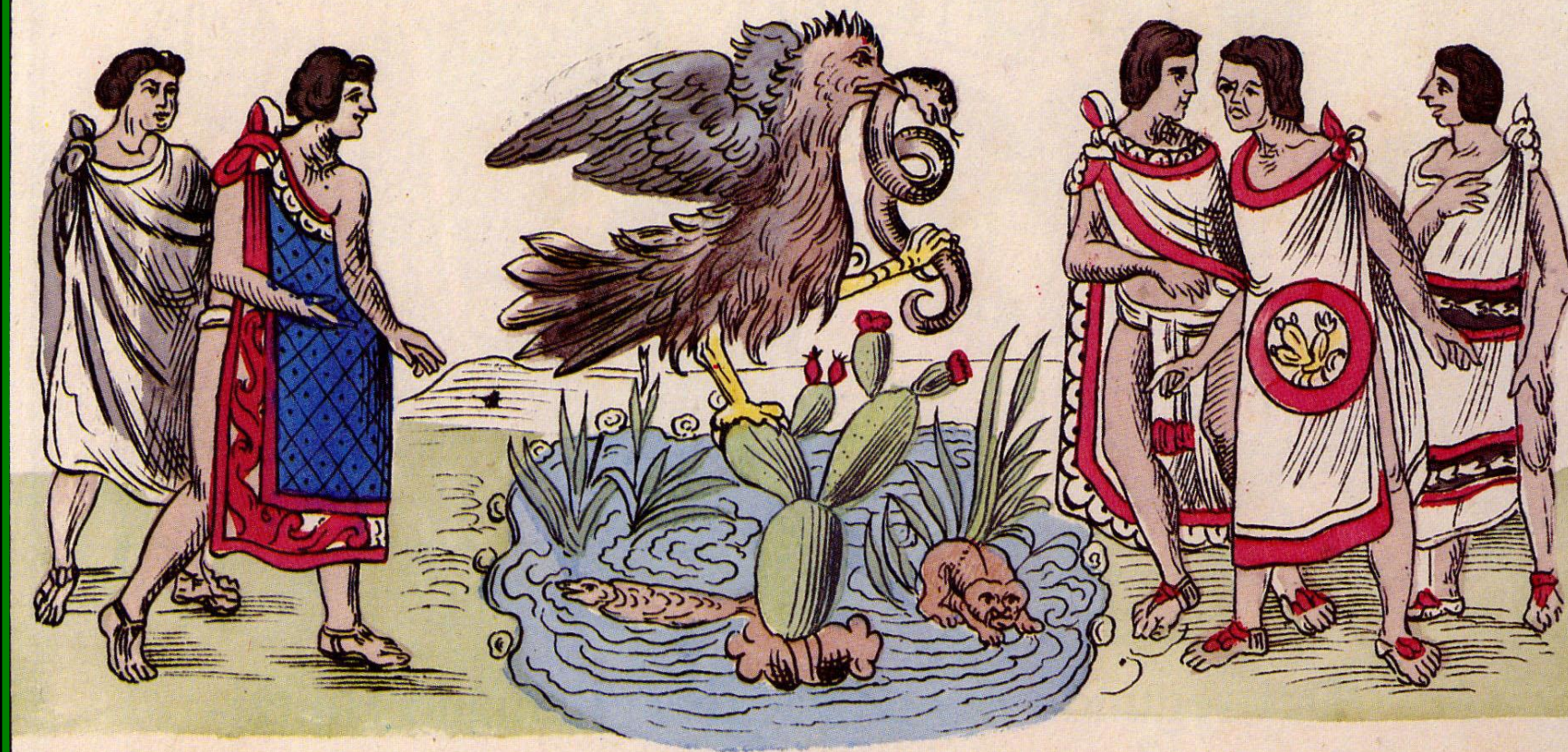
CONSTRUCCIÓN DE DIQUES, DESVÍO DE RÍOS, TERRAZAS AGRÍCOLAS, CONSTRUCCIÓN DE SUELO ARTIFICIAL, URBANO Y AGRÍCOLA (CHINAMPAS)

CUENCA DE MÉXICO: FOCO DE ATRACCIÓN DE POBLACIONES HUMANAS Y ANIMALES DESDE LOS LEJANOS TIEMPOS DE LA COLONIZACIÓN DEL CONTINENTE AMERICANO



**TENOCHTITLAN EN UNA ISLA EN MEDIO DEL LAGO DE
TEXCOCO: TULAR, PECES, AHUÍZOTL O PERRO DE AGUAS**

CAP.º 5.º

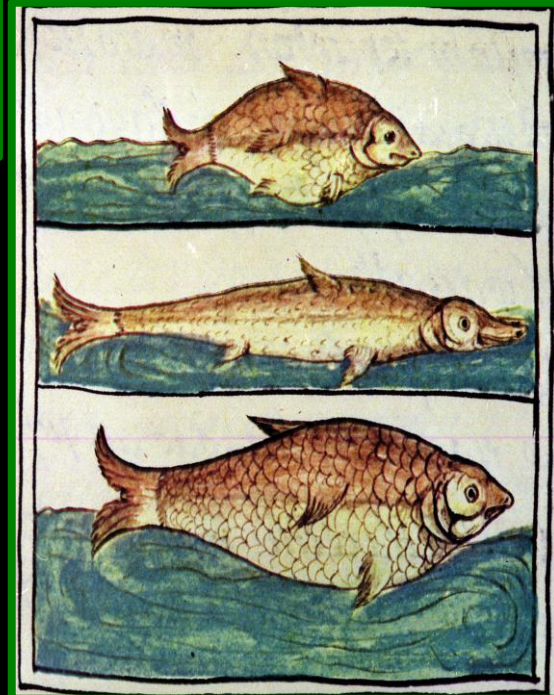


MAPA DE LA CIUDAD Y CUENCA DE MÉXICO CA. 1554 (UPSALA)





COSECHA DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS EN LOS LAGOS DE LA CUENCA DE MÉXICO



**OPOCHTLI, DEIDAD DE LOS PESCADORES.
INSTRUMENTOS DEL OFICIO:
FISGA O *MINACACHALLI*, REMO, RED Y ???**





**AMBIENTE LACUSTRE
DEL SUR DE LA
CUENCA DE MÉXICO:
XOCHIMILCO,
TLÁHUAC, MIZQUIC,
CHALCO.**

**CANALES,
CALZADAS,
ALBARRADAS,
ISOLOTES,
CIUDAD DE MÉXICO,
CANOAS,
PESCA,
CAZA DE AVES...**

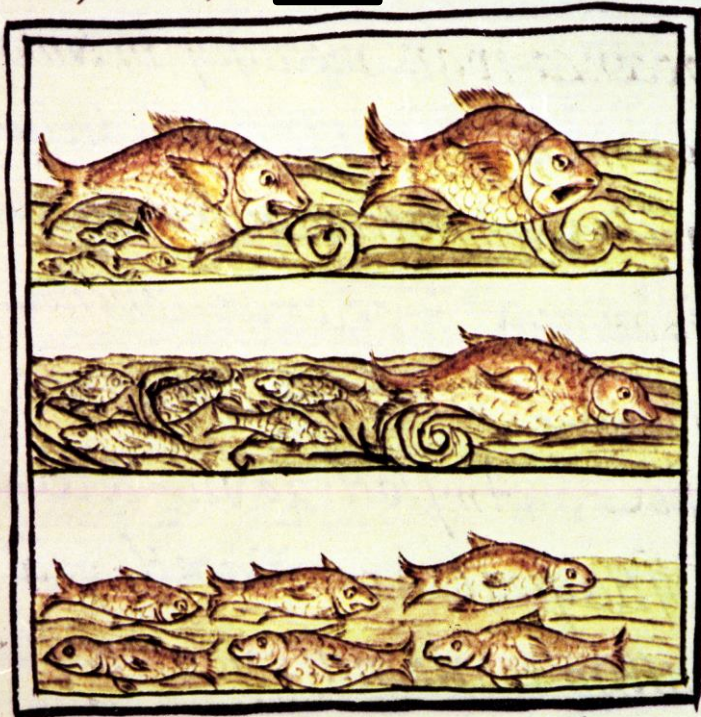
***MAPA DE UPSALA,
CA. 1550***

PECES:

1. TOPOTLI, AMÍLOTL Y XOUILIN

2. MICHZACUAN, YAYAUHQUI MICH, IZTACMICHIN Y MICHTEUHTLI

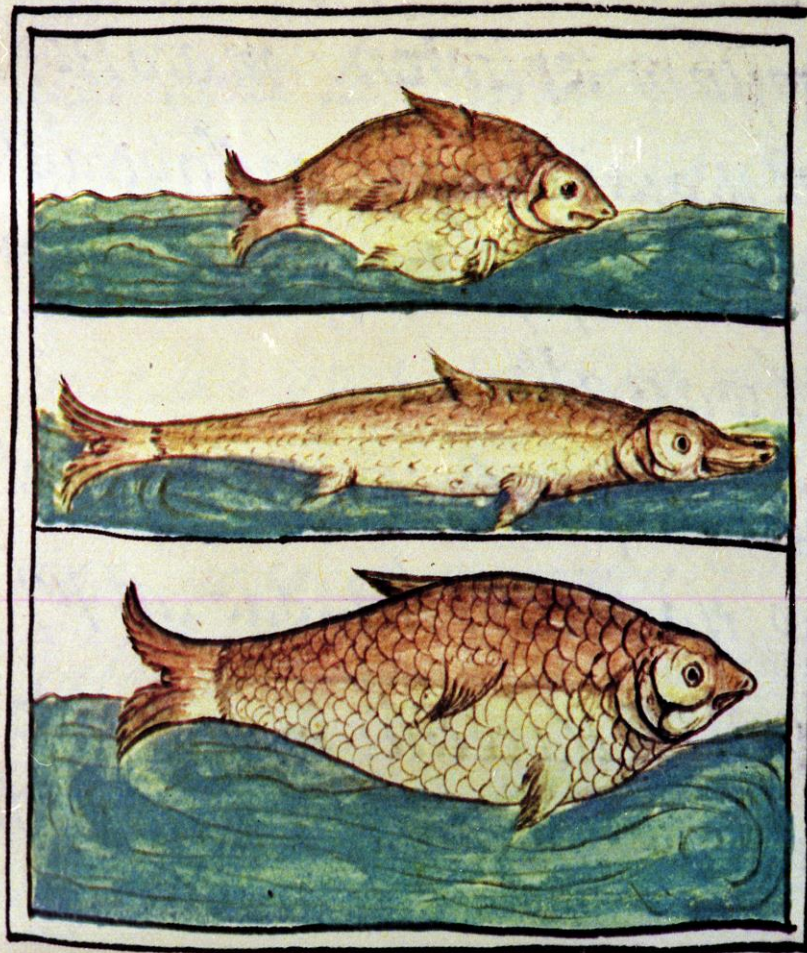
los que aquí se seponen.



Los Peces tostados, y en bueltos en hoja de macorcas se llaman mich

nen como camuño y se se
nores.

(1)



lla

Q

10

my
in
ma
qua
Inj
in
cu
na
ac
tm
te

APRENDIENDO A PESCAR CON
SALABRE DESDE LA CANOA,
A LA EDAD DE 14 AÑOS,
SEGÚN EL *CÓDICE MENDOCINO*



PESCADOR USANDO RED
MANUAL O SALABRE

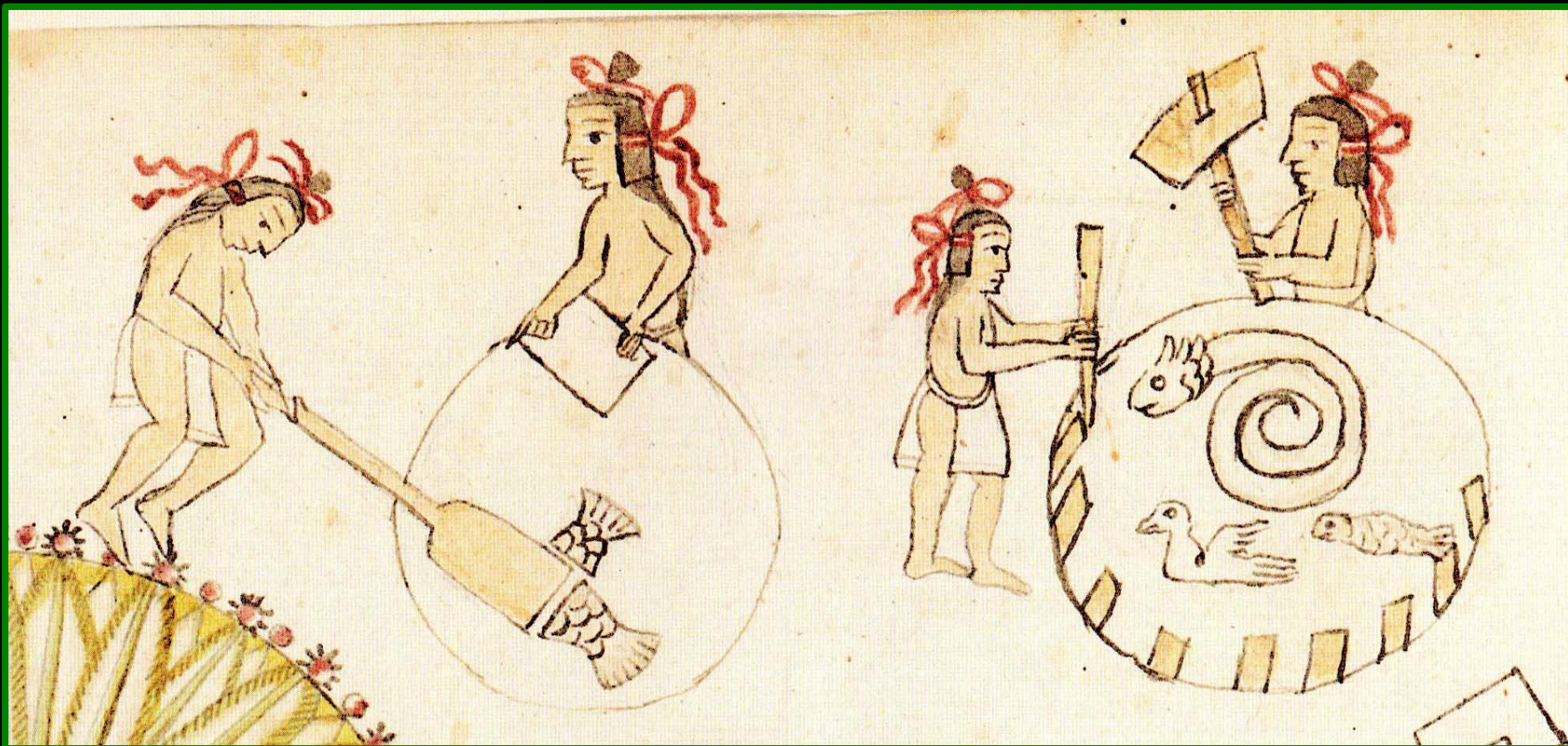


¶ El que trata en carne tien
ganado, caca, yerba, yansi v
de carne de todo genero: de ga
na, de venados, de conejos, o a

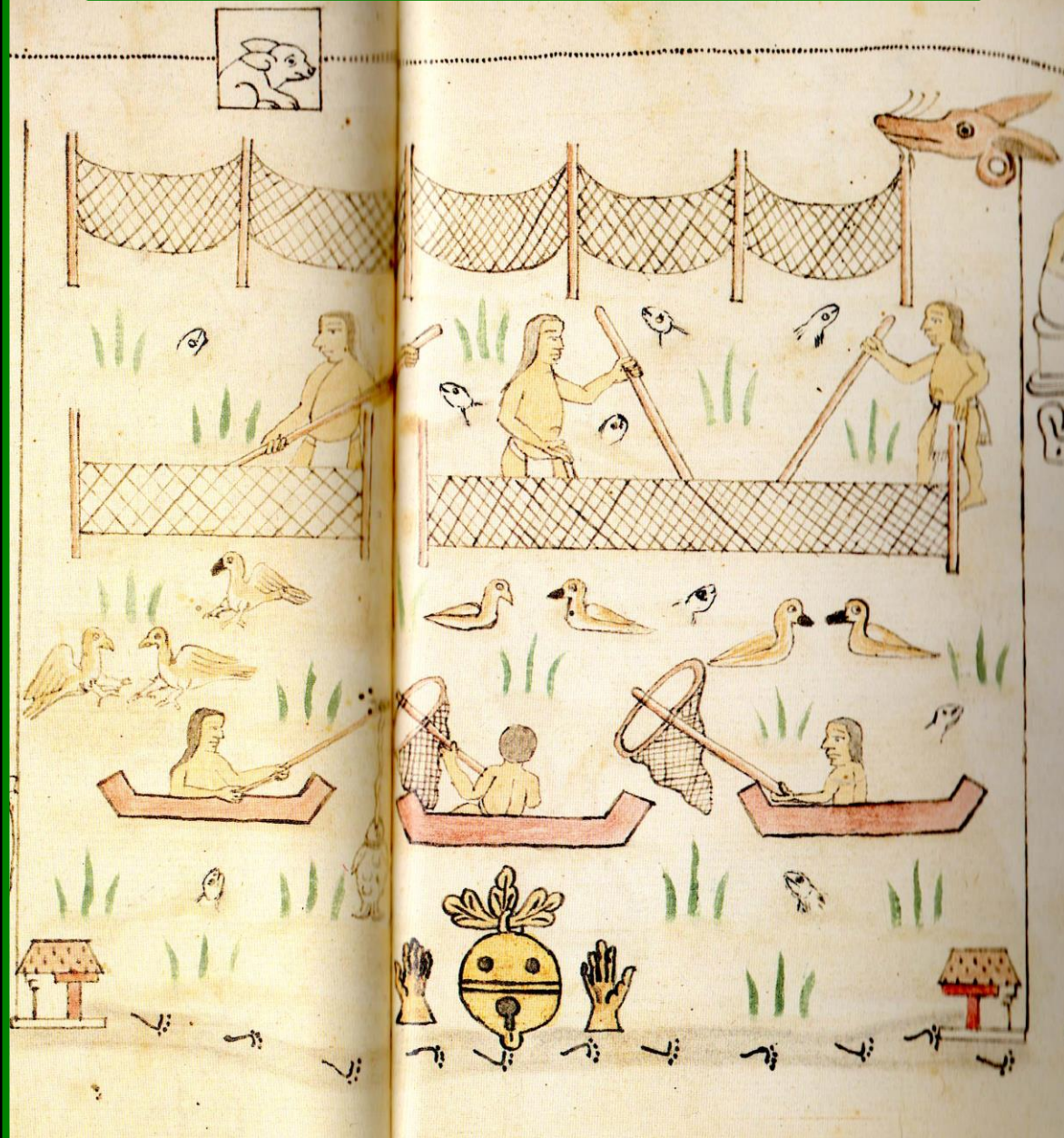


ATLATL O LANZADARDOS PARA CAZAR AVES, TOMADA EN ATENCO, TEXCOCO, NOVIEMBRE 1934, POR G. MONTELL

DOS MÉTODOS DE PESCA Y CAZA DE ESPECIES ACUÁTICAS, A MANO Y A MANERA DE “ENCIERRO”



1. PESCA CON ANZUELO Y SALABRES
2. CAZA DE AVES CON REDES



CUENCA DE MÉXICO: FOCO DE ATRACCIÓN DE POBLACIONES HUMANAS Y ANIMALES DESDE LOS LEJANOS TIEMPOS DE LA COLONIZACIÓN DEL CONTINENTE AMERICANO



CAZA DE AVES EN REDES EN EL LAGO DE TEXCOCO



icmorvialona a
 hyc flava, iuhq
 nacoa —

Qateponaztli. y
 ioti, y oam a to to
 thviac, ten vitate
 tic, coziaiatte.
 ateponaztli: m
 conaquja nyten
 teponacoa iceag
 na. Atvtoim: an
 ilaqujani —

QXomottl: omjto
 QAcacalottl: omjto
 QAstattl: omjto m m
 QAcujcujialottl: an
 loth omjto. I m
 icaxioa, nyc a
 korvilo, xomeca
 lo.

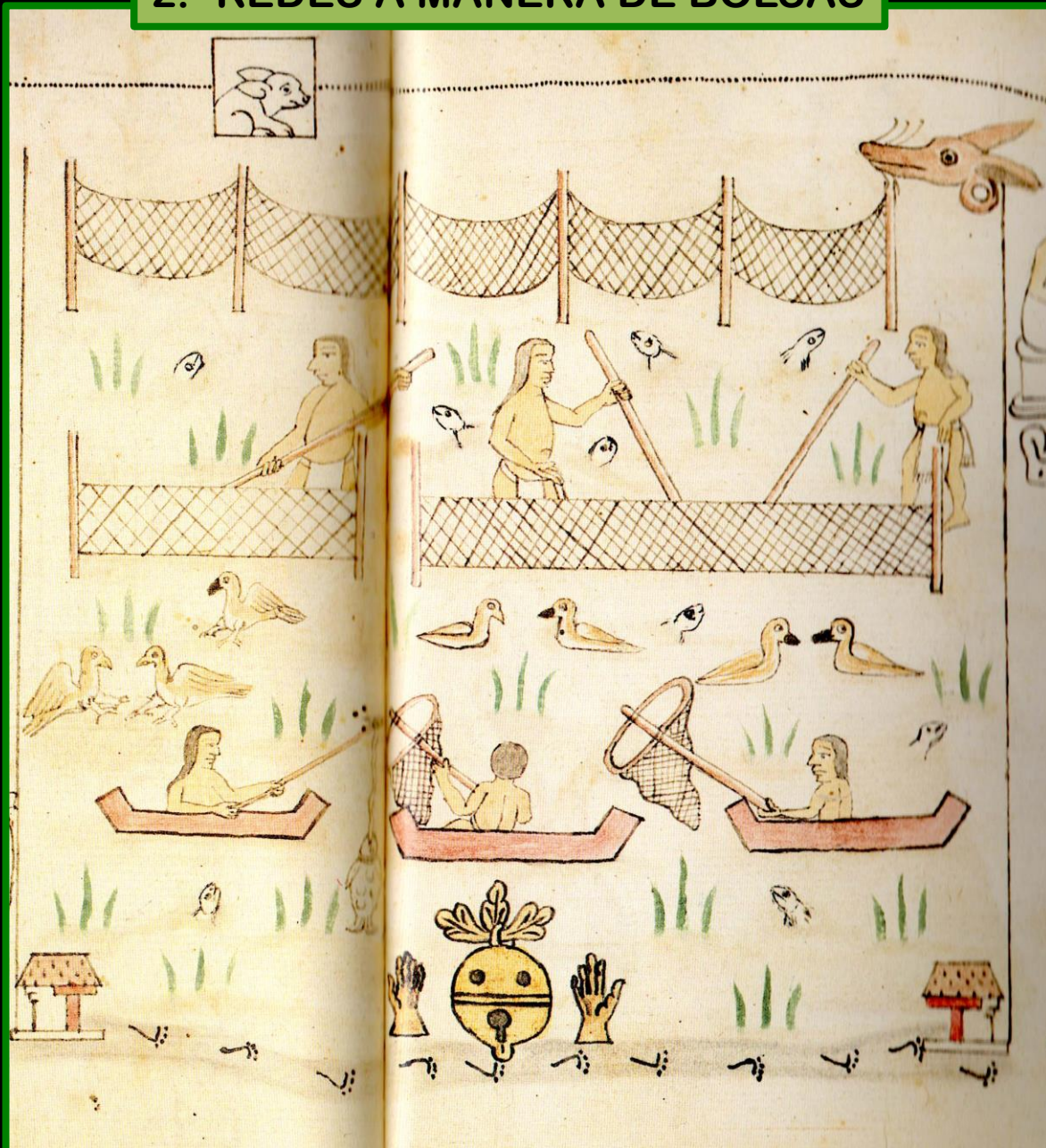
**CHICHICUILOTES: A TEMPRANA
 HORA SE COBRAN LAS REDES**



35. A temprana hora se cobran las redes de chicuilotes jun

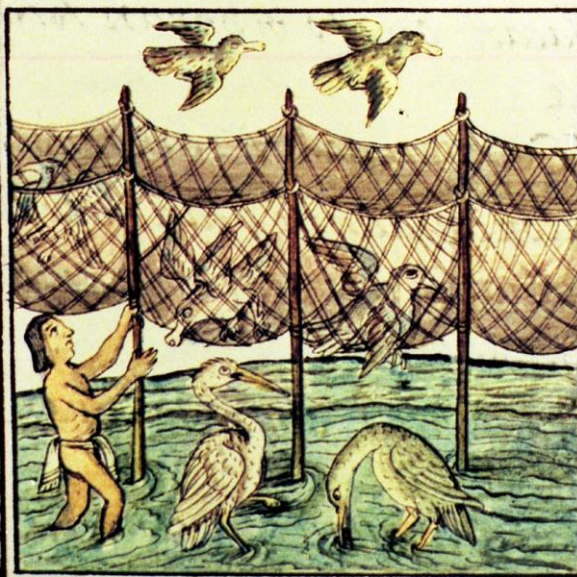
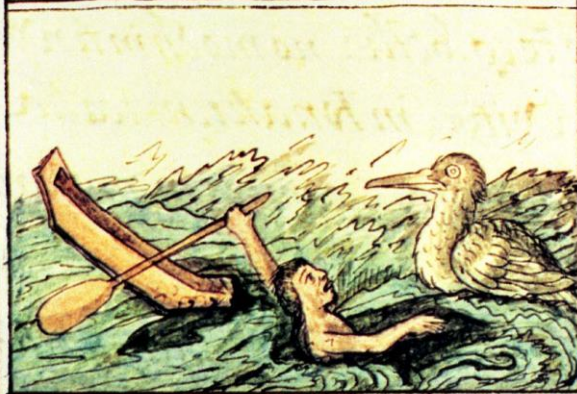
1. REDES EXTENDIDA

2. REDES A MANERA DE BOLSAS

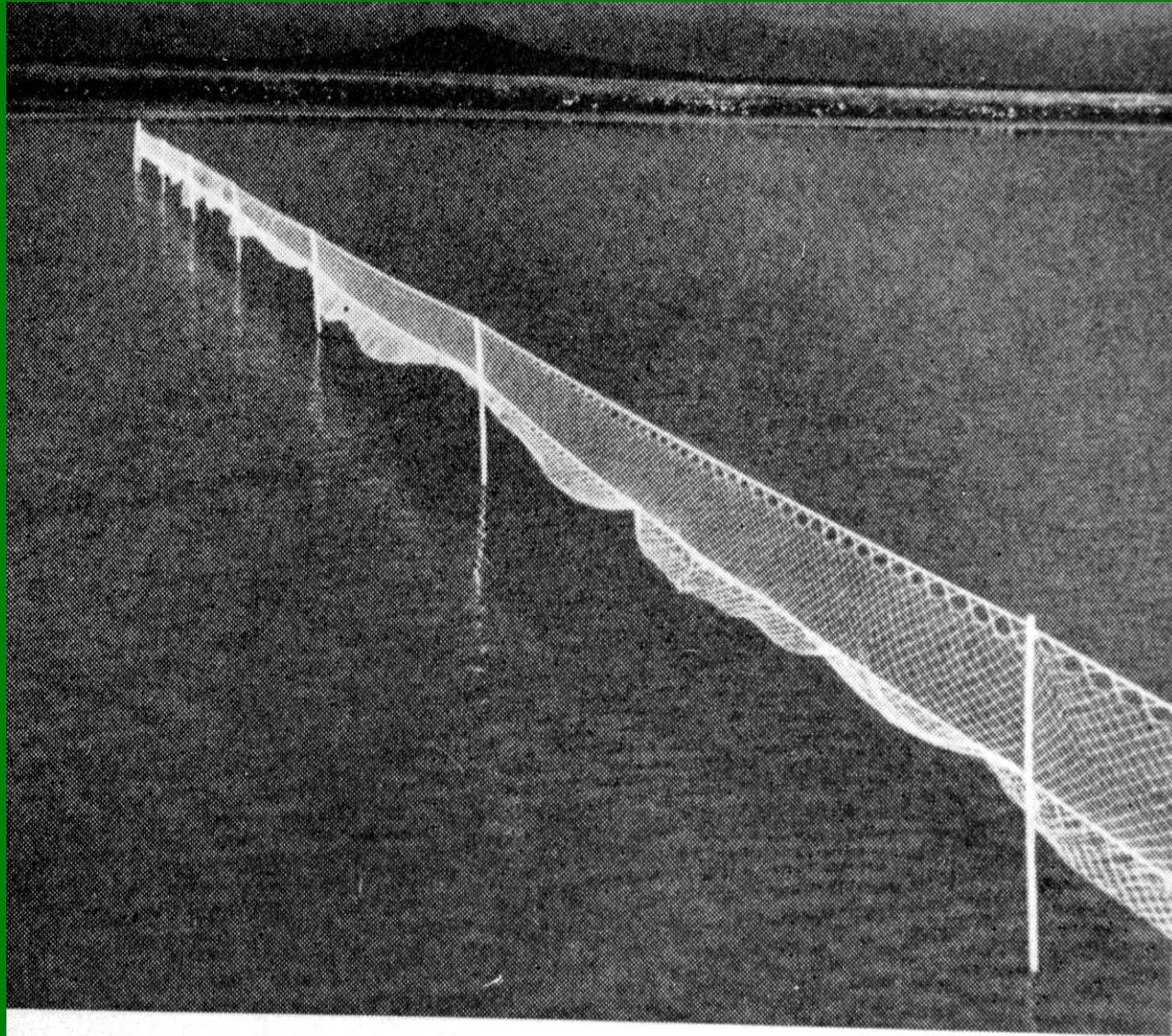


REDES EN POSTES PARA ATRAPAR PATOS Y GARZAS





RED PARA ATRAPAR CHICHICUILOTES EN EL LAGO DE TEXCOCO



Red para cojer chicuilotes levantado en el Lago de Texcoco junto a Chimalhuacan Foto Ola Arce

PATOS Y CHICHICUILOTES

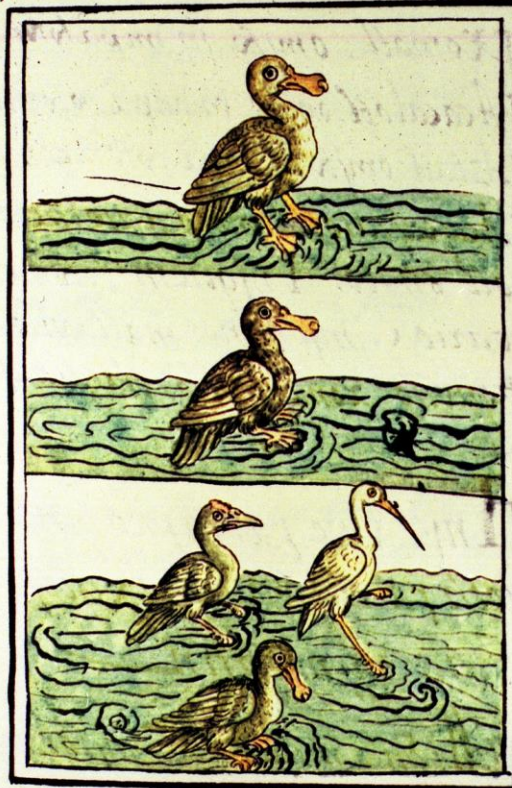
IACACINTLI, ATZITZICUILOT Y ATAPALACATL

Loujflax
 li.
 ca, et hipa
 totvini
 xocpal no
 tri i tlanjts:
 n ozvome
 in calaguy:
 y, in tonal
 natzalli.
 itech
 thiolque
 ho: intē
 ntlaman
 hipa atla

occidente a esta laguna de Mexico.



Estas aces que se siguen estan pue
 has ahas.



in cusauc, insona
 in te coloctli: no mo
 pa vitze, in tonal
 qujampa . omjfo
 tvome .
 ¶ Concanauh tli: n
 Hacati: omj tv in m
 me .
 ¶ Coquj canauh tli:
 in con canauh tli; ca
 in tlacati; i ece pothe
 oac in jhivio .
 ¶ Lacacintli: omjfo
 tvome .
 ¶ Atzitzicuijlotl: om
 pan tvome .
 ¶ Atapalcatl: can n
 canauh tli, can qu
 ¶ Atoncucpofli: noi
 catl, tepitōn, pothe
 tac, xoxotla iniqu

AVES: AXOQUENY GARZAS



¶ Ay unas aves blancas que se llama
man astall jo. Teu astall, en al
... .. sella

CAZA CON FISGA, DE UNA ACITL/O LIEBRE DE AGUA, AVE MIGRATORIA
QUE VISITABA LOS LAGOS MEXICANOS CON POCA FRECUENCIA

de buen comer.



CAZA CON FISGA: ATOTOLIN, CON MINACACHALLI O DARDO DE TRES PUNTAS” AUGURIOS (C. FLORENTINO)



RENACUAJO, ATEPÓCATL O ATEPOCATE

Los Renacuajos y otras
salandrias del agua
que comen estos natura-
les.



¶ Ay renacuajos que llaman
atepocatl: vnos secrian en buca
agua entre las soncias, y en-
tre las ovas, y entre las otras

RANAS:
ACACUIATL



¶ Ay unas ranjillas, que se llamã
acacujatl, son manchadas de
verde, y prieto: creian se en los
caña verales.



¶ Ay otras ranjillas que llaman

AJOLOTE O AXÓLOTL: COMIDA DE SEÑORES

Y tienen la cola como anguilla
y el cuerpo tambien tienen muy
ancha la boca y barbas en el
pescueço: es muy buena de comer,
es comida de los señores.



Y unos animales de la agua
que se llaman acocili, son casi co
mo camarones, tienen la cabeza
como langostas, son pardillos y
quando los cracen...



AJOLOTE

**ACOCILLIO ACOCIL:
SON DE COMER, COCIDOS O TOSTADOS**

vados como camarones: son de
comer cocidos y tambien tosta
dos



¶ Ay otro animalajo en el agua
que se llama aneneztlí, es lar
guillo, y redondo, tiene manos
y pies, y tiene ancha la cabeza: es
verdillo con la punta de la cola

RECOLECCIÓN DE MICHPILO COQUILLOS DE AGUA

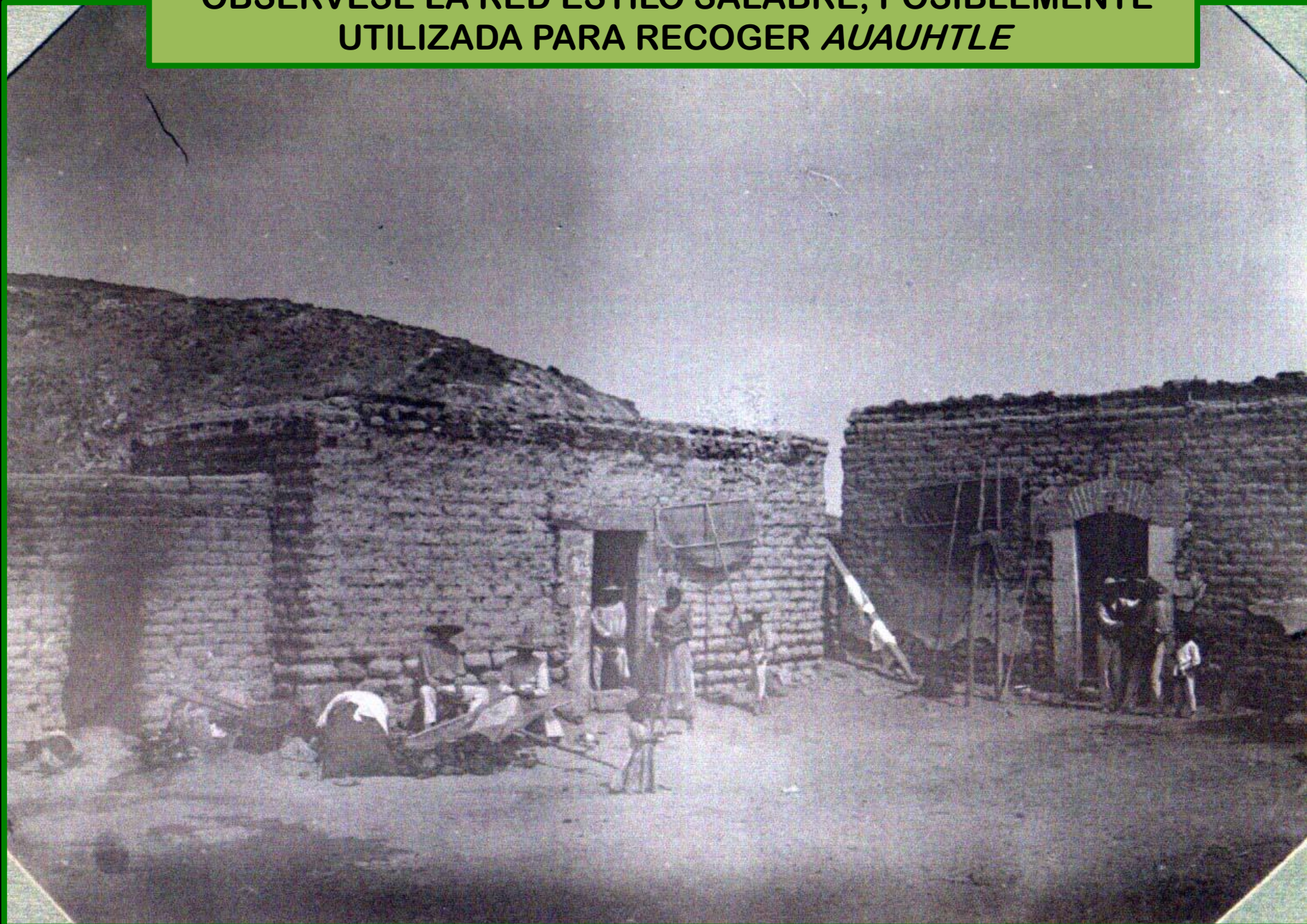
Y y vnos coquillos en el agua que
se llaman Michpili, son muy pe
queñitos, como aradores: pescantlos.
y dicen: que son de muy buen co
mer.



RECOLECCIÓN DE AHUAHTLE EN EL LAGO DE TEXCOCO



**CASA EN LA ZONA DE TEXCOCO.
OBSÉRVESE LA RED ESTILO SALABRE, POSIBLEMENTE
UTILIZADA PARA RECOGER *AUAUHTLE***



AXAYÁCATL Y
AHUAUHTLICRIADO
ARTIFICIALMENTE
EN ATADOS DE TULE
PARA FACILITAR
SU RECOLECCIÓN

... y hacían en el agua, lo
men los



¶ Ay unas mosquillas en el agua
que llaman amoiotl, andan en
haz del agua, pescan las y comen
las.

MOSQUILLAS O
AMOIOOTL COMESTIBLES



¶ Ay unos gusanos en el agua que
se llaman ocuiliztac, son muy li-
geros en el agua, y comen los.

OCUILIZTACO
GUSANOS DEL AGUA



MICHPILTETEI, AMILOTETL
HUEVECILLOS DEL PEZ
AMILOTL



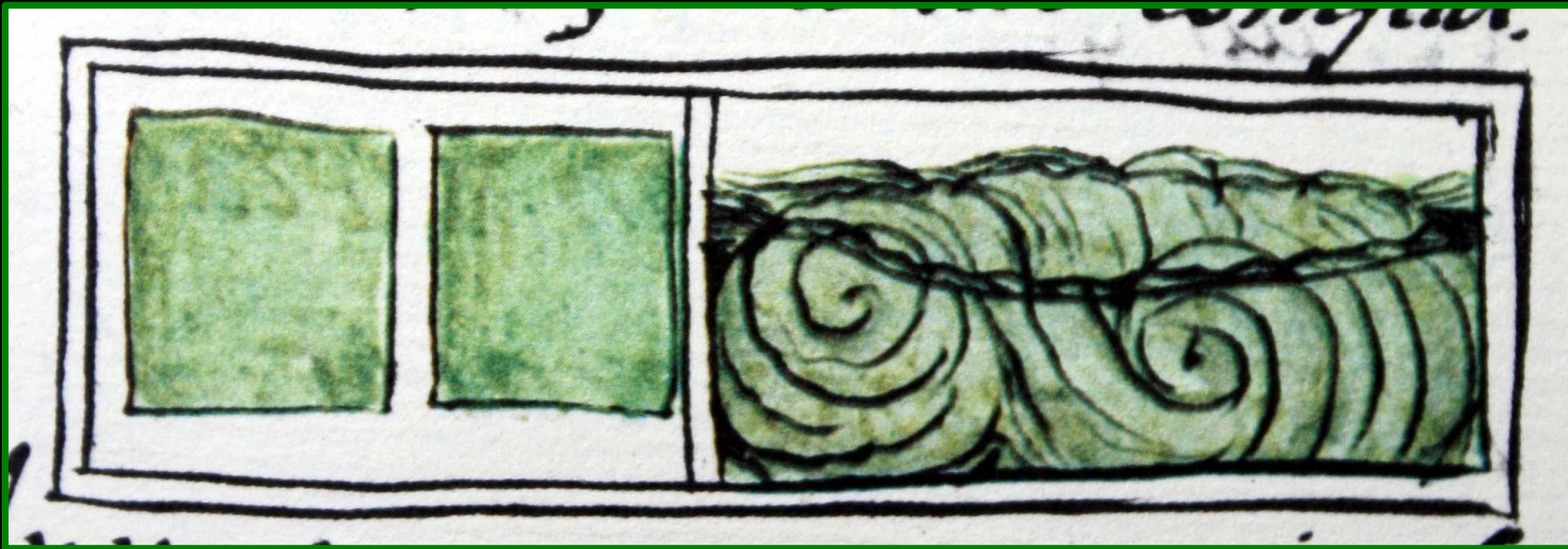
Y otros cogijitos que sella
mã Michpiltetei, o amylotetl:
son como los de arriba dichos
comen los.

TECUÍTLATL, ALGA SPIRULINA
RECOLECCIÓN

HUEVECILLOS DEL PEZ AMILOTL



*TECUÍTLATL (EXCREMENTO DE PIEDRA), ACUÍTLATL,
AZÓQUITL O AMOMOXTLI (SPIRULINA MAXIMA).
SE RECOGÍA EN EL LAGO DE TEXCOCO, AL IGUAL QUE
LOS MOSQUITOS Y EL AHUAUHTLE, SE "CULTIVABAN"*



OTRA COSECHA ERA LA VEGETACIÓN ACUÁTICA: TULES, JUNCOS, PASTO, CAÑUELA DE MAÍZ, CARRIZO (PARA CONSTRUIR CHINAMPAS Y XACALES, TEJER PETATES, CANASTOS, COMO PASTURA, ETCÉTERA)



**VIVIENDA CHINAMPERA
ANTIGUA: JACALES HECHOS
CON TULE, CARRIZO Y ZACATE
DEL MONTE, RODEADAS DE
AHUEJOTES O SAUCES
CHINAMPEROS
(*SALIX BOMPLANDIANA*)**



RECOLECCIÓN DE VEGETACIÓN ACUÁTICA PARA PASTURA Y PARA FABRICAR PETATES





CHINAMPAS:

**PARCELAS ARTIFICIALES,
LARGAS Y ANGOSTAS,
A MANERA DE ISLOTES,
CONSTRUIDAS EN LOS
PANTANOS Y LAGOS POCO
PROFUNDOS DE LA CUENCA
DE MÉXICO**

**CON CÉSPEDES, LODO Y
TIERRA, CAVANDO ZANJAS
EN EL SUELO PATANOSO**

**SISTEMA AGRÍCOLA MUY
PRODUCTIVO DE ORIGEN
PREHISPÁNICO QUE AÚN
PERSISTE EN EL SUR DE
LA CUENCA DE MÉXICO
(XOCHIMILCO, TLÁHUAC Y
MÍZQUIC.**

PANORÁMICA DE LA CHINAMPERÍA HACIA 1935





CANAL CHINAMPERO:

**FUENTE DE LODO,
HIERBA,
PECES,
AJOLOTES
Y OTROS
PRODUCTOS BIOLÓGICOS**

**PANTANO, CÉSPED,
PANTANO O
ATAPALÁCATL:**

**MATERIA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE
CHINAMPAS**



ZOQUIMÁITL

**ZOQUICUERO O
CUERO PARA EXTRAER EL
LODO DEL FONDO DE LAS
ZANJAS CHINAMPERAS**



CUERO, ZOQUICUERO O ZOQUIMÁITL

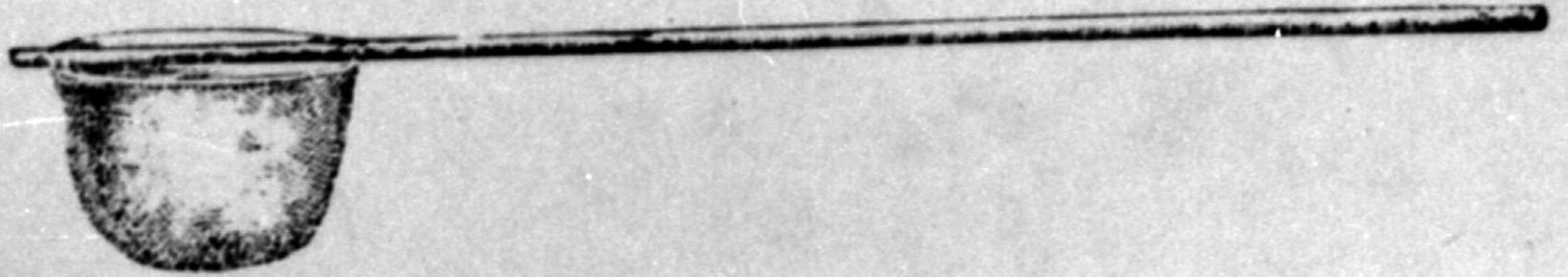


Fig. 3.—Cuero



TRANSPORTE Y LIMPIEZA DEL LODO



VACIADO DEL LODO PARA EL ALMÁCIGO
CON CUBETA Y ZOQUIMÁITL





MARCADO DEL LODO CON HILO



**CORTE DE LODO CON CUCHILLOS
PARA FORMAR LOS CHAPINES O
CUADRITOS PARA LAS SEMILLAS
Y LOS ACODOS**



**EL CHAPÍN O CUBO DE TIERRA:
CLAVE DE LA INTENSIFICACIÓN AGRÍCOLA EN LAS CHINAMPAS**



CORTE Y ENCHAPINADO DE PLÁNTULAS



**MARCANDO EL LODO
CON HILO**



**MARCANDO EL LODO
CON RASTRILLO**

CORTE DE LODO EN EL CAMELLÓN DEL ALMÁCIGO



SELECCIÓN DE LAS PLÁNTULAS Y TRASPLANTE AL ALMÁCIGO DE LODO



ENSEMILLANDO EL ALMÁCIGO DE LODO



PLÁNTULAS LISTAS PARA EL PRIMER TRASPLANTE



INTERCALACIÓN DE CULTIVOS



PLÁNTULAS LISTAS PARA SER TRASPLANTADAS AL SUELO



TAPAS O TOLCHIMALES PARA PROTEGER A LAS PLANTAS



**TRASPLANTES AL SUELO
DE LA CHINAMPA**



**BARBECHO DELSUELO
DE LA CHINAMPA CON
AZADÓN**



POLICULTIVO

**“BASURA” PARA
ABONAR**

**MAÍZ, CALABAZA,
UAUHZONTLE**



**CHINAMPEROS JUNTO A SUS TIERRAS Y VIVIENDAS.
PRESENTE YA EL LIRIO ACUÁTICO INTRODUCIDO HACIA 1898**



“LA VENECIA MEXICANA”



Amilco. the Venice of Mexico.

Waite Photo.





33. Gathering Flowers in Xookimilco

Waite. Photo





FIN.....

MUCHAS GRACIAS

ISLA DE JANITZIO, SUMMER MATTESON, AÑO DE 1907

Plate XVI.



TARASCANS: JANICHO.

JANITZIO Y CANOA EN EL LAGO

Plate XVIII.



TARASCANS: JANICHO.

CAZA CON FISGA DESDE LA CANOA: PÁTZCUARO EN 1907

Plate XXI.



TARASCANS: JANICHO.

**EN EL PEQUEÑO “MEDITERRÁNEO MICHOACANO”:
TRANSPORTE DE PERSONAS Y MERCANCÍAS EN UNA CANOA DE PISO
PLANO, CON CAPACIDAD PARA UNAS 12 PERSONAS, CUATRO REMEROS,
CON REMOS CIRCULARES, TRANSPORTAN A SEIS PERSONAS, HUACALES
Y BULTOS(FOTÓGRAFO: WINFIELD SCOTT, CA. 1905).**



PESCADOR CON RED MANUAL O SALABRE, Y CANASTO AL HOMBRO
(FOTÓGRAFO: SUMNER MATTENSON, 1907)



PESCADOR EN EL LAGO DE CUITZEO.
AUTOR DESCONOCIDO, CA. 1905



VENTA DE PESCADO, PÁTZCUARO, SUMNER MATTENSON, 1907



REDES EN LA ORILLA DEL LAGO DE CUITZEO, ROSENDO SANDOVAL, 1906



PESCADORES A LA ORILLA DEL LAGO DE CHAPALA



RIBERA

PESCADOR CON SUS RED Y CANASTO: LAGO DE PÁTZCUARO, SUMNER MATTENSON, 1907



REDES EN JANITZIO, MUCHOACÁN, SUMNER MATTENSON, 1907



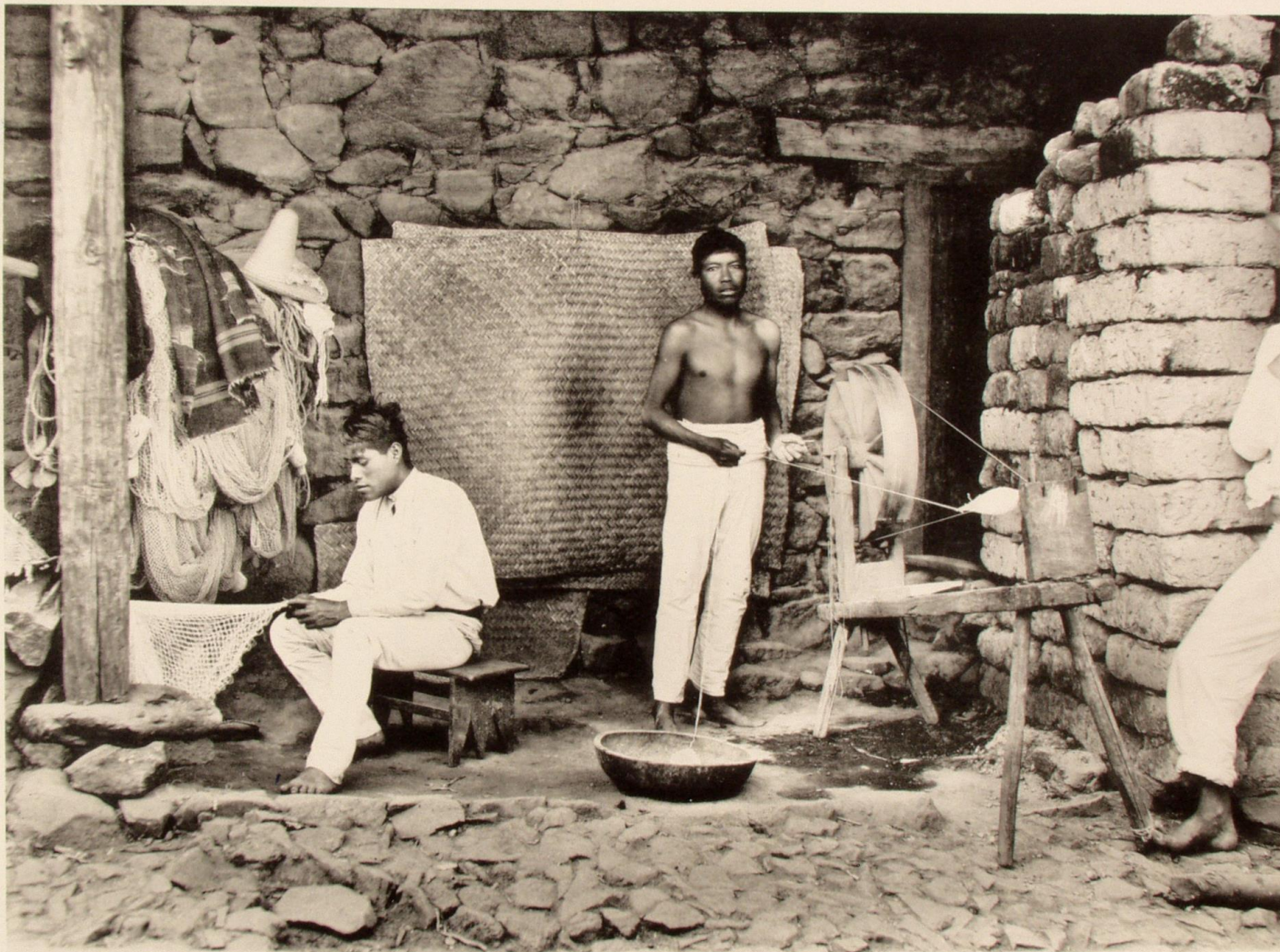


TARASCANS: JANICHO.



TALLER PARA ELABORAR REDES CON RUECA

Plate XXII.



TARASCANS: JANICHO.

NIÑOS HUAVES



JUAVES: SAN MATEO.



JUAVES: SAN MATEO.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



RED TEMÁTICA

Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua



CONSEJO DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE
PUEBLA



FORO "DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA GESTIÓN DEL AGUA"

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE IZÚCAR
DE MATAMOROS

MESA DE
TRABAJO

2. Tratamiento
del agua para
reutilización

ESTUDIO DE LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN EMBALSES DE COLOMBIA

GUSTAVO ANTONIO PEÑUELA MESA

Profesor Escuela ambiental,

Facultad de Ingeniería

Universidad de Antioquia

**Coordinador Grupo Diagnóstico y Control de la Contaminación
(GDCON)**

Medellín (Colombia)

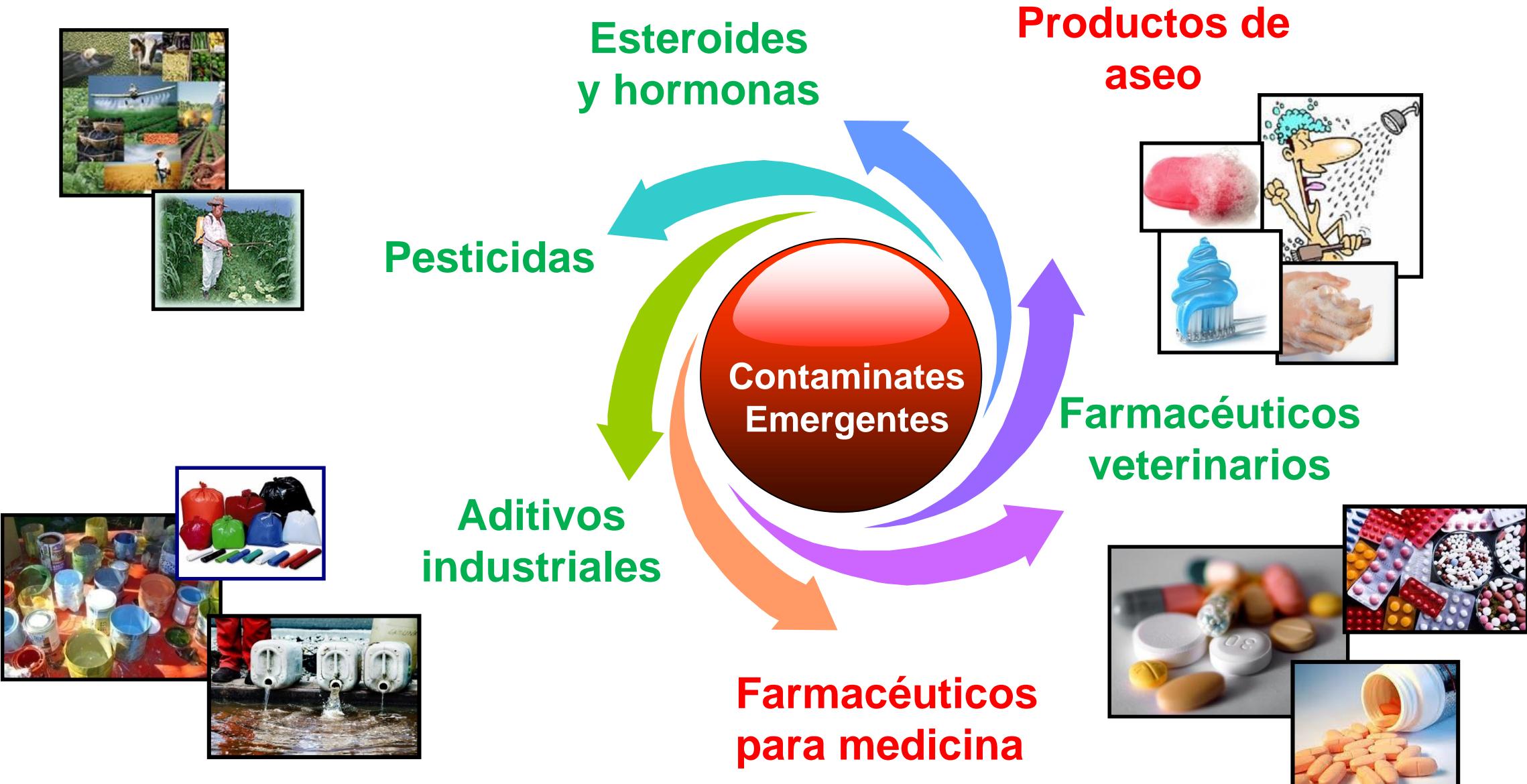


**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

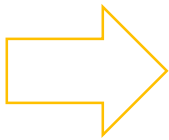
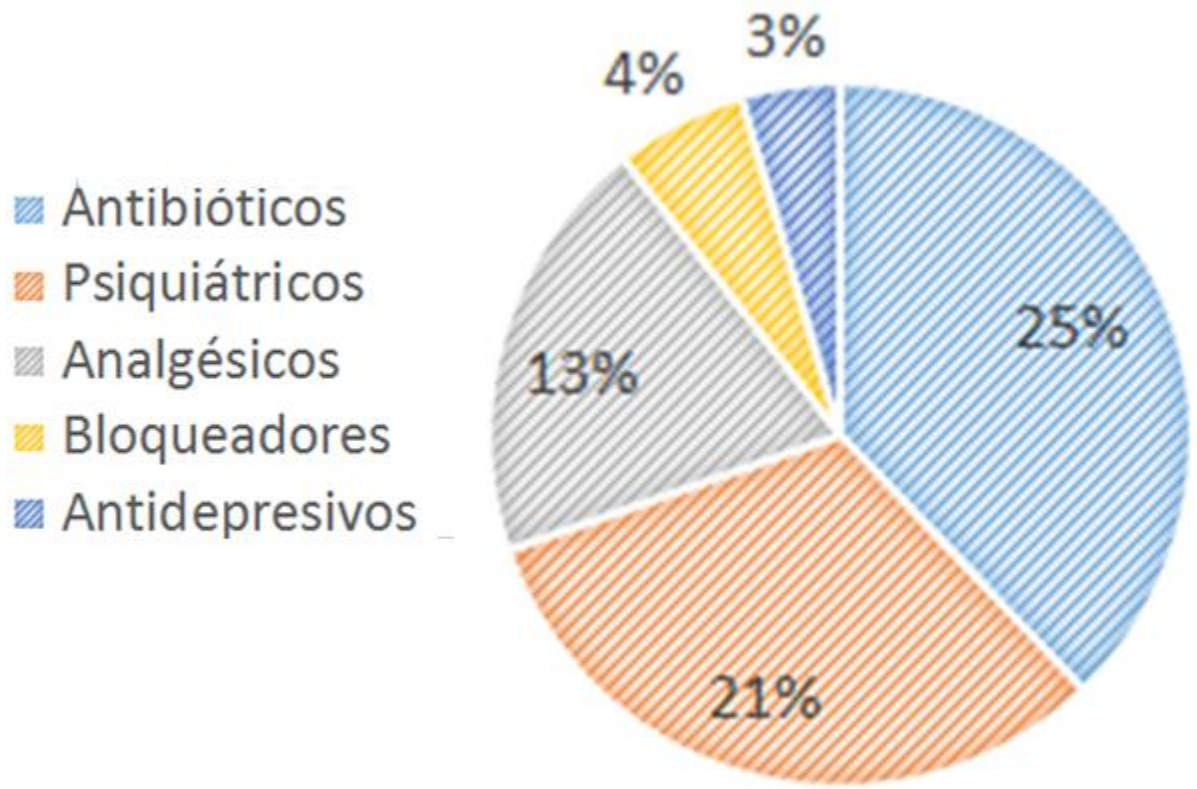
1803



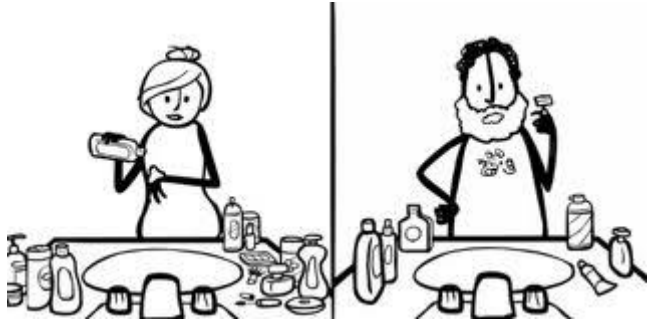
¿Qué tipo de contaminantes emergentes fueron monitoreados?



Antecedentes



El 91% de las sustancias estudiadas han sido detectadas en el ambiente al menos una vez



Objetivos

General

- El **objetivo general** de esta investigación fue determinar la presencia de diferentes compuestos farmacéuticos y de cuidado personal en agua en embalses.

Objetivos específicos

ETAPA

1

- Desarrollar y validar una metodología analítica que permita determinar y cuantificar los PPCPs: **Ibuprofeno, Diclofenaco, carbamazepina y ácido clofibrico, benzofenona, benzofenona-3, metilparabeno, butilparabeno y etilparabeno** en muestras de los embalses

Objetivos específicos

ETAPA

2

- Realizar ensayos de fotodegradación a escala laboratorio simulando las condiciones de los embalses para determinar el comportamiento fotolítico de los contaminantes a diferentes condiciones de pH, concentración de Fe (III) y sustancias húmicas.

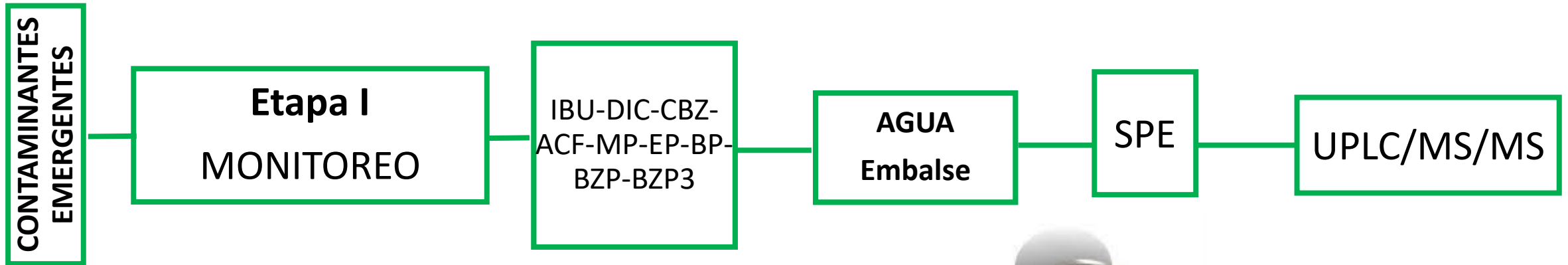
ETAPA

3

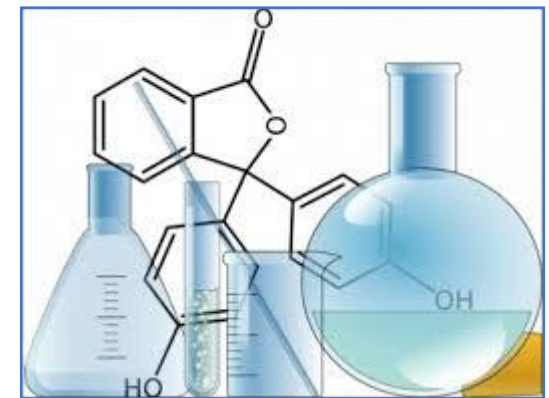
- Caracterizar las membranas de NF, UF y OI mediante ensayos de permeabilidad y rechazo salino.
- Evaluar la influencia de las variables de operación (Caudal, presión y concentración) en la remoción de PPCPs.
- Estudiar el proceso de ensuciamiento y protocolos de limpieza de las membranas para asegurar una mayor vida útil de éstas.

Etapa I

- Metodología analítica para la determinación de productos farmacéuticos y de cuidado personal en aguas superficiales



- Área de estudio
- Elección de Contaminantes emergentes (PPCP)
- Desarrollo y validación de metodología analítica
- Monitoreo en los embalses



RESULTADOS: Embalse 1

	1er año-Junio ng/L	1er año- Septiembre ng/L	1er año- Octubre ng/L	1er año Diciembre ng/L	2do año- Febrero ng/L
BZP	-	9-102(40)	16-54 (34)	NC	NC
BZP-3	-	-	-	-	-
CBZ	-	-	-	-	-
MePB	21-276 (84)	5-11(6)	5-57(16)	6-49(19)	8-113(29)
EtPB	8-50 (30)	-	8	59	18
BuPB	8-16(12)	11,5	-	NC	18
ACCF	-	-	-	-	-
IBU	7-39(12)	7-9(8)	5-16(11)	7-10 (8)	7-25(12)
DIC	-	-	-	-	-

NC: No Cuantificado

RESULTADOS: Embalse 2

	1er año	1er año	1er año	1er año	2 año
	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L
BZP	9-100(62)	8-243(110)	NC	12-58 (31)	NC
BZP-3	30-502(238)	-	-	-	-
CBZ	-	-	-	-	-
MePB	0-122(38)	5-46(22)	5-425(63)	6-39(32)	22-265(81)
EtPB	<LC	-	-	-	-
BuPB	-	-	-	-	-
ACCF	-	-	-	-	-
IBU	7-19(11)	5-34(10)	10-25(15)	7-62(17)	7-58(16)
DIC	<LC	-	-	-	-

CONCLUSIONES

- Presencia de parabenos, benzofenonas e ibuprofeno en los embalses y en los tributarios, confirmando que estos pueden ser una de las principales fuentes de ingreso de los contaminantes.
- Se evidenció la presencia de MePB, IBU y BZPs en las plantas de potabilización en concentraciones bajas, lo que concuerda con lo hallado en los embalses.
- Adicionalmente, los resultados permiten evidenciar que los procesos convencionales de tratamiento de aguas podrían no ser eficientes para remover estos compuestos.
- Los resultados confirman que aunque el nivel de presencia de estos contaminantes en aguas de los embalses es bajo, existe una influencia importante de actividades humanas en zonas cercanas.
- La concentración de Fe (III) resultó ser el factor determinante en la degradación de los compuestos evaluados en los embalses.

- La CBZ y el IBU se degradan en mayor proporción a un pH bajo en presencia de sustancias húmicas (SH) y el MePB y el DIC, el mayor contenido de SH en el medio resulta en una menor degradación, a pH ácido y pH básico respectivamente.
- El DIC es el que se degrada más rápidamente por fotólisis, con un $t_{1/2}$ de 10min, mientras que el IBU, el MePB y la CBZ tienen $t_{1/2}$ de 3h, 6h y 7h, respectivamente. Alcanzándose porcentajes de degradación máximos de 35% para la CBZ, 40% para el MePB, 63% para el IBU y 100% para el DIC.
- En general la degradación de los contaminantes en el agua de los embalses fue mucho menor que en agua ultrapura.
- De acuerdo con los $t_{1/2}$, estos compuestos pueden permanecer en el embalse por varios días en su forma original, pero debido a los TR de los embalses, lo más probable es que coexistan con sus subproductos de degradación en el medio.

- El IBU, el DIC y la CBZ fueron retenidos en un 99% por la membrana de osmosis inversa AFC99 y por la membrana de nanofiltración AFC080, en ésta última el rechazo se da por efecto de exclusión por tamaño.
- La ultrafiltración no retiene el ibuprofeno, y únicamente un 30 y 45% el diclofenaco y la carbamazepina respectivamente, en función de la presión de trabajo.
- La tecnología de membranas es adecuada para remoción de los contaminantes emergentes Ibuprofeno, diclofenaco y carbamazepina.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS No. 16
“HIDALGO”



ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN GENERADA EN LABORATORIOS DE EDUCACIÓN DEL NMS

PRESENTA
RUEDA BENITEZ JOSE LUIS

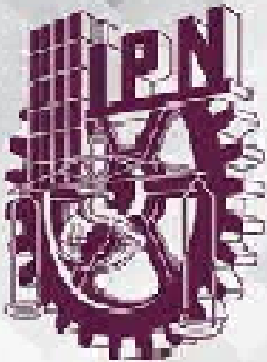
DIRECTORA
D. En C. IRASEMA LETICIA ISLAS GARCÍA



CONTAMINACION GENERADA EN LOS LABORATORIOS

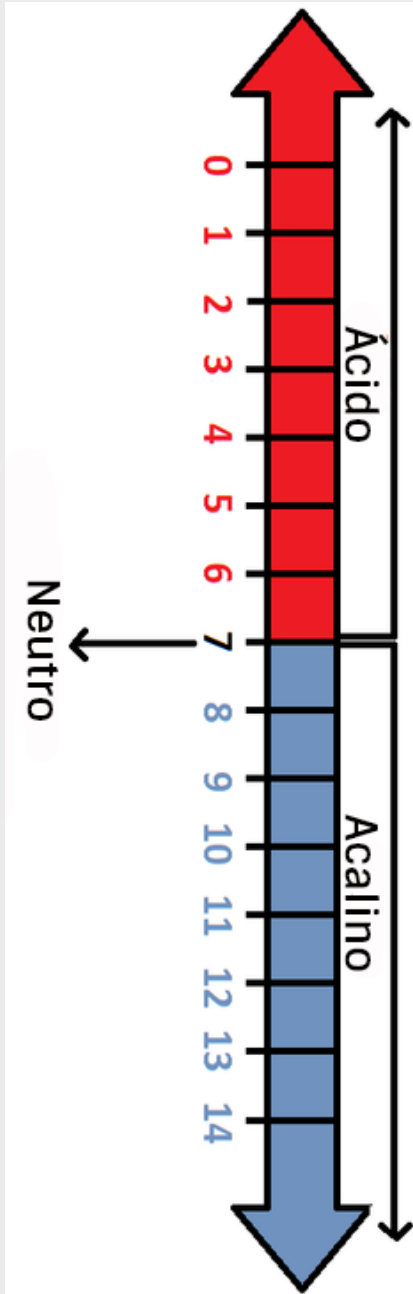
EN LOS LABORATORIOS DE QUIMICA, CLINICA Y BIOLOGIA DEL CECyT 16 "HIDALGO" SE ENCONTRARON NIVELES DE CONTAMINACION DEL AGUA RESIDUAL POR ARRIBA DEL PROMEDIO ESTABLECIDO POR LAS NORMAS DE AGUA RESIDUAL Y AGUA POTABLE

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FISICOQUIMICOS



pH y temperatura

Muestra	pH	Temperatura (°C)
Perfiles clínicos	7.51	6.9
Perfiles clínicos	7.71	6.7
Parasitología clínica	7.8	7
Parasitología clínica	8.09	6.6
Perfiles clínicos	7.81	7.8
Parasitología clínica	7.7	6.5
Agua de entrada cisterna	7.67	10.2
Identificación biológica en el lab.	8.19	7.1
Agua de entrada lab.	7.98	7.9
Agua de entrada lab. Química	8.22	8
Agua de entrada lab. Biología	8.28	8





FISICOQUIMICO

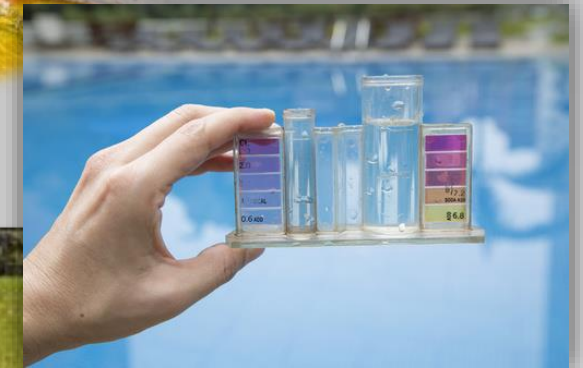
pH

- Con base en la NOM-127-SSA1-1994, el límite permisible en agua para que sea considerada potable es de 6.5 a 8.5.
- Todas las muestras cumplen con el límite permisible.



Alcalinidad y acidez total

- El límite máximo de alcalinidad total de mg/L como CaCO_3 es de 300.
- Todas las muestras analizadas cumplen ese margen.



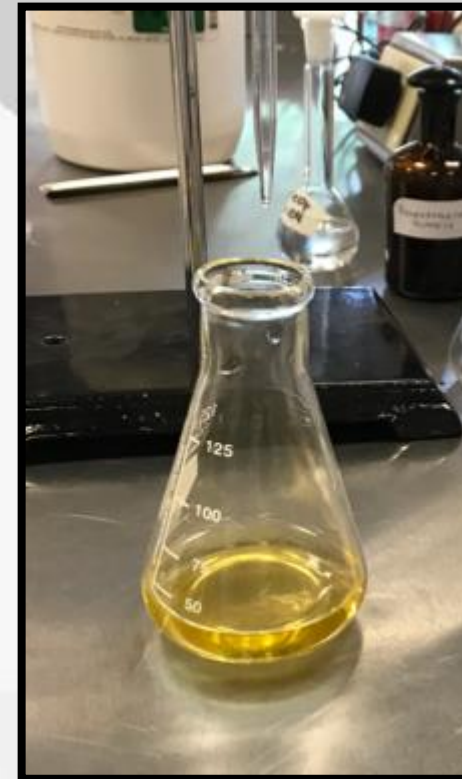
Cloro residual

- El límite permisible es de 0.1
- Sólo la muestra de agua de entrada de cisterna presentó niveles altos de cloro residual (1.0)



Cloruros

- Con base en la NOM-127-SSA1-1994 el límite máximo permisible de cloruros (mg/L Cl^-) es de 250.
- Las muestras analizadas están en el rango adecuado (12.49-22.49).



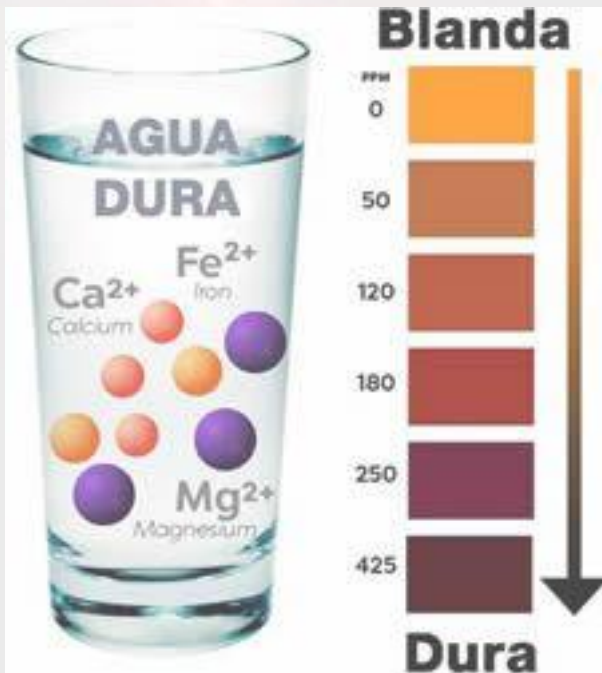


Dureza total

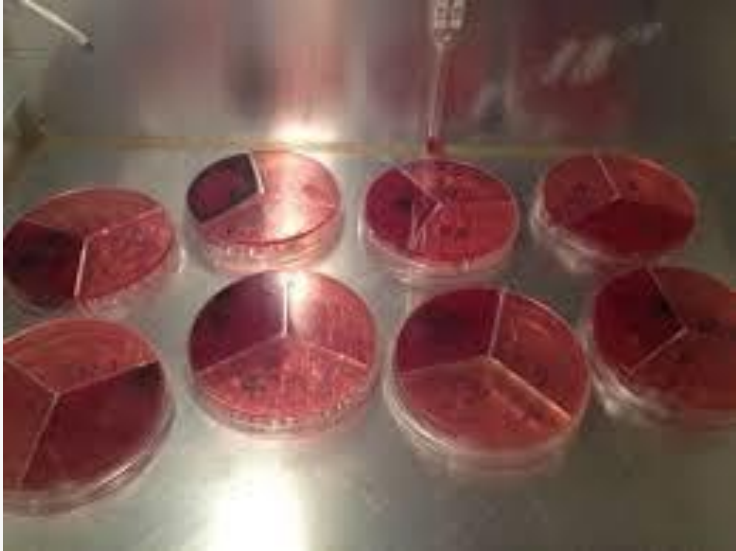
-Según las instrucciones del fabricante del kit, el agua es ligeramente dura cuando es menor a 20 ppm.

Sólidos totales

-Las aguas con abundantes sólidos disueltos son de menor potabilidad e inducen una reacción fisiológica desfavorable.
-El límite máximo permisible es de 500 mg/L.



RESULTADOS DE LOS ANALISIS BACTERIOLOGICOS





BACTERIOLOGICOS

Muestra	Crecimiento de colonias	Características
<i>EMB</i>		
Perfiles clínicos	Abundante	Negro azuladas con brillo metálico
Parasitología clínica	Medio	Negro azuladas con brillo metálico
<i>MacConkey</i>		
Parasitología clínica	Abundante	Colonias grandes, circulares y de color rosa
Perfiles clínicos	Poco	Colonias pequeñas, circulares y de color rosa
Parasitología clínica	Abundante	Colonias grandes, circulares y de color rosa



BACTERIOLOGICOS



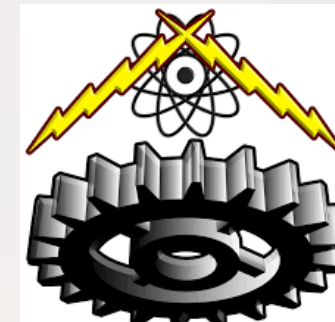
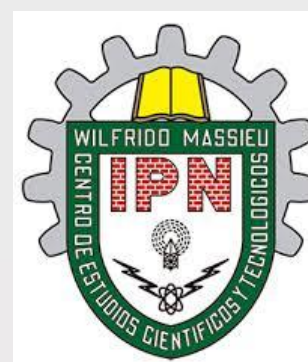
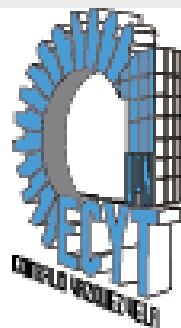
EMB

- Aislamiento de enterobacterias y Gram-negativas.
- Fermentadores de lactosa y sacarosa.
- Colonias negro-azuladas con brillo metálico.
- Las muestras de perfiles clínicos y parasitología presentan *Escherichia Coli*.

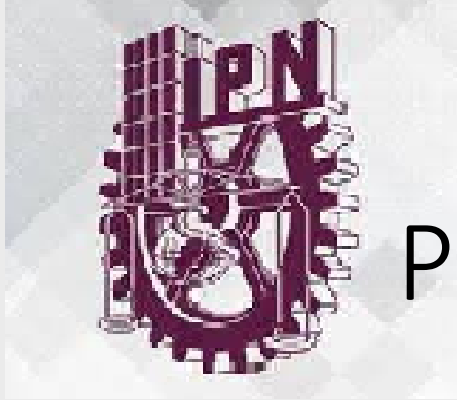
MacConkey

- El medio presenta peptonas, lactosa, sales biliares y cristal violeta.
- Colonias grandes, circulares y de color rosa.
- Fermentadores a la lactosa, y por tanto, pertenecen a la especie bacteriana *Escherichia Coli*.
- Parasitología y perfiles clínicos





CECyT 17



POBLACION DEL CECyT 16 “HIDALGO”

- EL CECyT 16 CUENTA CON UNA POBLACION APROXIMADA DE 1875 ALUMNOS
- DONDE EL 61.6% UTILIZA LOS LABORATORIOS DE QUIMICA, BIOLOGIA Y CLINICOS.
- ESTE ULTIMO LABORATORIO ES EL QUE GENERA UNA MAYOR CANTIDAD DE CONTAMINANTES DE ORIGEN BIOLÓGICO INFECCIOSO
- LA CARRERA DE LABORATORISTA CLÍNICOS, CON UN TOTAL DE 8 GRUPOS EN TODA LA ESCUELA CON UN APROXIMADO DE CASI 40 ALUMNOS POR GRUPO.
- Y ENFERMERIA, CON UN TOTAL DE 6 GRUPOS EN TODA LA ESCUELA CON UN APROXIMADO DE 30-35 ALUMNOS POR CADA GRUPO.





MEDIO SUPERIOR DEL IPN

- DE ACUERDO A LA INVESTIGACION REALIZADA EN EL CECyT 16 SE ESTIMA QUE LOS DEMAS CECyT's EN DONDE SE IMPARTAN LAS CARRERAS MENCIONADAS, ASÍ COMO LA CARRERA DE LABORATORISTA QUÍMICO, TIENEN UN MAYOR USO DE LABORATORIOS POR LO TANTO UNA MAYOR CANTIDAD DE CONTAMINACION.
- PLANTELES EN CDMX Y FORÁNEOS
- REGULACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS





OTROS PLANTELES DE NMS

- SE ESTIMA QUE LOS CCH's, ESPECIFICAMENTE EN LAS AREAS DE MEDICO BIOLÓGICAS, AL IGUAL QUE LOS CECyT's, LA CONTAMINACIÓN SE ESTÉ GENERANDO EN LAS MISMAS PROPORCIONES
- ESTA INVESTIGACION SE BASO EN EL CECyT 16 Y CON ELLO SE EXAMINO A LAS DEMAS UNIDADES ACADÉMICAS, ASI COMO A OTROS PLANTELES DE NMS
- HABRÁ QUE TOMAR EN CUENTA LA EXISTENCIA DE OTROS PLANTELES EDUCATIVOS QUE LLEVEN A CABO PRÁCTICAS DE LABORATORIO Y GENERACIÓN DE RESIDUOS CONTAMINANTES
- DE AQUÍ SURGE LA PREOCUPACIÓN Y PROPUESTA DEL ANÁLISIS PRESENTADO





PROPUESTAS





CONCIENTIZAR AL PROFESORADO

- PRIMERAMENTE DEBEMOS CONCIENTIZAR A LOS PROFESORES CON EL FIN DE QUE REGULEN LOS DESECHOS GENERADOS POR SUS PRACTICAS DENTRO DE LOS LABORATORIOS
- TOMAR EN CUENTA LAS PROPUESTAS QUE PUEDE GENERAR EL ALUMNO PARA EL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO
- REALIZAR PRÁCTICAS QUE CONTRIBUYAN A LA EDUCACIÓN, DISMINUYENDO LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL





CONCIENTIZAR AL ALUMNADO

- PROMOVER EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS QUE MINIMICEN EL IMPACTO AMBIENTAL
- GENERAR PROPUESTAS QUE MEJOREN EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO





REGULACION SANITARIA

- REGULAR LAS DESCARGAS DE LOS LABORATORIOS EDUCATIVOS
- PROPONER UNA REGULACIÓN ADECUADA A LOS RESIDUOS GENERADOS





PROYECTOS PARA REDUCIR LA CONTAMINACION

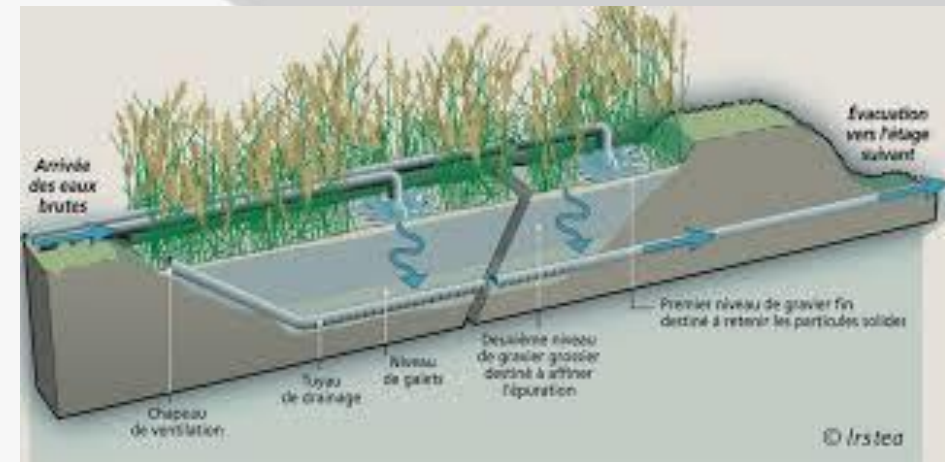
- CON LA CONCIENTIZACION DE LOS ALUMNOS Y PROFESORES, ESTOS PUEDEN TRABAJAR EN CADA PLANTEL PARA DESARROLLAR ALGUNA TECNOLOGIA PARA PODER REDUCIR O ELIMINAR LA CONTAMINACION, SE PODRIA UTILIZAR COMO UNA PROPUESTA DE PROYECTO AULA DONDE PARTICIPEN UNA GRAN CANTIDAD DE ALUMNOS





HUMEDALES

- COMO PARTE DE PROYECTO AULA SE LLEVARÁ A CABO EL DESARROLLO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL DESARROLLADO POR LOS ALUMNOS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL GENERADA EN LOS LABORATORIOS





GRACIAS POR SU ATENCIÓN





CECyT1	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Construccion	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Planimetria Aplicada, Obra Negra y su Representacion Grafica, Acabados en la Construccion, Admistracion de Obras.
Técnico en Procesos Industriales	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Tecnologia de Materiales, Mecanizado en Torno Prarelo, Metrologia Geometrica, Procesos de Soldadura, Mecanizado en Torno por CNC.
Técnico en Sistemas de Control Electrico	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Software de Diseño Electronico, Instaciones Electricas Industriales.
Técnico en Sistemas Digitales	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Instrumentacion Electronica, Tecnologias de los Materiales, Aplicación de Mecanismos en Peocesos Industriales, Automotrizacion y Pruebas.

CECyT2	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Aeronautica	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), configuracion de las Aeronaves, Electricidad de la Aeronave, Sistemas de las Aeronaves
Técnico en Dibujo Asistido por Computadora	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Dibujo Apliado a la Ingenieria, Geometria de la Forma.
Técnico en Diseño Grafico Digital	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Sistemas de Impresión, Diagramacion, Modelado Fotorealistas.
Técnico en Maquinas con Sistemas Automatizados	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Operación de Torno y Fresadora, Operador de Equipo Electroneumatico, Instalacion de Sistemas Automatizados,
Técnico en Metalurgia	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Metalurgia, Labratorio de Metalurgia, Fusion de los Mtales no Ferrosos, Siderurgia, Procesos de Deformacion
Técnico en Sistemas Automotrices	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Mantenimiento al Sistema de Enfriamiento, Reparacion del Sistema de Control de Gases Contaminantes, Servicios en el Taller de Automotriz.



CECyT3	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Sistemas Digitales	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Software de Diseño Electronico, Instaciones Electricas Industriales.
Técnico en Computacion	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Algoritmia y Programacion, Circuitos Logicos Combnacionales, Sistemas Operativos Avanzados, Aplicaciones Multimedia.
Técnico en Sistemas de Control Electrico	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Software de Diseño Electronico, Instaciones Electricas Industriales.
Técnico en Manufactura Asistida por Computadora	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Eletrica, Electronica, Laboratorio de Pruebas y Mediciones, Oleodinamica,
Técnico en Aeronautica	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), configuracion de las Aeronaves, Electricidad de la Aeronave, Sistemas de las Aeronaves
Técnico en Maquinas con Sistemas Automotrices	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Mantenimiento al Sistema de Enfriamiento, Reparacion del Sistema de Control de Gases Contamintes, Servicios en el Taller de Automotriz.

CECyT4	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Aeronautica	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), configuracion de las Aeronaves, Electricidad de la Aeronave, Sistemas de las Aeronaves
Técnico en Construccion	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Planimetria Aplicada, Obra Negra y su Representacion Grafica, Acabados en la Construccion, Admistracion de Obras.
Técnico en Instalaciones y Mantenimiento Electricos	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Instalaciones Electricas Residenciales, Instalaciones Electricas Comerciales, Mantenimiento a Generadores Electricos, Instalaciones Electricas Industriales, Mantenimiento a Motores Electricos, Mantenimientos de Sistemas Electricos de Emergencia.
Técnico en Sistemas Automotrices	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Mantenimiento al Sistema de Enfriamiento, Reparacion del Sistema de Control de Gases Contamintes, Servicios en el Taller de Automotriz.
Técnico en Procesos Industriales	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Tecnologia de Materiales, Mecanizado en Torno Prarelo, Metrologia Geometrica, Procesos de Soldadura, Mecanizado en Torno por CNC.



CECy5	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Informatica	Fisica (1,2) Quimica (1,2),
Técnico en Contaduria	Fisica (1,2) Quimica (1,2),
Técnico en Comercio Internacional	Fisica (1,2) Quimica (1,2),

CECy6	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Ecologia	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Instrumentacion Ambiental, Biologia Celular, Manejo de Materiales y Residuos Peligrosos, Instrumental para Monitore Ambiental.
Técnico en Enfermeria	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Biologia Celular, Introduccion a la Enfermeria, Enfermeria Medico Quirurgica, Enfermeria Materno Infantil, Puericultura
Técnico en Laboratorista Clinico	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Biologia Celular, Instrumentacion Clinica, Bacteriorologia Clinica, Quimica Clinica, Analisis Inmunologicos, Parasitologia Clinica, Analisis Hematologicos.
Técnico en Laboratorista Quimico	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Biologia Celular, Tecnica y Calidad Instrumental 1, Tecnica y Calidad Instrumental 2, Analisis Quimico, Analisis y Tratamiento de Agua para los Procesos, Tecnologia Quimica, Analisis Especiales.



CECyT7	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Mantenimiento Industrial	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Electrotecnica, Sistemas Neumaticos e Hidraulicos, Sistemas Electricas Industriales, Maquinas Electricas,
Técnico en Construccion	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Planimetria Aplicada, Obra Negra y su Representacion Grafica, Acabados en la Construccion, Admistracion de Obras.
Técnico en Instalaciones y Mantenimiento Electrico	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Instalaciones Electricas Residenciales, Instalaciones Electricas Comerciales, Mantenimiento a Generadores Electricos, Instalaciones Electricas Industriales, Mantenimiento a Motores Electricos, Mantenimientos de Sistemas Electricos de Emergencia.
Técnico en Aeronatica	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), configuracion de las Aeronaves, Electricidad de la Aeronave, Sistemas de las Aeronaves
Técnico en Soldadura Industrial	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Medicion y Trazo de Soldadura, Metodos de Trabajo en Soldadura, Optimizacion de la Energia Electrica.
Técnico en Automotrices	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Mantenimiento al Sistema de Enfriamiento, Reparacion del Sistema de Control de Gases Contaminantes, Servicios en el Taller de Automotriz.

CECyT8	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Plasticos	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Neumatica e Hidraulica, Soldadura por Arco, Procesos de Soplado, Protecciones Electricas, Prototipos Tecnologicos.
Técnico en Mantenimiento Industrial	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Planimetria Aplicada, Obra Negra y su Representacion Grafica, Acabados en la Construccion, Admistracion de Obras.
Técnico en Computacion	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Algoritmia y Programacion, Circuitos Logicos Combinacionales, Sistemas Operativos Avanzados, Aplicaciones Multimedia.
Técnico en Sistemas Automotrices	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Mantenimiento al Sistema de Enfriamiento, Reparacion del Sistema de Control de Gases Contaminantes, Servicios en el Taller de Automotriz.

**CECyT9**

Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Programacion	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Software de Diseño Electronico, Automotizacion de Pruebas.
Técnico en Sistemas Digitales	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Instrumentacion Electronica, Tecnologias de los Materiales, Aplicación de Mecanismos en Peocosos Industriales, Automotrizacion y Pruebas.
Técnico en Maquinas con SA	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Operación de Torno y Fresadora, Operador de Equipo Electroneumatico, Instalacion de Sistemas Automatizados,

CECyT10

Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Telecomunicaciones	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Electrotecnica de Corriente Directa, Circuitos Logicos Combinacionales, Radiocomunicaciones, Microcontroladores.
Técnico en Diagnostico y Mejoramiento Ambiental	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Meteorologia, Monitoero de Contaminantes Admosfericos, Sistemas Hidrologicos y su Contaminacion, Analisis de la Contaminacion del Agua, Operación y Procesos de Tratamiento del Agua, Manejo de Residuos.
Técnico en Metrolgia y Control de Calidad	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4),



CECyT11	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Construccion	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Planimetria Aplicada, Obra Negra y su Representacion Grafica, Acabados en la Construccion, Admistracion de Obras.
Técnico en Instalaciones y Mantenimiento Electrico	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Instalaciones Electricas Residenciales, Instalaciones Electricas Comerciales, Mantenimiento a Generadores Electricos, Instalaciones Electricas Industriales, Mantenimiento a Motores Electricos, Mantenimientos de Sistemas Electricos de Emergencia.
Técnico en Procesos Industriales	Fisica (1,2,3 y 4),Quimica (1,2,3,4), Tecnologia de Materiales, Mecanizado en Torno Prarelo, Metrologia Geometrica, Procesos de Soldadura, Mecanizado en Torno por CNC.
Técnico en Telecomunicaciones	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Electrotecnica de Corriente Directa, Circuitos Logicos Combinacionales, Radiocomunicaciones, Microcontroladores.

CECyT12	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Administracion	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Técnico en Contaduria	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Técnico en Informatica	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)

CECyT13	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Administracion	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Técnico en Contaduria	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Técnico en Empresas Turisticas	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Técnico en Informatica	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)



CECyT14	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Técnico en Informatica	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Técnico en Contaduria	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Técnico en Mercadotecnia	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)

CECyT15	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Alimentos	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Bioquimica de los Alimentos, Microbiologia de los Alimentos, Biotecnologia, Procesos de Produccion Carnicos.
Tecnico en Laboralista Clinico	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Biologia Celular, Instrumentacion Clinica, Bacteriorologia Clinica, Quimica Clinica, Analisis Inmunologicos, Parasitologia Clinica, Analisis Hematologicos.
Tecnico en Mercadotecnia	



CECyT16	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Administracion	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Tecnico en Comercio Internacional	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Tecnico en Laboratorista Clinico	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Biologia Celular, Instrumentacion Clinica, Bacteriorologia Clinica, Quimica Clinica, Analisis Inmunologicos, Parasitologia Clinica, Analisis Hematologicos.
Tecnico en Enfermeria	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Biologia Celular, Introduccion a la Enfermeria, Enfermeria Medico Quirurgica, Enfermeria Materno Infantil, Puericultura
Tecnico en Mantenimiento Industrial	Fisica (1,2,3 y 4), Quimica (1,2,3,4), Planimetria Aplicada, Obra Negra y su Representacion Grafica, Acabados en la Construccion, Admistracion de Obras.
Tecnico en Maquinas con Sistemas Automatizados	Fisica (1,2,3 y 4), Quimica (1,2,3,4), Operación de Torno y Fresadora, Operador de Equipo Electroneumatico, Instalacion de Sistemas Automatizados,
Tecnico en Procesos Industriales	Fisica (1,2,3 y 4), Quimica (1,2,3,4), Sistemas Hidraulicos y Neumaticos, Mecanizados y Prefabricacion en la Construccion, Mantenimiento Mecanico Instjustrial, Desarrollo de Proyectos.



CECyT17	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Administracion de Empresas Turisticas	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Tecnico en Comercio Internacional	Fisica (1 y 2), Quimica (1 y 2)
Tecnico en Sistemas Automotrices	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Mantenimiento al Sistema de Enfriamiento, Reparacion del Sistema de Control de Gases Contaminantes, Servicios en el Taller de Automotriz.
Tecnico en Aeronautica	Fisica (1,2,3 y 4), Quimica (1,2,3,4), configuracion de las Aeronaves, Electricidad de la Aeronave, Sistemas de las Aeronaves
Tecnico en Metrologia y Control de Calidad	Fisica (1,2,3 y 4), Quimica (1,2,3,4)
Tecnico en Alimentos	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Bioquimica de los Alimentos, Microbiologia de los Alimentos, Biotecnologia, Procesos de Produccion Carnicos.

CECyT18	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Sistemas Digitales	Fisica (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Instrumentacion Electronica, Tecnologias de los Materiales, Aplicación de Mecanismos en Peocesos Industriales, Automotrizacion y Pruebas.
Tecnico en Laboratorista Quimico	Fisica (1,2,3), Quimica (1,2,3,4), Biologia Celular, Tecnica y Calidad Instrumental 1, Tecnica y Calidad Instrumental 2, Analisis Quimico, Analisis y Tratamiento de Agua para los Procesos, Tecnologia Quimica, Analisis Especiales.



CCH Plantel Azcapotzalco	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Administracion de Recursos Humanos	
Tecnico en Analisis Clinicos	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Ciencias de la Salud
Tecnico en Bnaco de Sangre	
Tecnico en Educacion y Desarrollo Infantil	
Tecnico Instalaciones Electricas en Casa y Edificios	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4)
Tecnico Juego Empresarial	
Tecnico en Mantenimiento de Sistemas de Microcomputo	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4)
Tecnico en Mecatronica Basica	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4)
Tecnico en Programacion de Plantas y Diseño de Areas Verdes	
Tecnico en Recreacion	
Tecnico en Sistemas Computacionales	
Tecnico en Sistema para el Manejo de la Informacion Documental	
Tecnico en Urgencias Medicas	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Ciencias de la Salud



CCH Plantel Naucalpan	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Asistente Dental	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4)
Tecico en Laboratorio Quimico	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4)
Tecnico en Robotica	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4)
Tecnico en Urgencias Medicas	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Ciencias de la Salud

CCH Plantel Oriente	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Conservacion y Manejo de Colecciones ByD	
Tecnico en Contabilidad Informatica	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4).
Tecnico en Juego Empresarial	
Tecnico en Instalaciones Electricas en Casas y Edificios	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4).
Tecnico en Mantenimiento en Sistema de Refrigeracion	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4).
Tecnico en Recreacion	
Tecnico en Sistemas Computacionales	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4).
Tecnico en Mantenimiento de Sistemas de Microcomputo	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4).



CCH Plantel Sur	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Analisis Clinicos	
Tecnico en Administracion de Recursos Humanos	
Tecnico en Contabilidad con Informatica	
Tecnico en Recreacion	

CCH Plantel Vallejo	
Especialidad	Unidad Academica con Laboratorio
Tecnico en Mecatronica Basica	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4)
Tecnico en Sistema para el Manejo de la Informacion Documental	
Tecnico en Tecnico en Urgencias Medicas	Fisica (1,2,3,4), Biologia (1,2,3,4), Quimica (1,2,3,4), Ciencias de la Salud
Tecnico en Conservacion y Manejo de Colecciones ByD	



Trabajo de Word









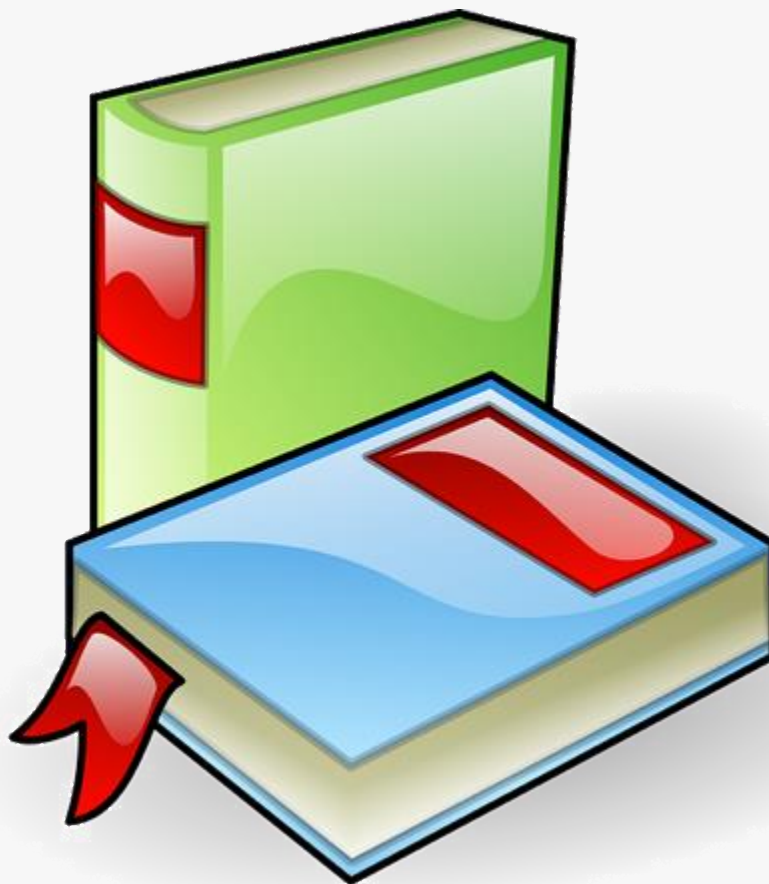


Presentacion del nivel medio superior del cecyt16.

Porque surgió el proyecto, la intención de la contaminación del agua de la lluvia, posteriormente agua residual pero no de aguas de baño y gracias a una propuesta de la dirección de laboratorios donde más o menos se llegó, hasta ahorita no hay contaminación pero hasta que punto van a estar contenidos, especificar que son de laboratoristas, donde ya eran expertos y trabajaron muestras, identificar el impacto ambiental que se tenía por la generación de residuos del cecyt 16 por el hecho de estar ubicados en una área rural donde tenemos un área protegida dentro de nuestro cecyt16 por ser la fauna indígena y por los desarrollos habitacionales y lo queremos proteger ya que no estamos en una zona cualquiera posteriormente se empezaron a hacer diferentes parámetros como ph y temperatura, cloros, alcalinidad y acidez



BIBLIOGRAFÍA



- [1] A. Z. M. Fabián Ruiz Luna, "Determinación de las variables de operación de filtros domiciliarios para la remoción de fluoruro presente en agua potable extraída de pozos," no. 1, pp. 444–449.
- [2] C. G. Lizbeth y González Castañeda Jaquelina, "Análisis de la calidad de agua termal de un manantial para uso humano," vol. 3, no. 1 pp. 75, 2017.
- [3] E. Pérez-López, "Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica," *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 29, no. 3, pp. 3, 2016.
- [4] D. Arriaza, AE, Waight, SE, Contreras, CE, Ruano, AB, López A. y Ortiz, "Determinación bacteriológica de la calidad del agua para consumo humano obtenida de filtros ubicados dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala" vol. 25, no. 2, pp. 21–29, 2015.
- [5] C. V. Enrique, "Abastecimiento De Agua Potable.," pp. 12-13,1994.
- [6] NUMERAGUA, "Numeragua México," *CONAGUA*, pp 26-98, 2016.
- [7] CONAGUA, "Estadísticas del agua en México Edición 2016," pp. 12-240, 2016.
- [8] R. Lecca and R. Lizama, "Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno," *Ind. Data*, vol. 17, no. 1, pp. 11, 2014.
- [9] Conagua, "Estadísticas del Agua en México," *Conagua*, vol. 2014, pp. 242, 2014.
- [10] Conagua., "Atlas del Agua en México 2016," *Com. Nac. del Agua. Subdirección Gen. Planeación.*, pp. 135, 2016.
- [11] C. Farrell, S. Turpin, and N. Suppen, "Huella de agua de uso público-urbano en México," *Rev. Int. Estadística y Geogr.*, vol. 4, no. 1, pp. 58–71, 2013.
- [12] A. (ed) Osorio, "Determinación de la huella del agua y estrategias de manejo de recursos hídricos," *Ser. Actas*, vol. N° 50, pp. 211, 2013.
- [13] M. Ana and F. Carlos, "El agua en bioquímica y fisiología," pp. 87-88 2013.
- [14] L. A. Rubio, "Características físicas, químicas y biológicas del agua y las influencias de éstas en mi región.," 2016. [Online]. Disponible: https://issuu.com/luzalbarubiot./docs/caracter_sticas_f_sicas_qu_mica.
- [15] A. S. osa J. Norma Elena Rojas Ruiz, Guillermo Muñoz Zurita and I. B. Peña, "Determinación de la calidad microbiológica del agua de la Laguna de Chapulco, Puebla.," *Investig. y Cienc. la Univ. Autónoma Aguascalientes.*, pp. 30, 2016. [16] M. Robert Pullés, "Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba," *Rev. CENIC Ciencias Biológicas*, vol. 45, no. 451, pp. 25–36, 2013.
- [17] L. A. Ramírez., "Diagnóstico De La Calidad Microbiológica Cooperativas Del Sector El Zompopero, Bahía de Jiquilisco, Usulután. pp. 13-17, 2015.
- [18] B. Saavedra, "Aplicación de macrófitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la laguna UDEP," pp. 3-7, 2017.
- [19] Z. S. Varela, L. P. Lavallo, and D. E. Alvarado, "Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: Una mirada en Colombia," *Salud Uninorte*, vol. 32, no. 1, pp. 105–122, 2016.
- [20] I. Guardiola-Ávila, L. Noriega-Orozco, B. Gómez-Gil, and E. Acedo Félix, "Factores de virulencia de *Vibrio mimicus*," *Rev. Ciencias Biológicas y la Salud*, vol. 17, no. 2, pp. 38–49, 2015.
- [21] A. Pazos M and M. Guerrero F, "Inhibición de colonización intestinal por *Vibrio cholerae* con *Lactobacillus acidophilus* en conejos lactantes.," *Rev.MVZ Córdoba*, vol. 18, no. Supl, pp. 3689–3698, 2013.
- [22] S. Ríos-Tobón, R. M. Agudelo-Cadavid, and L. A. Gutiérrez-Builes, "Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano.," *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, no. 2, pp. 237-238, 2017.

- [23] D. Peláez, B. L. Guzmán, J. Rodríguez, F. Acero, and G. Nava, "Presencia de virus entéricos en muestras de agua para el consumo humano en Colombia: desafíos de los sistemas de abastecimiento," *Biomédica*, vol. 36, pp. 169, 2016.
- [24] "Las cianobacterias cambiaron el mundo y ahora reaccionan peligrosamente al calentamiento global." [Online]. Disponible: <http://noticiasdela-ciencia.com/not/8754/las-cianobacterias-cambiaron-el-mundo-y-ahora-reaccionan-peligrosamente-al-calentamiento-global/>. [Consultada: 06-Mayo-2018].
- [25] "Cianobacterias.," Consultoría y *educación ambiental*, 2013. [Online]. Disponible: <http://ceambientalblog.blogspot.mx/2013/04/cianobacterias.html>. [Consultada: 06-Mayo-2018].
- [26] "Cianobacterias, cianotoxinas y salud." [Online]. Disponible: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=7398%3A2012-cianobacteria-cianotoxinas-salud&catid=4716%3Ageneral&Itemid=39623&lang=es. [Consultada: 06-Mayo-2018].
- [27] A. Monroy, "Atacan las cianobacterias." [Online]. Disponible: <http://viajes.elpais.com.uy/2015/03/25/atacan-las-cianobacterias/>. [Consultada: 06-May-2018].
- [28] E. A. C. Uriza, A. D. A. Martínez, and M. A. Sanjurjo, "Cianotoxinas: efectos ambientales y sanitarios. Medidas de prevención," *Hidrobiológica*, vol. 27, no. 2, pp. 241–251, 2017.
- [29] D. N. de determinantes de la salud y la investigación. Salud, "COMO DETERMINANTES AMBIENTALES DE LA SALUD Preguntas más frecuentes y sus respuestas Cianobacterias en agua ambiente y salud," pp. 1-3, 2015.
- [30] F. Damiano *et al.*, "Inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea. Caso de estudio Mar de Plata.," *Conitec*, pp. 1–11, 2015.
- [31] R. Iván *et al.*, "Calidad microbiológica de pozos de abastecimiento de agua potable en Yucatán, México," vol. 19, no. 1, pp. 51–61, 2015.
- [32] V. César and G. Vásquez, "Sistemas De Tratamiento Y Disposición De Aguas Residuales," *Fund. Ica*, pp. 341, 2003.
- [33] C. E. Barrera Díaz, *Aplicaciones electroquímicas al tratamiento de aguas residuales*. pp. 45-65, 2014.
- [34] R. Frago, "Aplicaciones de Medición de Sólidos Suspendidos y Orgánicos.," 2013.
- [35] DOF (Diario Oficial de la Federación), "NMX-AA-034-SCIFI-2015 Análisis De Agua - Medición De Sólidos Y Sales Disueltas En Aguas Naturales , Residuales Y Residuales Tratadas – Método De Prueba," *D. Of. la Fed.*, pp. 16, 2015.
- [36] L. ARGANDOÑA and R. G. MACÍAS, "Determinación De Sólidos Totales, Suspendidos, Sedimentados Y Volátiles, En El Efluente De Las Lagunas De Oxidación Situadas En La Parroquia Colón, Cantón Portoviejo, Provincia De Manabí, Durante El Período De Marzo a Septiembre 2013," pp. 26-44, 2013.
- [37] M. G. Mazzucchelli, "Diagnóstico físico químico y microbiológico del agua superficial del área serrana del arroyo Napaleofu.," pp. 84-94, 2016.
- [38] B. Riveros Olivares, "Tratamiento de Aguas Residuales Municipales en la Ciudad de México," *Univ. Nac. Autónoma México*, 2013o"
- [39] J. Antonio and L. Ramírez, "Ingeniería de aguas residuales.," pp. 1–33, 2014.
- [40] C. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, *Aguas residuales, el recurso desaprovechado*. pp. 39-47, 2017.
- [41] C. M. López Vázquez, G. Buitrón Méndez, H. A. Hernández García, and F. J. Cervantes Carrillo, *Tratamiento Biológico De Aguas Residuales: Principios, Modelación Y Diseño*. pp. 35-56, 2017.
- [42] T. R. B. Beltrán and C. M. C. Riveros, "Influencia de microorganismos lodo residual, planta de tratamiento de jauja," pp. 46-54, 2016.
- [43] Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), "Fiscalización ambiental en aguas residuales," *Bibl. Nac. del Perú N° 2014-05991*, pp. 6-12, 2014.
- [44] A. Noyola, J. Morgan, and L. Guereca, "Selección De Tecnologías Para El Tratamiento De Aguas Residuales Municipales", vol. 1. pp. 11-36, 2013.

- [45] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, “Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental - Salud Ambiental - Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos - Clasificación y Especificaciones de Manejo. NOM-087-ECOL-SSA1-2002.” *D. Of. la Fed.*, vol. 10, pp. 10–23, 2003.
- [46] “NMX-BB-086-1982”. (1982). A2. Recuperado a partir de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/nmx-bb-086-1982_18694.pdf
- [47] Ana Gabriela Cárdenas. (2014). “Guía de prácticas laboratorio de microbiología”. Recuperado a partir de https://www.udla.edu.ec/laboratorios/wp-content/uploads/2015/05/ENF303_MICROBIOLOGÍA.pdf pp 8.
- [48] Molina, José, C.A. (2015). “Escherichia coli diarrogénica”. Recuperado a partir de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/bacteriologia/escherichia-coli.html>.
- [49] R. Carrascoso. (2016). “Características microbiológicas y clínico-epidemiológicas de enterobacterias productoras de carbapenemasa oxa-48 en el contexto de un brote hospitalario”. Recuperado a partir de <http://eprints.ucm.es/40124/1/T38031.pdf> pp 9-10.
- [50] Palusiak, Siwinska y Zablotni. (2015). “Proteus mirabilis RMS 203 como nuevo representante del serogrupo O13 Proteus”. Recuperado a partir de http://www.actabp.pl/pdf/4_2015/2015_1108.pdf pp.1
- [51] Stephanie Berrio. (2016). “Pseudomona aeruginosa”. Recuperado a partir de <http://www.telmeds.org/wp-content/uploads/2017/01/Pseudomona-Aeruginosa.pdf> pp.2-3
- [52] Agar SIM. (2015). Recuperado a partir de <http://www.labmedibac.com/wp-content/uploads/2015/04/AGAR-SIM-MEDIBAC-LAB.pdf>.
- [53] Christensen Medio (urea agar base). (2015). Recuperado a partir de https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5af086c156e97.pdf
- [54] Claudia Pérez Garrido, Frida María León Rodríguez, G. R. D. G. (2013). Tratamiento de aguas. Manual de Laboratorio. Recuperado a partir de http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo_editorial/comite_editorial/manuales/tratamientodeaguas_manualprac.pdf pp. 35-36; 65; 113-114.
- [55] Diferentes técnicas de siembra de microorganismos (siembra por agotamiento, estría múltiple y técnica de los cuatro cuadrantes). (2016). Recuperado a partir de <https://fiestadelosmicroorganismos.wordpress.com/2016/12/14/practica-7-diferentes-tecnicas-de-siembra-siembra-por-agotamiento-y-estria-multiple/>
- [56] EMB. Agar (con eosina y azul de metileno). (2015). Recuperado a partir de http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a28240e1c004.pdf.
- [57] Kligler iron agar. (2009). Recuperado a partir de http://f-soria.es/Inform_soria/Difco Fichas tecnicas/TUBOS DIFCO/FT KLIGLER IRON AGAR.pdf.
- [58] Lisina hierro agar. (s/f). Recuperado a partir de <http://www.brizuela-lab.com.ar/manuales/Lisina hierro.pdf>.
- [59] Mac Conkey agar. (2015). Recuperado a partir de https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2ed674cf661.pdf.
- [60] “Microbiología”. Recuperado a partir de <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/tecnicas-y-metodos-de-estriado-en-caja.html>.
- [61] MIO medio. (2015). Recuperado a partir de http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2832fb81126.pdf.
- [62] Molina, José, T. U. (2017). “Generalidades de bacterias”. Recuperado a partir de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/bacteriologia/generalidades.html>
- [63] NOM-AA-072-SCFI-2001. (2001) pp-1.
- [64] No Title. (2011). Recuperado a partir de <https://neetescola.org/wp-content/uploads/2011/07/titulación.jpg>.
- [65] NOM-127-SSA1-1994. (1994). Recuperado a partir de <http://www.agrolab.com.mx/sitev002/sitev001/assets/nom-127-ssa1-1994.pdf>.
- [66] Simmons citrate agar tubo. (2009). Recuperado a partir de http://f-soria.es/Inform_soria/Difco Fichas tecnicas/TUBOS DIFCO/FT SIMMONS CITRATE.

***IMPACTO DEL SISTEMA DE MST SOBRE RETENCIÓN DE
SUELOS Y CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN ZONAS SEMI
ÁRIDAS.***

***Foro Desafíos y Oportunidades
en la Gestión del Agua***

***Jesús Ruiz Careaga
Amado Navarro Frómata
David navarrete
México***

***ajcareaga@gmail.com
Institucional:
jesus.ruiz@correo.buap.mx
BUAP
00522295500
Ext. 7352***

9 08 2019

GENERALES

LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE MST DEL ICUAP ESTÁ LOCALIZADA EN EL ECOCAMPUS DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA EN VALSEQUILLO. PUEBLA, MÉXICO. TIENE UNA EXTENSIÓN DE 5 ha Y OTRAS 5 MAS ADICIONADAS HACE UN AÑO.

OBJETIVO GENERAL

DEMOSTRAR CÓMO EL MST* FAVORECE LA DISMINUCIÓN DE LA EROSIÓN Y LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA COMO UNA HERRAMIENTA PARA COMBATIR LA POBREZA Y ASEGURAR LA INDEPENDENCIA

OTRO OBJETIVO

EVALUAR EL IMPACTO DE LA REFORESTACIÓN COMO MEJORADOR DEL SUELO Y LA RETENCIÓN DE HUMEDAD.

**** Manejo Sustentable de Tierras***



LA IDEA ES

***DEMOSTRAR CÓMO APLICANDO EL SISTEMA DE MST SE PUEDEN
OBTENER RESULTADOS QUE IMPACTEN EN EL CONTROL DE LA
EROSIÓN, LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA Y EL
INCREMENTO DE LOS RENDIMIENTOS AGRÍCOLAS CON BENEFICIOS
ECONÓMICOS PARA LAS COMUNIDADES RURALES.***

CONDICIONES EN QUE OCUPAMOS EL PREDIO



Pastoreo intensivo. Sector afectado por erosión severa y muy severa. Formas de cultivo en melgas. Erosión hídrica en cárcavas y azolve de la presa Valsequillo

EROSIÓN LAMINAR Y EN MASA.



***IMPACTO DE PROCESOS EROSIVOS SOBRE LA CALIDAD DE
LOS SUELOS Y LA CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA.
El ejemplo de la presa Valsequillo***

8 ZANJAS TRINCHERAS PROTEGIDAS CON BARRERAS VIVAS DE VETIVER PARA CAPTAR AGUA Y RETENER SUELO Y EVITAR AZOLVE A LA PRESA VALSEQUILLO



SE CONSTRUYE UN JAGÜEY PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA



El área se reforestó casi en la totalidad, sobre todo en las zonas mas afectadas por la erosión hídrica.



DETECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FÁRMACOS DE USO VETERINARIO EN AGUA RESIDUAL PORCÍCOLA

Karina Gabriela León Aguirre

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán

Av. Industrias No Contaminantes por Anillo Periférico Norte, Mérida, Yucatán, Apdo. Postal 150, México.² Institución y dirección postal de los Autores

kgla27@outlook.com

Porcicultura en Yucatán



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



RED TEMÁTICA
Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua



Casi 500 granjas
porcícolas en
Yucatán

Más del 80% son
granjas pequeñas
y medianas

Infraestructura no
permite estrictos
controles
sanitarios



Administración de
fármacos para
prevenir
enfermedades e
incrementar
crecimiento

Méndez *et al.*, 2009
SEDUMA, 2015

Granjas Porcícolas



En las granjas pequeñas y medianas de Yucatán, los sistemas de tratamiento no están diseñados para la remoción de fármacos, además de que no son operados correctamente, lo que representa un riesgo de contaminación para el acuífero. El agua subterránea la única fuente de agua en la región.



Detección de fármacos



■ Impacto ambiental del agua residual porcícola

La ganadería porcícola presenta una alta generación de aguas residuales conteniendo los residuos de fármacos. No se encuentran regulado en la legislación mexicana y su presencia en el ambiente afecta a las especies acuáticas y a la salud humana, por la resistencia bacteriana.



En México son pocos los trabajos que se han hecho en cuanto a la detección de antibióticos en el ambiente, en gran parte, debido a lo costoso del método y del equipo y la priorización de otros contaminantes. Por lo que se tiene que trabajar a la par en el tratamiento y detección.

Tratamiento para fármacos en agua residual porcícola

Los humedales construidos han sido empleados para la remoción de contaminantes emergentes en el agua residual urbana, pero sólo poco trabajos han sido reportados para la remoción de fármacos en el agua residual de las actividades ganaderas (Almeida *et al.*, 2017).



<i>Compuesto(s)</i>	<i>Lugar y tipo de humedal</i>	<i>Porcentaje de remoción</i>	<i>Planta y/o soporte usado</i>	<i>Referencia</i>
Tetraciclina, oxitetraciclina y clortetraciclina	China Humedal vertical flujo ascendente	69-99%	Carrizo/ Polvo de ostra, ladrillo y suelo rojo	Huang <i>et al.</i> , 2014
Enrofloxacin y tetraciclina	Portugal Humedal vertical flujo subsuperficial	94-98%	Carrizo/ Arena con raíces de plantas	Carvalho <i>et al.</i> , 2013

Metodología



1ª Etapa

Información y muestreos (realización de encuestas)

Conocer tipo de fármacos y frecuencia de administración

Muestreos en granjas porcíolas

2ª Etapa

Detección de los fármacos en el agua residual porcícola

Detección utilizando HPLC y espectrofotometría de fluorescencia

Validación del métodos y análisis de datos

3ª Etapa

Remoción utilizando humedales construidos

Selección de plantas y material de soporte

Evaluación de eficiencias de remoción

Granjas porcícolas



CONACYT

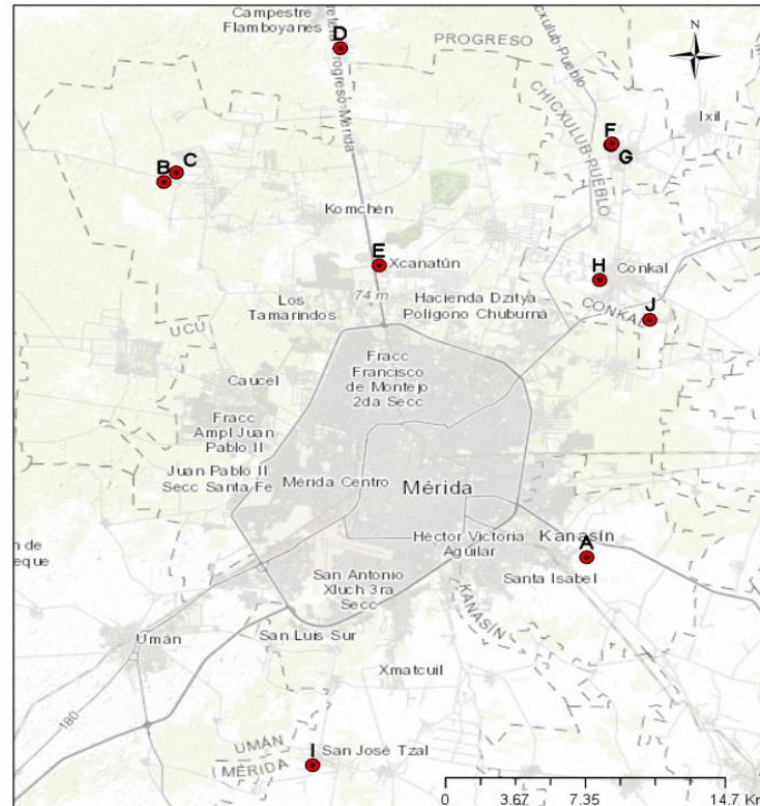
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



RED TEMÁTICA
Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua



Esri, HERE, Garmin, (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS user community, Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community



Granja	Tipo de granja	Población	Tipo de alimento	Vía de administración
A	Ciclo completo	186	Granos: sorgo, maíz, soya	Oral Inyección
B	Engorda	600	Mezcla comercial	Alimento
C	Pie de cría	651	Mezcla comercial	Inyección
D	Pie de cría	550	Premezcla	Oral
E	Ciclo completo	751	Mezcla comercial	Inyección

Información de los fármacos



Tipo de fármaco	Uso o efecto	Frecuencia de administración
Sulfametoxazol	Tratamiento y prevención de enfermedades	Recién nacidos durante 3-5 días
Oxitetracilina	Promotor de crecimiento	Diario, con el alimento
Ivermectina	Ectoparasiticida y endoparasiticida	Cada 15-42 días
Amoxicilina	Tratamiento y prevención de enfermedades	Cuando hay animales enfermos, durante 2-3 días
Enrofloxacina	Tratamiento de enfermedades	Cuando hay animales enfermos, durante 2-3 días
Tilosina	Tratamiento de enfermedades	Cuando hay animales enfermos, durante 2-3 días
Penicilina G	Tratamiento y prevención de enfermedades	Recién nacidos durante 3-5 días
Ractopamina	Promotor de crecimiento	Diario, con el alimento
Estreptomicina	Tratamiento de enfermedades	Recién nacidos durante 3-5 días
Gentamicina	Tratamiento de enfermedades	Cuando hay animales enfermos, durante 2-3 días

Tratamiento con humedales construidos



Construcción del sistema de humedales



Adaptación del sistema al agua residual porcícola



Adición de fármacos y toma de muestras



Medición de las eficiencias de remoción

Tratamiento con humedales construidos



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

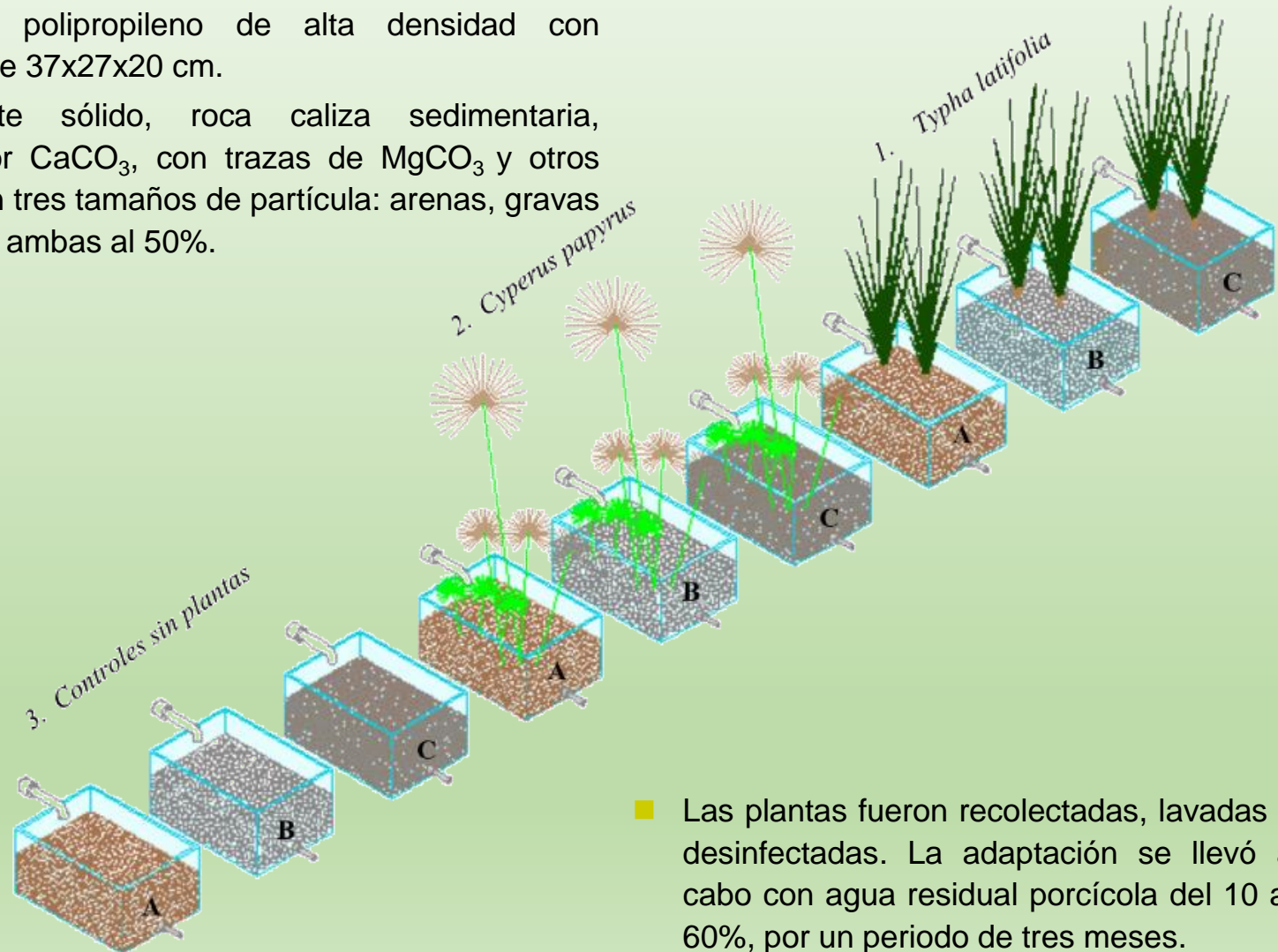


RED TEMÁTICA
Gestión de la calidad y disponibilidad del agua



Construcción del sistema de humedales

- unidades de polipropileno de alta densidad con dimensiones de 37x27x20 cm.
- Como soporte sólido, roca caliza sedimentaria, compuesta por CaCO_3 , con trazas de MgCO_3 y otros carbonatos, en tres tamaños de partícula: arenas, gravas y la mezcla de ambas al 50%.



- Las plantas fueron recolectadas, lavadas y desinfectadas. La adaptación se llevó a cabo con agua residual porcícola del 10 al 60%, por un periodo de tres meses.

Resultados

- Concentraciones promedio de los fármacos reportadas en el influente y efluente del biodigestor de la granja porcícolas (Espectrofotometría de fluorescencia).

Fármaco	Influente ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	DE	Efluente ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	DE
Enrofloxacina	0.164	0.002	0.066	0.001
Oxitetraciclina	0.679	0.043	0.312	0.022
Sulfametoxazol	7.852	0.224	1.874	0.262

- Concentraciones promedio de los fármacos reportadas en el influente y efluente del biodigestor de la granja porcícolas (Cromatografía líquida de alta eficiencia).

Fármaco	Influente ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	DE	Efluente ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	DE
Enrofloxacina	0.017	0.033	0.018	0.065
Oxitetraciclina	0.020	0.065	0.044	0.059
Sulfametoxazol	0.065	0.020	0.019	0.034

Resultados



■ Resumen de porcentajes de remoción para cada fármaco

Tiempo de permanencia

Fármaco	24 h	48 h	72 h	96 h
Oxitetraciclina	Papiro mezcla 85.6%	Papiro mezcla 88.6%	Papiro arena 87.8%	Papiro arena 97.3%
Sulfametoxazol	Tifa arena 47.4%	Tifa arena 58.2%	Tifa mezcla 64.9%	Tifa mezcla 75.1%
Enrofloxacina	Tifa arena 85.3%	Tifa arena 86.7%	Tifa arena 87.7%	Tifa arena 89.9%
Ractopamina	Tifa arena 80.48%	Tifa arena 80.48%	Tifa mezcla 93.64%	Tifa arena 97.81%

Conclusiones

- Los métodos de detección presentados ofrecen información importante cuando no se cuenta con los recursos necesarios para llevar a cabo esa técnica y además permiten trabajar con una variedad importante de matrices acuosas.
- Mientras que la cromatografía líquida de alta eficiencia ofrece selectividad al poder separar todos los compuestos presentes en la muestra, la espectrofotometría de fluorescencia tiene ventajas en cuanto a una menor generación de residuos y menor tiempo durante el análisis.
- En la remoción de fármacos con los humedales construidos se observa que ocurre una mayor remoción en las unidades que contienen arena o mezcla como soporte sólido, y la remoción se incrementa con el tiempo de permanencia.

Agradecimientos



- Laboratorio de nano y biomateriales del CINVESTAV, Unidad Mérida.
- Laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ingeniería Química, UADY.
- Este trabajo forma parte de la tesis doctoral realizada por M.I. Karina Gabriela León Aguirre, en colaboración con M.C. Avel Adolfo González Sánchez, Dr. Emanuel Hernández Núñez, Dr. Roger Iván Méndez Novelo y Dra. María del Carmen Ponce Caballero.

Contacto:

kgla27@outlook.com

Referencias

- Méndez, R., Castillo, E., Vázquez, E., Briceño, O., Coronado, V., Pat, R., & Garrido, P. (2009). Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán. *Ingeniería*, 13(2), 13-212
- SEDUMA (2015). Industrias y Agroindustrias. Desarrollo Urbano. Consultado el 30 de septiembre de 2015, disponible en: http://www.seduma.yucatan.gob.mx/desarrollo-urbano/documentos/ZonaMetropolitana/2_8_Industria_Agroindustrias.pdf
- Almeida, C. M. R., Santos, F., Ferreira, A. C. F., Lourinha, I., Basto, M. C. P., & Mucha, A. P. (2017). Can veterinary antibiotics affect constructed wetlands performance during treatment of livestock wastewater? *Ecological Engineering*, 102, 583–588.
- Huang, X., Liu, C., Li, K., Su, J., Zhu, G., & Liu, L. (2015). Performance of vertical up-flow constructed wetlands on swine wastewater containing tetracyclines and tet genes. *Water Research*, 70, 109-117.
- Carvalho, P., Araújo, J., Mucha, A., Basto, M., & Almeida, C. (2013). Potential of constructed wetlands microcosms for the removal of veterinary pharmaceuticals from livestock wastewater. *Bioresource Technology*, 134, 412-416.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



RED TEMÁTICA

Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua



CONSEJO DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE
PUEBLA



FORO "DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA GESTIÓN DEL AGUA"

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE IZÚCAR
DE MATAMOROS

MESA DE
TRABAJO

3. Problemas
y soluciones
en el uso del
agua de riego



CONACYT



CONSEJO DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE
PUEBLA

DESAFIOS Y OPORTUNIDADES EN LA GESTIÓN DEL AGUA
Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros 9 y 10 de Agosto de 2019

***GESTIÓN EN LA PRODUCCIÓN GANADERA BAJO UN
ENFOQUE AGROECOLÓGICO:***

Agroecología porcina

Presenta:

Ing. Joaquín Contreras Ortega
Dr. José Alfredo Castellanos Suarez

Sistema Cama Profunda: necesidad y urgencia.

La sociedad del mundo contemporáneo preexiste como “la sociedad de la crisis” (Carral, 2006) traducida en tres ejes primordiales: crisis económica, alimentaria y ambiental. Esta última es la más controversial pues no sólo devela las contradicciones hombre-hombre (difundida durante el siglo XIX y XX y traducida como lucha de clases) sino que desglosa una macro-contradicción: la del hombre-naturaleza, que para algunos representa una jerarquía superior a atender y para nosotros es objeto de preocupación, más aún en el sector agropecuario.



Sistema Cama Profunda: necesidad y urgencia.

Granma
LA HABANA, 22 DE JULIO DE 2019
ÓRGANO OFICIAL DEL COMITÉ CENTRAL DEL PARTIDO COMUNISTA DE CUBA

PORTADA CUBA MUNDO DEPORTES CULTURA OPINIÓN CIENCIA SALUD ESPEC

Despilfarro conduciría a agotamiento de agua potable en el mundo antes de 2050

Los hábitos de consumo que mantienen hoy los países industrializados podrían conducir al agotamiento de los recursos de agua potable en el planeta antes del año 2050, indica un informe empresarial filtrado por WikiLeaks

Autor: Cubadebate | internet@granma.cu
2 de mayo de 2016 14:05:43

Los hábitos de consumo que mantienen hoy los países industrializados podrían conducir al agotamiento de los recursos de agua potable en el planeta antes del año 2050, indica un informe empresarial filtrado por WikiLeaks.

El sitio digital Inquisitr reseña que el estudio fue redactado por ejecutivos de la compañía Nestlé, una de las mayores productoras de alimentos a escala mundial.

Según el análisis atribuido a la transnacional, un tercio de la población mundial tendría problemas de escasez de agua antes de 2025, mientras que la situación se volvería catastrófica en 2050.

A juicio de la fuente, la dieta alimentaria de Occidente, centrada mayormente en la carne, atenta contra la disponibilidad de agua potable debido a los elevados consumos del líquido a fin de producir alimentos para el ganado.

Actualmente, los estadounidenses son los mayores consumidores de carne a nivel mundial, pero este indicador crece en países como India y China, comenta el reporte.

Si todos los habitantes del planeta tuvieran los mismos hábitos alimenticios que el estadounidense medio, el agua potable se habría acabado en el año 2000, cuando la Tierra alcanzó los seis mil millones de habitantes, ilustró la publicación.

A inicios del mes anterior, la revista británica de investigación médica The Lancet señaló que más de medio millón de seres humanos podrían morir a causa de las alteraciones del clima para el año 2050, pues perjudicará la manera en que comemos y otros aspectos relevantes.

Si todos los habitantes del planeta tuvieran los mismos hábitos alimenticios que el estadounidense medio, el agua potable se habría acabado en el año 2000, cuando la Tierra alcanzó los seis mil millones de habitantes, ilustró la publicación.

<http://www.granma.cu/ciencia/2016-05-02/despilfarro-conduciria-a-agotamiento-de-agua-potable-en-el-mundo-antes-de-2050-02-05-2016-14-05-43>

EL PAÍS PLANETA FUTURO

EN PRIMERA LÍNEA RED DE EXPERTOS QUÉ MUEVE A... DESARROLLO EN ÁFRICA BLOGS CIUDADES SOSTENIBLES

SEMANA MUNDIAL DEL AGUA

La escasez de agua, una nueva normalidad

Los expertos reunidos en la Semana Mundial del Agua alertan de la urgencia de adoptar soluciones basadas en la naturaleza para evitar una crisis hídrica a escala global



Mientras la demanda de agua sigue creciendo a un ritmo que ronda el 1% anual —un porcentaje destinado a aumentar significativamente según el último [Informe Mundial de Desarrollo Hídrico de Naciones Unidas](#), especialmente en países con economías en desarrollo o emergentes—, [...]Urbanización, deforestación, intensificación de la agricultura, entre otros factores, se suman a estos desafíos.

https://elpais.com/elpais/2018/08/27/planeta_futuro/1535383053_155930.html

FAO :: Sala de prensa :: Últimas noticias :: 2006 :: La ganadería amenaza...

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
ayudar a construir un mundo sin hambre

FAO Sala de Prensa

Sala de prensa departamentos oficinas regionales العربية 中文 english français italiano русский

La ganadería amenaza el medio ambiente

Es necesario encontrar soluciones urgentes

29 de noviembre de 2006, Roma – ¿Qué produce más emisiones de gases causantes del efecto invernadero, criar vacas o conducir automóviles?. La respuesta puede suponer una sorpresa para muchos:

Según un reciente informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el sector ganadero genera más gases de efecto invernadero —el 18 por ciento, medidos en su equivalente en dióxido de carbono (CO₂)— que el sector del transporte. También es una de las principales causas de la degradación del suelo y de los recursos hídricos.

"El ganado es uno de los principales responsables de los graves problemas medioambientales de hoy en día. Se requiere una acción urgente para hacer frente a esta situación", asegura Henning Steinfeld, Jefe de la Subdirección de Información Ganadera y de Análisis y Política del Sector de la FAO, y uno de los autores del estudio.

Como señal de prosperidad, cada año la humanidad consume más carne y productos lácteos. Está previsto que la producción mundial de carne se duplique desde los 229 millones de toneladas en 1999/2001 a 465 millones de toneladas en 2050, al tiempo que la producción lechera se incrementará en ese período de 580 a 1 043 millones de toneladas.

Un precio elevado

El sector pecuario es el de crecimiento más rápido en el mundo en comparación con otros sectores agrícolas. Es el medio de subsistencia para 1 300 millones de personas y supone el 40 por ciento de la producción agrícola mundial. Para muchos campesinos pobres en los países en desarrollo, el ganado es también una fuente de energía como fuerza de tiro y una fuente esencial de fertilizante orgánico para las cosechas.

Pero este rápido desarrollo tiene un precio elevado para el medio ambiente, según el informe de la FAO *La sombra alargada de la ganadería-aspectos medioambientales y alternativas*. "El coste medioambiental por cada unidad de producción pecuaria tiene que reducirse a la mitad, tan sólo para impedir que la situación empeore", advierte el documento.

Contacto:
Christopher Matthews
Oficina de prensa, FAO
christopher.matthews@fao.org
(+39) 06 570 53762

Ganaderos dinka con sus rebaños, Sudán

Enlaces
El informe (pdf, en inglés)
Iniciativa LEAD
Agricultura 21 - Las repercusiones del ganado en el medio ambiente
Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO

envía por correo

"El ganado es uno de los principales responsables de los graves problemas medioambientales de hoy en día. Se requiere una acción urgente para hacer frente a esta situación", asegura Henning Steinfeld, Jefe de la Subdirección de Información Ganadera y de Análisis y Política del Sector de la FAO, y uno de los autores del estudio.

<http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>

EL AGUA EN EL MUNDO

70%

de su superficie está cubierta de agua



Planeta Tierra

97.5%

es agua salada



2.5%

es agua dulce



DEL TOTAL DE **AGUA DULCE** EN EL MUNDO

70%



son glaciares, nieve o hielo

casi el

30%



son aguas subterráneas de difícil acceso

menos del

1%



es agua disponible para consumo humano y los ecosistemas

SU EXTRACCIÓN POR **USO** ES



69%

Sector Agropecuario



19%

Sector Industrial



12%

Sector Municipal

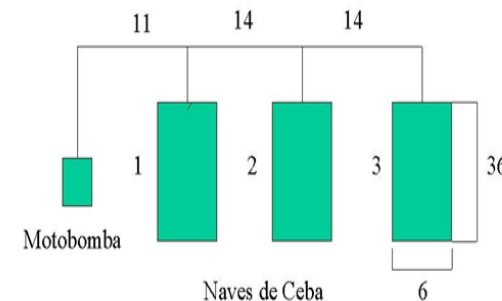
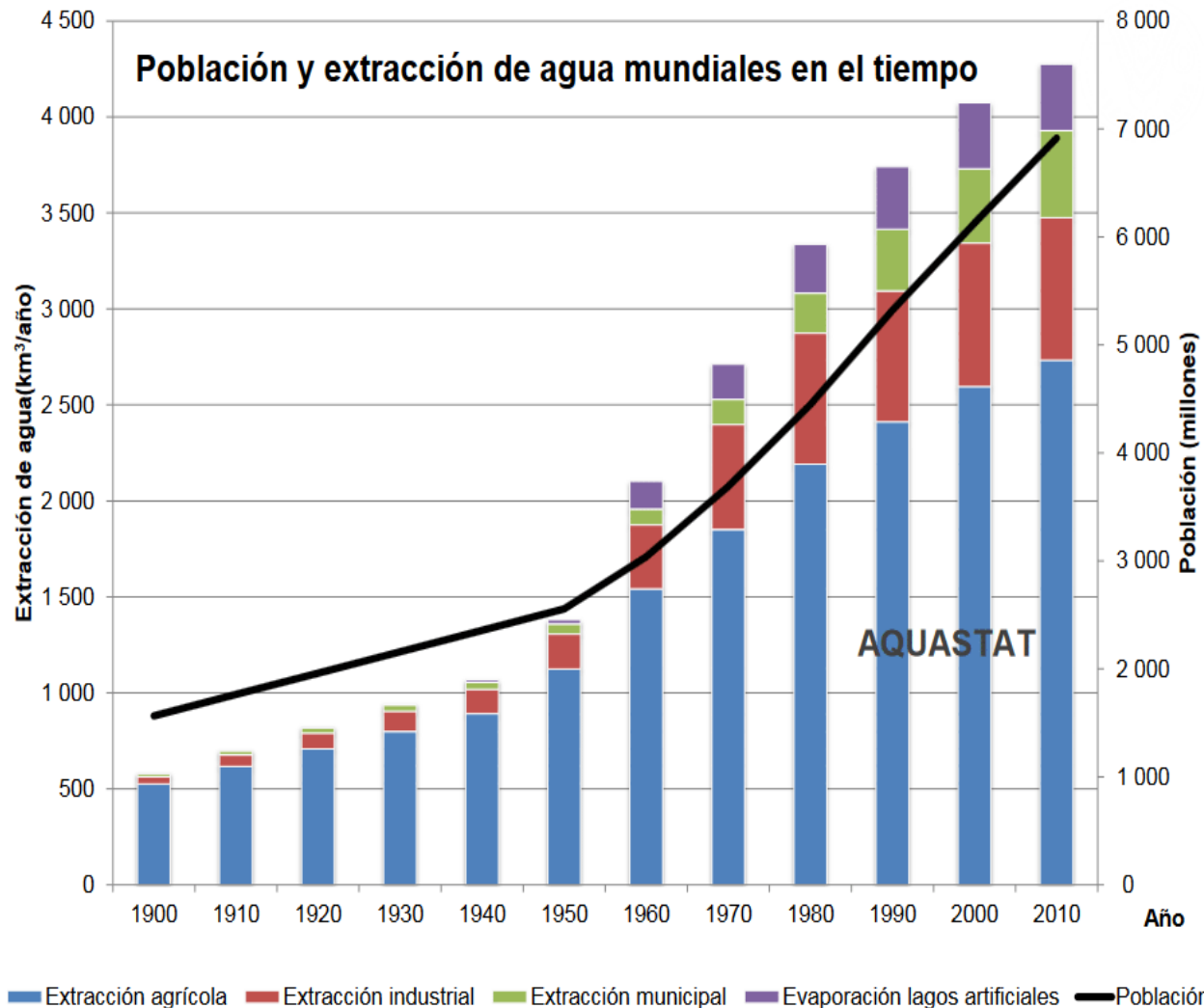


FIGURA 1. Esquema de naves de ceba.

Sistema Cama Profunda: necesidad y urgencia.



En el mundo moderno la hiper-especialización ha sido un arma de doble filo, hemos dejado de comprender las relaciones inmensas de nuestros actos:

«Nadie es una isla por completo en sí mismo; cada hombre es un pedazo de un continente, una parte de la Tierra. Si el mar se lleva una porción de tierra, toda Europa queda disminuida, como si fuera un promontorio, o la casa de uno de tus amigos, o la tuya propia; por eso la muerte de cualquier hombre me disminuye, porque estoy ligado a la humanidad; y por tanto, nunca preguntes por quién doblan las campanas, porque están doblando por ti».

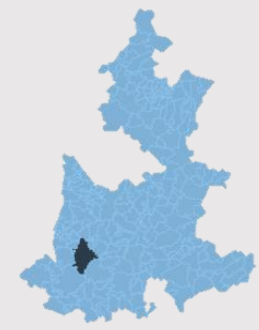
Jonh Donne (1625-1642)

Las cosas están ligadas por lazos invisibles: no se puede arrancar una flor sin molestar a una estrella”

Galileo Galilei.



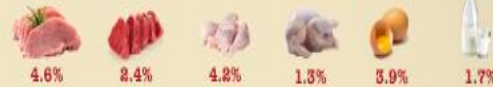
Producción porcícola y su huella hídrica.



Producción vs Consumo nacional aparente de carne de cerdo.

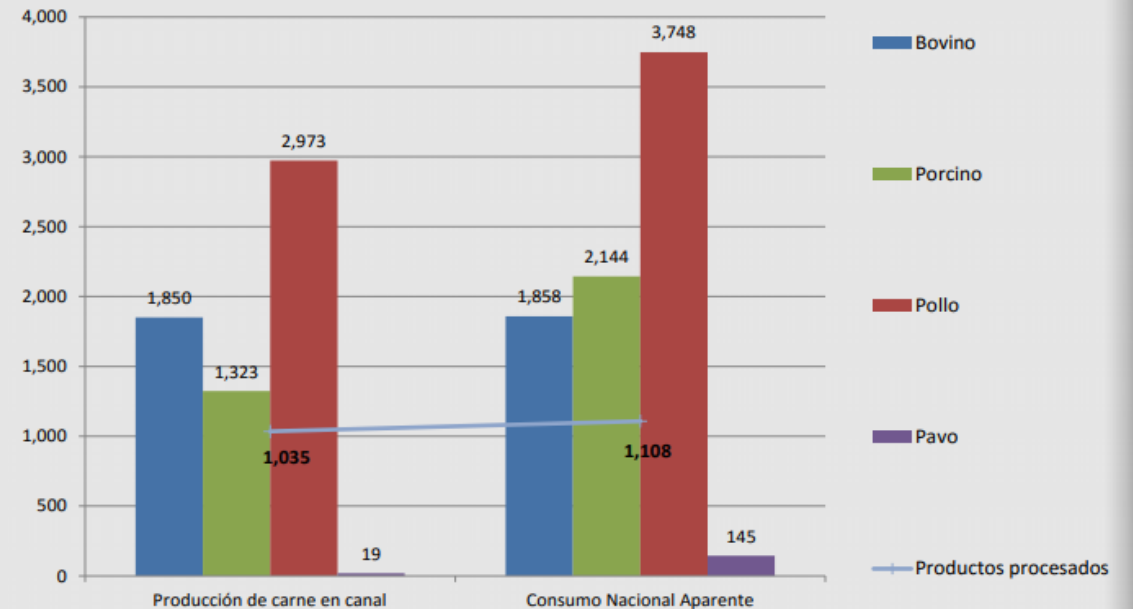
PRODUCCIÓN DE CARNE EN MÉXICO CRECIÓ

3.7% EN 2017



El año pasado México produjo
6 MILLONES 572 MIL 643 TONELADAS
de carne de res, pollo y cerdo. **3.7** por ciento más que en 2016.

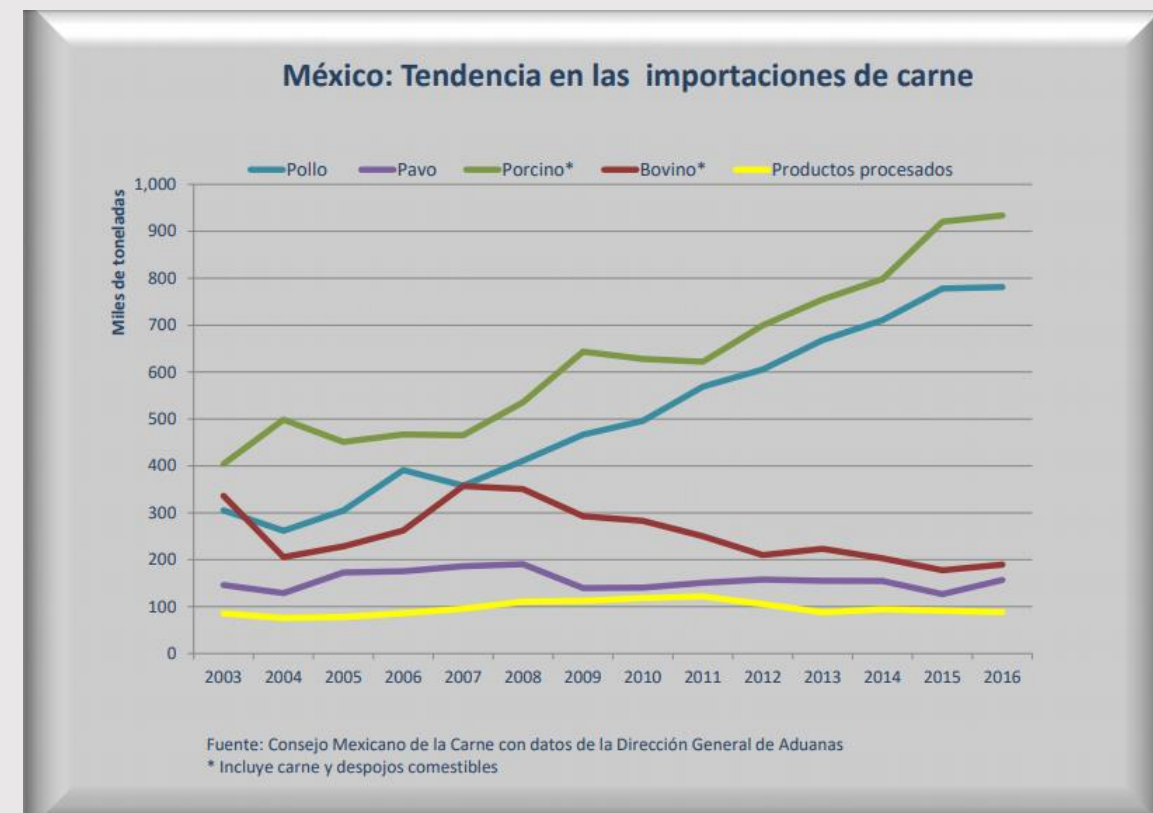
México: Consumo Nacional Aparente de Carne, 2015 (miles de toneladas)



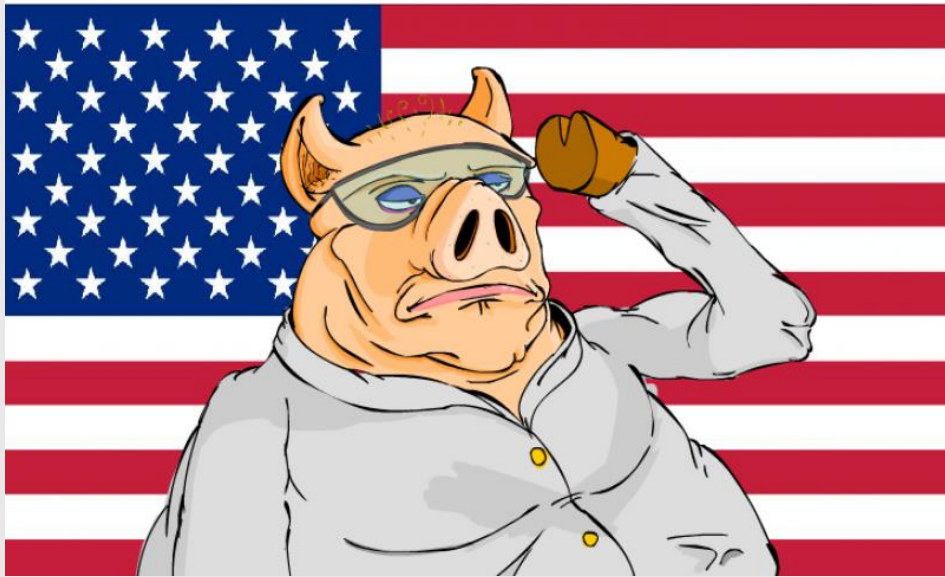
Fuente: Consejo Mexicano de la Carne con datos del SIAP, INEGI, Dirección General de Aduanas
Consumo a nivel de Toneladas Equivalentes a Carne en Canal

Consumimos anualmente 2 144 000 toneladas de carne de cerdo sólo producimos un total de 1 323 000 lo que representa el 52% del total dando un déficit anual de 821 000 toneladas (COMECARNE, 2018).

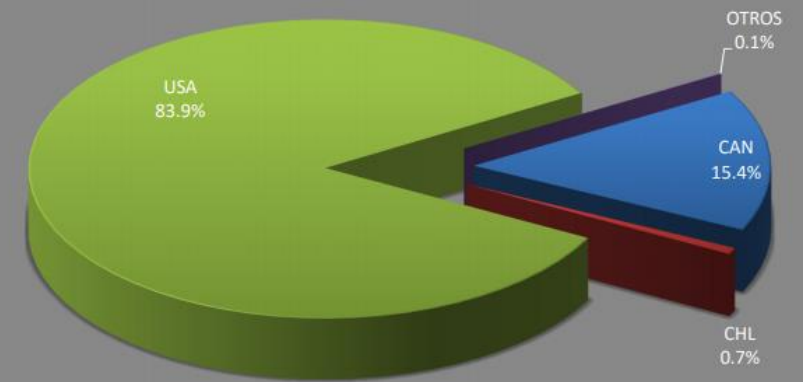
La Solución ha estado en la importación de carne.



¿Soberanía Alimentaria?

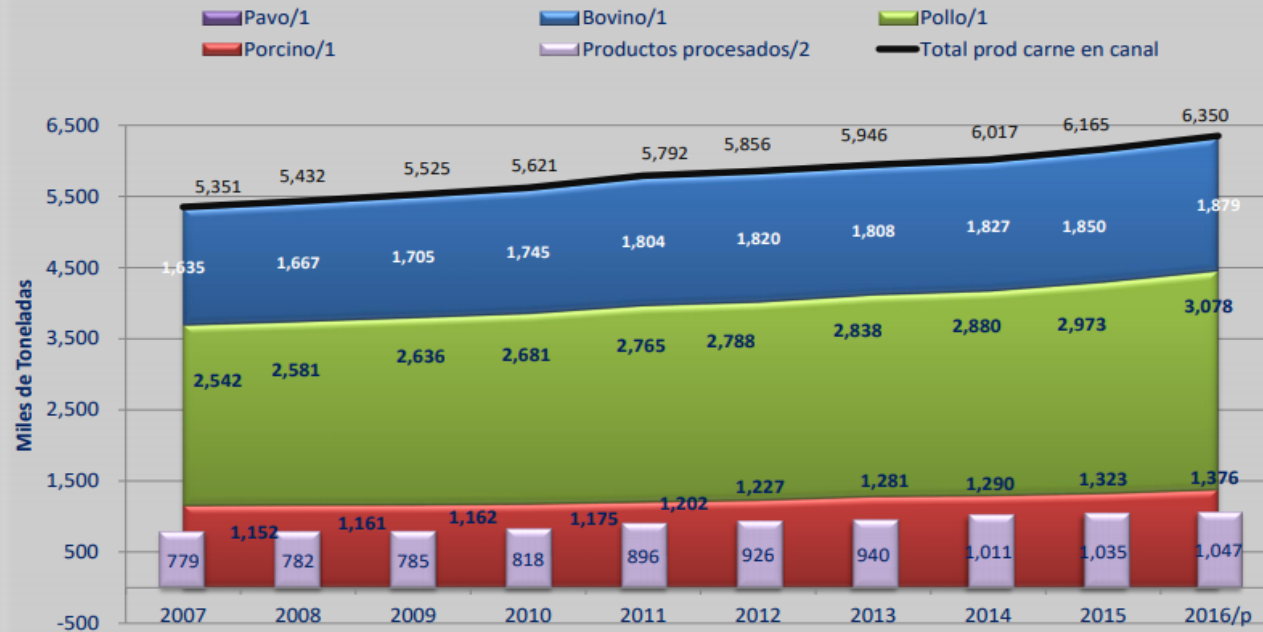


ORIGEN DE LAS IMPORTACIONES DE CARNE Y DESPOJOS DE CERDO,
2016



Fuente: Consejo Mexicano de la Carne con datos de la Dirección General de Aduanas

Volumen de producción de carne en canal y carne procesada



1/ producción de carne en canal.

2/ Incluye: Jamón y salchicha de ave, jamones: ahumado, americano, horneado, cocido, virginia y york, queso de puerco, tocino, salchicha carne roja, mortadela, chorizo y longaniza

/P: preliminar

Fuente: Consejo Mexicano de la Carne con datos del SIAP e INEGI

Podemos dimensionar el impacto si consideramos que para lograr esta cantidad se debe producir más de 17 millones de cerdos por año y que estos van a consumir aproximadamente 5 millones de TM de alimento además de 8 a 10 millones de m3 de agua.



Los animales por naves fueron de: 91,87 y 111 y sus pesos promedio de: 52, 56 y 72 kg. El tiempo empleado en la limpieza fueron de 39, 47 y 55 minutos.

Como se observa en la [Tabla 3](#), el gasto de agua de limpieza por animal y por día es de **26 L** un valor bastante elevado, lo cual esta influenciado directamente por el sistema que se usa para esta labor que consiste en agua a presión, pero además es costumbre también bañar diariamente a los animales todo esto hace que este gasto sea excesivo.

Este valor es mayor que lo reportado por Taiganides *et al.* (1996), **9,2 L**, pero mucho menor que lo informado por Sánchez *et al.* (1995), **50 L** y Juantorena *et al.* (2000), que fue de **60 a 80 L** por día para cerdos en ceba de 100 kilogramos de peso y similar a lo reportado por Venotti *et al.* (2002), que fue de **25 L**.

Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP), Punta Brava, La Lisa,
La Habana, Cuba.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000300011





QUE LA MUERTE NO GUIE JAMÁS LA MANO DEL HOMBRE QUE PRODUCE NUESTRO ALIMENTO (Voisin, 1961).



Sistema Cama Profunda: necesidad y urgencia.

¡ A PRODUCIR!

¿CÓMO?

¿CON QUÉ FIN?

¿CON QUÉ PRIORIDAD?



Sistema Cama Profunda: necesidad y urgencia.

A nivel mundial **existen 570 millones de explotaciones agrícolas. De estas, más de 500 millones pertenecen a agricultores familiares.** En muchas regiones, los agricultores familiares son los principales productores de los alimentos que consumimos a diario, abasteciendo los mercados locales y nacionales y dinamizando las economías locales. Es decir, que los agricultores familiares representan la base de la seguridad alimentaria.



LA AGROECOLOGÍA ES:

Una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social.

Como ciencia, estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan.

Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción.

Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales (FAO, 2018).





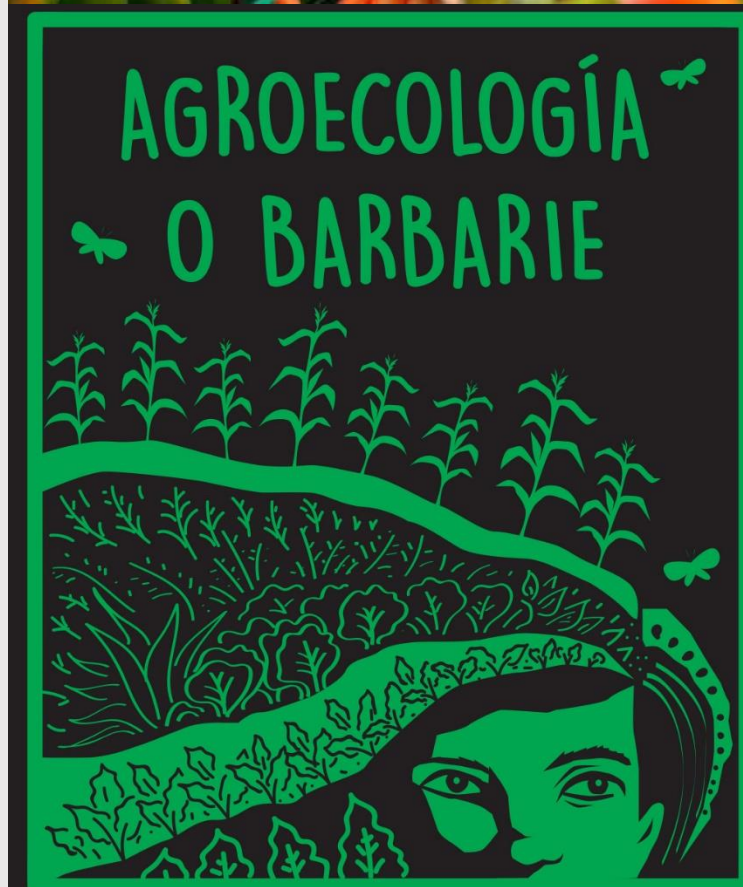
La **agroecología** plantea la producción agropecuaria a partir del **diálogo de saberes entre la academia y el campesinado**; entre la tradición y los conocimientos científicos; buscando las tecnologías que permitan producir en forma sustentable y saludable de acuerdo a los dictados de la naturaleza; respetando la diversidad biológica y cultural. **La agroecología es eminentemente local; no puede dictarse universalmente un reglamento para el cultivo agroecológico.** (Skupieñ, 2014)

¿Orgánico o Agroecológico para nuestros pequeños productores poblanos?

LOS PRODUCTOS ORGÁNICOS SON:

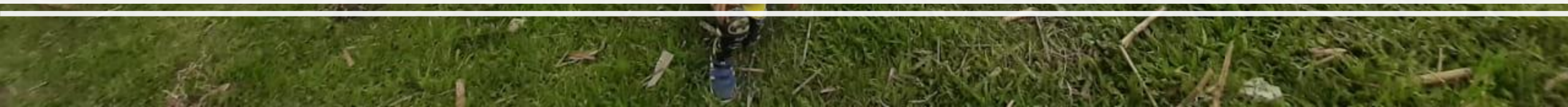
Alimentos que se cultivan, crían y procesan utilizando métodos naturales, que no contengan aditivos químicos ni compuestos sintéticos y favorecedores a las practicas benéficas para el medio ambiente mediante el uso de sistemas no contaminantes, con lo cual se busca un equilibrio entre la salud de los consumidores y el medio ambiente en que se producen.

Para ser orgánico, basta que en la plantación no se utilicen agrotóxicos*, sin tomar en cuenta el involucramiento y las condiciones laborales de los agricultores, la compatibilidad de los cultivos en relación con el ecosistema local y el nivel de industrialización de todo el proceso (Vía campesina, 2018).





Nuestra apuesta productiva es el cerdo Agroecológico.



Sistema Cama Profunda: necesidad y urgencia.



*Entonces le hice esta pregunta escueta:
-¿Sabe usted cuánta potasa emplea sus clientes en sus prados?*

*La respuesta quedó bien grabada en mi memoria.
-Este problema es cosa del granjero. Mi papel es tratar a sus animales enfermos y curarlos.*

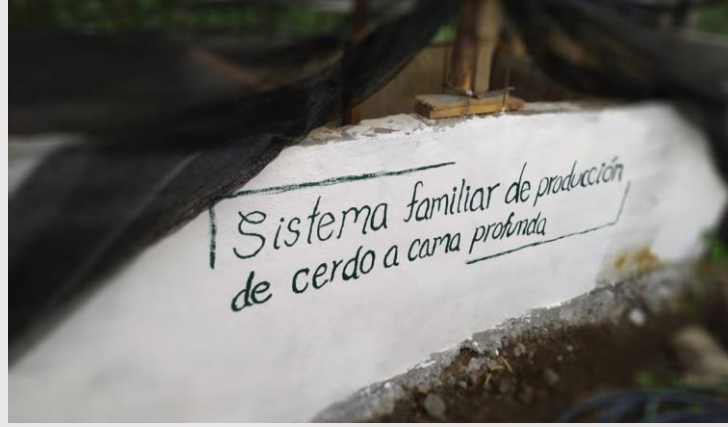
Creo sinceramente que esta concepción demasiado absoluta no debe imperar en la ciencia médica del porvenir[...] concentramos todos nuestros esfuerzos en las consecuencias, y sin embargo descuidamos las causas.

(Voisin, 1961)

Sistema Cama Profunda

- *Este sistema de crianza se define bajo el concepto de proveer al animal la habilidad de seleccionar y modificar su propio micro ambiente a través del material de la cama, Hill (2000).*





Proceso de diseño de la UPA "El Teponaxtle"



SISTEMA CONVECCIONAL

Inversión de fuerza de trabajo en lavado.

Alto consumo de agua.

Contamina las fuentes hídricas con las excretas.

Altos costos en infraestructura y sistemas de saneamiento de las aguas residuales.

Altos gastos de energía (en todas sus formas).

Alta importación de insumos en el agroecosistema.

Alta utilización de antibióticos.

NO SUSTENTABLE

SISTEMA CAMA PROFUNDA

No hay trabajo de lavado

Se consume agua solo para los bebederos.

Contribuye a la fertilidad del suelo por medio del compostaje de los estiércoles en la cama (se reaprovechan los nutrientes)

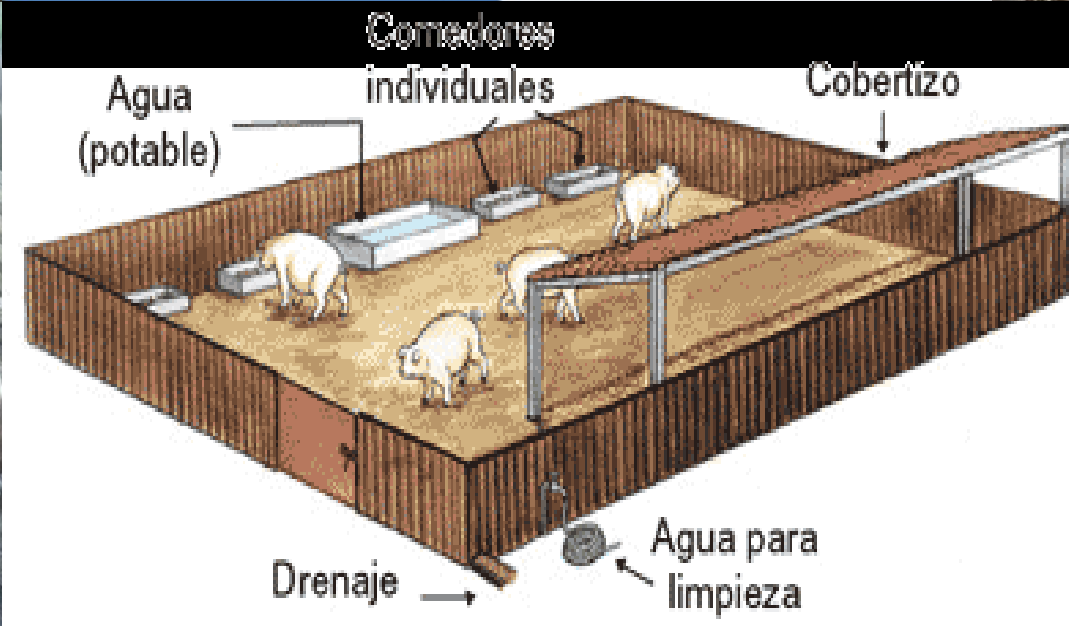
Construcciones artesanales, arquitectónicas etc. De bajo costo y sustentables.

Bajo consumo de energía y este consumo es reaprovechable.

Se utilizan pocos insumos que provienen del mismo agroecosistema.

Se disminuye el uso de antibióticos al controlar la volatilización de nitrógeno.

SUSTENTABLE.





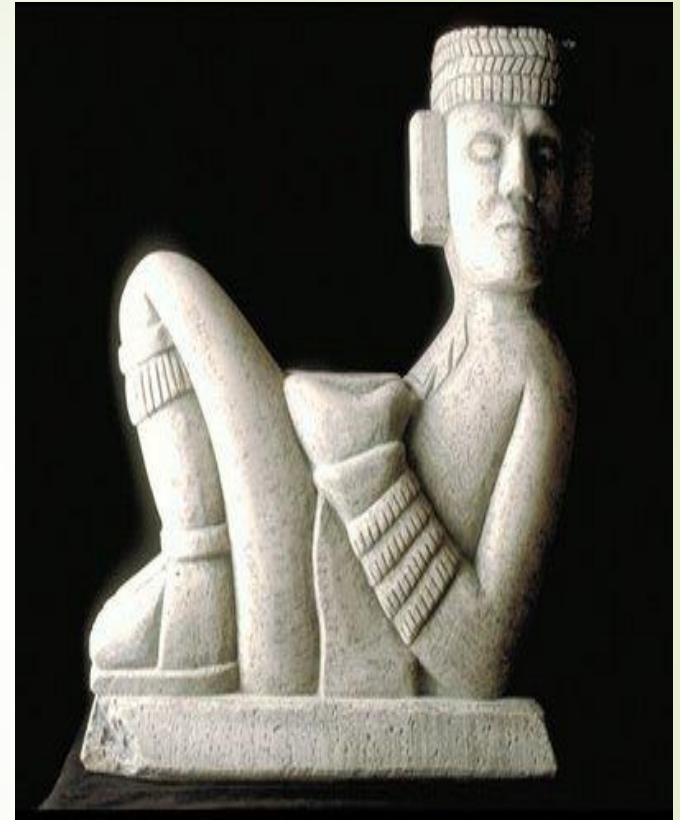
Pero ninguna idea triunfa así, fácilmente. Para que una idea triunfe hay que empezar a pensarla bien, hay que predicarla, hay que defenderla, hay que persuadir a mucha gente, y entonces al final la idea triunfa.....



**COSECHA DE AGUA
Y
PRODUCCIÓN
DE
ALIMENTOS**



Tlaloc



Chac

***DIOSES DE LA
LLUVIA***

LA SITUACIÓN GENERAL DEL AGUA

¿Es abundante?

- El 75% de la superficie de la tierra = Agua
- Solo 2.5 % es dulce → ¿donde está la mayor parte? => 70 % no disponible; esta en los polos
- Solo 1% esta disponible= 35 millones de km cúbicos
- ¿Podemos aumentar su existencia?

Distribución: un problema

- Asia: 36% del agua con 60% de la población
- América del Sur: 26% del recurso con solo 6% de la población

Necesidades

- ONU: actualmente demanda es 2 veces mayor a la capacidad de abasto. Para 2025 las necesidades aumentaran 56%
- Consumo se duplica cada 20 años → Crecimiento dos veces mayor al de la población

Situación mundial

- 22 de marzo Día Mundial del Agua (ONU)
- 2000,000,000 de habitantes sin acceso al agua
 - a) 400 veces la población del estados de Puebla
 - b) 20 países del tamaño de México
- En 2015 había:
 - 3 de cada 10 habitantes (de los casi 7 mm) → sin servicio seguro
 - 6 de cada 10 → sin servicio de saneamiento
- Difícil cumplir con el objetivo del milenio
- Costo de resolver el problema: 114,000,000,000 de dólares
- A que equivale ?:
 - 760 millones de toneladas de Maíz
 - 38 años de la producción de maíz de todo México

Situación en México (solo agua dulce)

- ▶ Recibe por lluvia 1,511 Km cúbicos = 1,511,000,000,000 de metros cúbicos.
- ▶ Recibe por importaciones 49 millones de Km cúbicos
- ▶ Exporta 0.43 millones de Km cúbicos
- ▶ 1,084 se va en evapotranspiración
- ▶ Por tanto, dispone de 476 millones de km cúbicos por año
 - > 80.7% se va en escurrimientos
 - > 19.3% se va a acuíferos
- ▶ **Estamos en el caso de un recurso “Renovable limitado”**

EFECTOS

En 2050 la demanda aumentará entre 20 y 30 por ciento

- En peligro: 45% del PIB mundial
- 40 % de la producción de cereales

Actualmente

- Precio del agua p/pobres > precio/ricos → aumento en la desigualdad
- En el mundo 780,000 muertes por año ligadas a falta de agua → mayor a sismos, epidemias y catástrofes
- **Problemas de gestión:**
 - > Conflicto entre lo Urbano y Rural
 - > Rural (comunidades, regiones, agricultura-industria)
 - > Entre usos (agricultura, industria, domestico)
 - > **privatización del recurso**

La Gestión

- Asunto con grande repercusión económica y social
- Día Mundial del Agua: 22 de Marzo (ONU)
- Escasez: 1) Física; 2) Económica
- Las transnacionales van por la privatización
 - * Constructoras
 - * Bancos
 - * Mineras
 - * Monsanto, otras
- **Caso de la familia Bush:** 121,407 ha en Sudamérica (A. Guaraní)
- **Caso de Bolivia:** revuelta por cosecha de lluvia
- **Caso de Puebla:** ya la cobra empresa privada. En la ciudad? En el Edo.?



EXTRAPOLACIÓN DE LA EXPERIENCIA PESA – FAO

**En Ámbito mas reducido
(Calmecca – Tilapa)**

EXPANSIÓN DE LA EXPERIENCIA PESA-FAO



LA FUENTE DE AGUA



ACARREO



BACHILLERATO - DEMOSTRACIÓN



LEÑA ESCASA - ESTUFAS



ESCUELA PRIMARIA – DEMOSTRACIÓN



ASPECTO GENERAL



CISTERNA TERMINADA



LA CISTERNA COMO ELEMENTO DE UN SISTEMA

- **Agua para consumo doméstico**
- **Producción de alimentos (vegetales) → vitaminas, minerales**
 - i) Maíz, frijol, chile, calabaza
 - ii) Hortalizas, especias, aromatizantes
- **Producción animal (proteína) → proteínas**
 - i) Aves (gallinas, guajolotes, codorniz....)
 - ii) Conejos, peces, colmenas....
- **Producción de insumos para unidad doméstica**
 - i) Compostas, abonos, lixiviados, insecticidas....
 - ii) Forrajes (pastos, alfalfa, germinados)
 - iii) Plantas medicinales
- **Estufa ahorradora de leña**

¿NOS ESTAMOS ALIMENTANDO O SOLO COMEMOS?

- **Alimento** = Lo que **nutre**, lo que favorece crecimiento Físico, Mental, Emocional -VS- lo que no nutre (chatarra, industrializados, refrescos, grasas, azúcares, harinas, etc, etc)
- **Nutrición** = Proporcionar al cuerpo lo que requiere para crecer equilibradamente -VS- desnutrición no proporcionar lo necesario (en cantidad y calidad) para un crecimiento sano
- **Mala alimentación** → (1) Desnutrición
(2) Sobrepeso
(3) Obesidad
- (1) + (2) + (3) → **ALTOS COSTOS SOCIALES** (Monetarios y de Bienestar Social)
- DATOS:
 - i) **Desnutrición** medio rural y urbano. 13.6 % de niños menores de 5 años
 - ii) **Sobrepeso** en adultos: 38.8 %
 - iii) **Obesidad** en adultos: 32.4 %
 - iv) **México segundo lugar** después de USA; le sigue Nueva Zelanda
 - v) **Con menos problemas** = Japón (3.7 %) y Corea del Sur (5.3 %)

Dos mil millones con hambre



Niñez afectada



CASOS EXTREMOS



La obesidad => el otro extremo



Casos extremos



¿Qué HACER?

Prioridad de Gno: Autosuficiencia y seguridad alimentaria

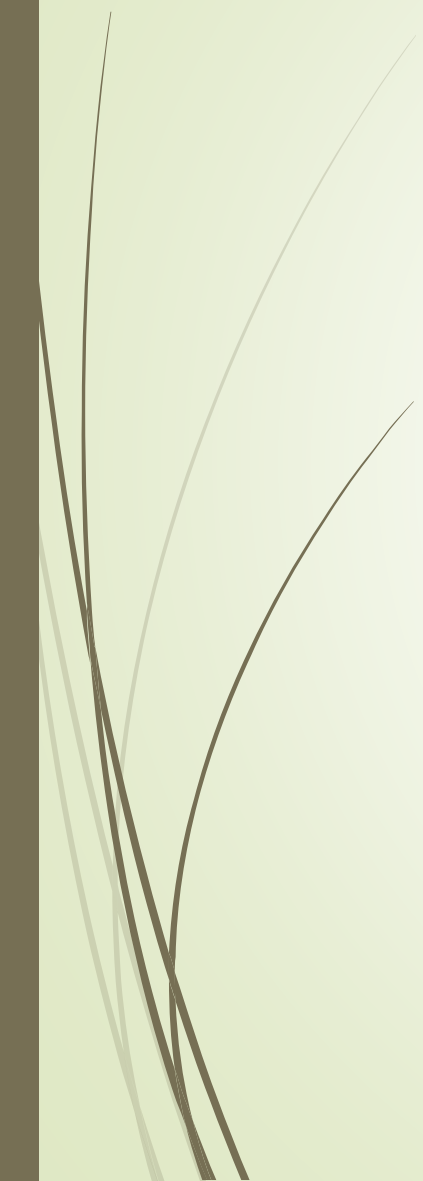

- Eliminado el proyecto estratégico (PESA)
 - Aun cuando se anuncian acciones, **¿Estrategia?**
 - Debemos estar preparados para proponer → **¡ Los Cómo !**
 - Opciones probadas / los pequeños productores y sus familias
 - Una importante: **USO EFICIENTE DEL TRASPATIO**
 - **Ventajas:**
 - i) Proceso cercano con posibilidad de atención
 - ii) Mano de obra familiar
 - iii) Producción limpia → alimentos sanos
 - iv) Posibilidad de producir sus propios insumos
 - v) Producción diversificada
 - vi) Posibilidad de consumo en fresco (mas natural)
- ⇒ **Contribución al cuidado de la salud**



**TALLER SOBRE PRODUCCIÓN
DE
HONGOS COMESTIBLES**







TALLER SOBRE ALIMENTACIÓN DE GANADO







**TALLER SOBRE ALIMENTACIÓN
DE
AVES**





- 
- 
- **TALLER PRODUCCIÓN DE HUEVO**
 - **CRIOLLO**





Conclusiones

- Mixteca: escasez de agua => empezar reconociendo
- Sin la participación de los locales => no avance
- Promover participación con métodos adecuados
- El problema demanda de todos (habitantes, autoridades locales, instituciones, líderes comunitarios)
- Es posible mejorar la alimentación de las familias (en cantidad y calidad) con esfuerzos modestos
- Demanda proyectos gubernamentales con política pública
- El apoyo con recursos es necesario.



GRACIAS

RANCHERIA DE LAS PILAS MPIO. DE JOLALPAN PUEBLA
POBLACION: 42 FAMILIAS DE ESCASOS RECURSOS
LOCALIZACION: 1300 MSNM
OJETIVO: CONSTRUCCION DE UN PROYECTO COMO ALTERNATIVA
PARA EL ALMACENAMIENTO DE AGUA.



42 FAMILIAS QUE HABITAN EN VIVIENDAS RUSTICAS DE MADERA Y LODO Y SOLO CUENTAN CON PANELES SOLARES COMO SERVICIO BASICO



REUNION DE HABITANTES PARA SOLICITAR EL PROYECTO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA



CONSTRUCCION DE UN FILTRO NATURAL PARA LA CONDUCCION Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA





DISPOISICION DE AGUA DE BUENA CALIDAD PARA EL CONSUMO HUMANO Y GANADO.

CONSTRUCCION DE UN TANQUE DE CAPTACION DE AGUA Y PREPARACION DEL SISTEMA DE CONDUCCION CON TUBERIA DE 2 PULGADAS A UNA DISTANCIA DE 1300 METROS HASTA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO



DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO ANIMAL Y CON UN TRATAMIENTO ADECUADO DE SANEAMIENTO PARA UTILIZARSE EN EL USO DOMESTICO



LINEA DE CONDUCCION DE AGUA CON SU ADECUADO DESNIVEL PARA LLEGAR APRESION AL TANQUE ELEVADO DE 9.5X13 X 3 METRO PARA ALMACENAR 300,000 LITROS DE AGUA



CONSTRUCCION DE UN CERCADO CON ALAMBRE DE PUAS COMO UN MEDIO DE PROTECCION Y CUIDADO DE LA VEGETACION





PLANTACION DE PITAYOS COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA OBTENCION DE UN BENEFICIO EXTRA PARA LOS HABITANTES DE ESTA RANCHERIA



ACOMODO DE PIEDRA PARA LA FORMACION DE TERRAZAS QUE PERMITAN LA CONSERVACION DE SUELO Y EL MEJOR APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA CON LA CREACION DE UN FILTRO NATURAL

CONSTRUCCION DE UNA PROTECCION PARA LA CONSERVACION DE LA INFRAESTRUCTURA Y NO PUEDAN PENETRAR LOS ANIMALES Y CONTAMINEN EL AREA



DE ESTA MENERA QUEDA EN FORMA EL TANQUE DE CAPTACION DE AGUA Y SU BUEN FUNCIONAMIENTO





SE CONSTRUYERON DOS ABREVADEROS PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE AGUA DEL GANADO BOVINO.

CONSTRUCCION DE UN SEGUNDO ABREVADERO COMO UN FORTELECIAMIENTO A LA DEMANDA DE AGUA PARA EL GANADO



EL OBJETIVO PRINCIPAL DE ESTE PROYECTO ES GARANTIZAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA DE USO DOMESTICO Y PARA EL GANADO DURANTE TODO EL AÑO





TERMINACION DEL TANQUE ELEVADO DE 300,000 LITROS DE AGUA Y ABASTECER LAS NECESIDADES DE LAS FAMILIAS DE ESTA RANCHERIA Y SU GANADO EN GENERAL

LOS PROYECTOS DE CAPTACION Y COSECHA DE AGUA DE LLUVIA PARA MUCHOS DE NOSOTROS ES UNA MARAVILLA DEL SER HUMANO PORQUE CON ESTO DEMOSTRAMOS LA CAPACIDAD DE SUBSISTIR EN NUESTRO MEDIO AMBIENTE.



ESTE PROYECTO ES GESTIONADO ANTE EL GOBIERNO FEDERAL Y POR MEDIO DEL PROGRAMA DE CONSERVACION Y USO SUSTENTABLE DE SUELO Y AGUA SE NOS APOYO CON RECURSO PARA LA CONSTRUCCION DE ESTA OBRA





ESTO ES UNA MUESTRA CLARA DEL ÉXITO DE ESTE PROYECTO Y LA SATISFACION A LAS NECESIDADES BASICAS DE LAS FAMILIAS DE ESTA RANCHERIA.

Y DE ESTA MANERA VEMOS CON UNA GRAN ALEGRIA EN EL ROSTRO DE LOS POBLEDORES AL SABER QUE TIENEN EL VITAL LIQUIDO A LA VUELTA DE SU CASA
=== M U C H A S G R A C I A S ===





IDEA DE PROYECTO: RECUPERACIÓN DE DERECHO DE VIA DEL RÍO Y CANALES DE RIEGO


ING. ARTURO DAVID GARCIA AZCUE



09-Agosto-2019



¿Qué es medio ambiente?



El medio ambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos y que permite la interacción de los mismos. Sin embargo este sistema se compone de elementos bióticos y abióticos.

Parte de nuestro medio ambiente río Nexapa



Una de las principales actividades en la región de Izúcar de Matamoros es la Agricultura de riego.



Por lo que es fundamental mantener los Ríos, arroyos y acequias, limpios, libres de cualquier obstáculo que puedan ocasionar algún desbordamiento ocasionando una serie de problemas y pérdidas materiales como humanas.

Esto sin considerar la contaminación (Bacardi, drenajes) y la pérdida de los elementos bióticos (erosión, flora y fauna)

Aparte de del planteamiento anterior, nosotros como productores, considerando las aguas que conduce el río y que están dotadas a las comunidades y unidades de riego por parte de la comisión nacional del agua. Es de vital importancia darle mantenimiento, pero para lograr esto nos encontramos con la principal problemática:

Problemática:

- 1.- Quema de arboles con más de 100 años, que se encuentran en la rivera del río.
- 2.- Reducción del cauce del río con escombros, con la finalidad de que particulares se adjudiquen esa superficie federal.
- 3.- Obstrucción del derecho de vía con cercas



Alternativas de solución:



¿Quiénes tienen que intervenir y de qué manera?

- * CNA, LEY DE AGUAS NACIONALES.
- * MUNICIPIO, ESTADO, FEDERACIÓN.
- * UNIVERSIDADES.
- * ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES.
- * ASOCIACIONES CIVILES.
- * CIUDADANOS EN GENERAL.


Existen muchas maneras de intervenir, nosotros queremos empezar por una:

Con fundamento en la constitución política, ley de aguas nacionales. Se pretende **DELIMITAR** la rivera o zona federal para que se respete el derecho de vía


Logrado esto se puede abrir un camino tipo terraplén, con la finalidad de:

1.- Que los usuarios de las aguas tengamos acceso a nuestra toma del río.

2.- Tener un área de recreación natural para que toda la ciudadanía, pueda caminar, andar en bicicleta hasta realizar un día de campo.



3.- Realizar un pequeño humedal, para purificar el agua, recargar el manto freático, generar un medio ambiente propicio para que se reproduzcan peces, ranas e incluso aves, que naturalmente crean un control biológico de vectores.

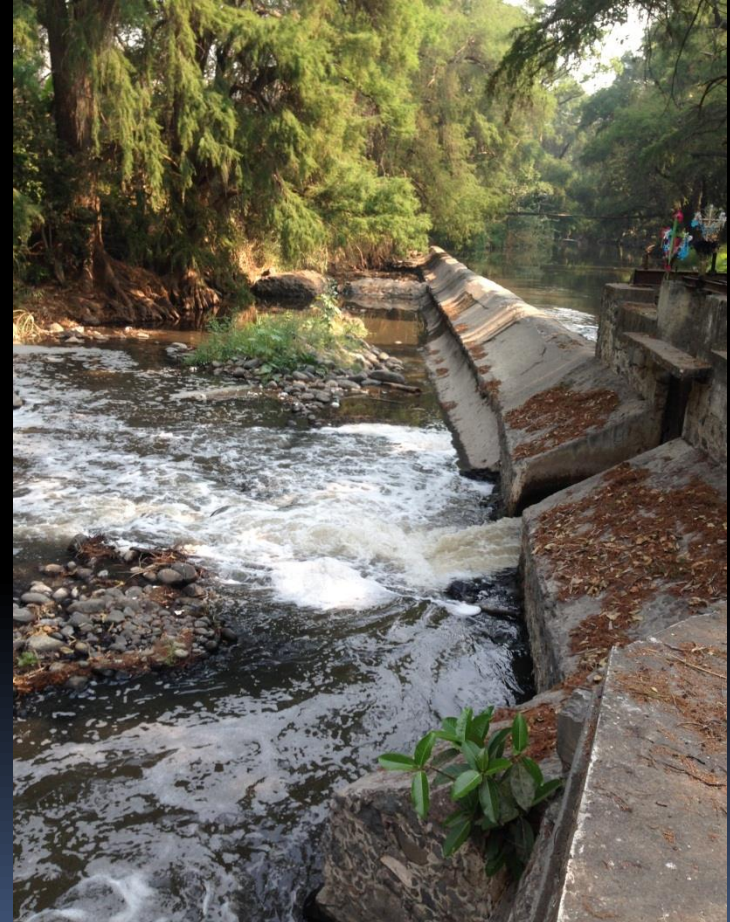


4.- Se recuperaría un espacio federal, para la preservación del medio ambiente al servicio de la comunidad y no a la ambición de algunos particulares.

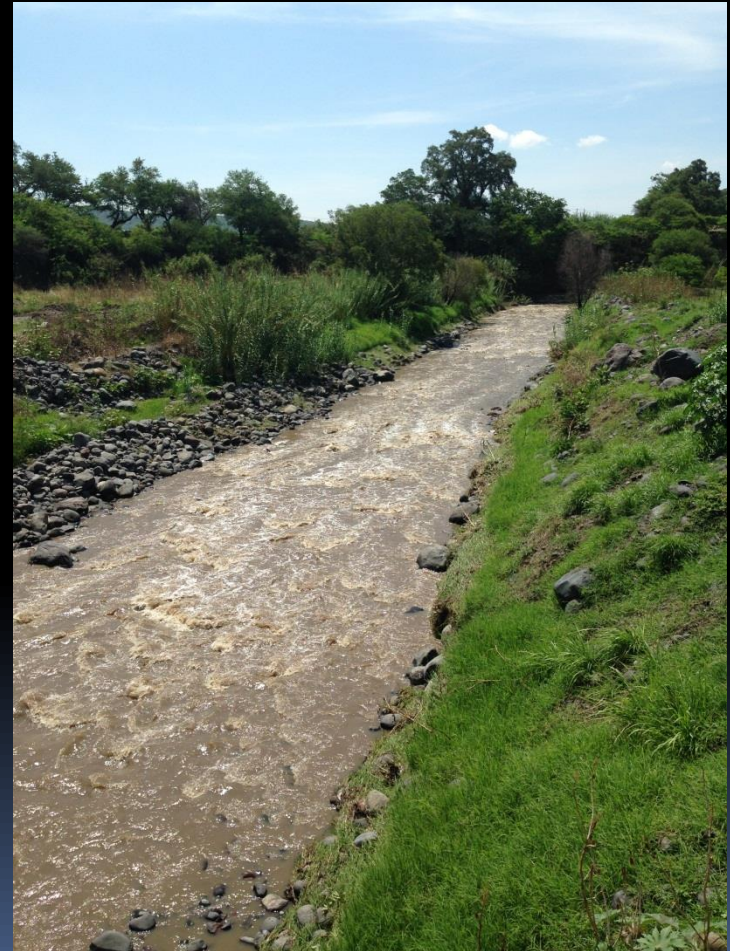


Área de la zona de estudio:

Área de la zona de estudio:



Área de la zona de estudio:



GRACIAS

ING. ARTURO DAVID GARCÍA AZCUÉ

TEL. 243 106 42 25

agarciaazcue@yahoo.com.mx

RIEGO EN LA SUBCUENCA DEL RIO NEXAPA DIAGNOSTICO Y CAPACITACION EN BUENAS PRACTICAS DE RIEGO

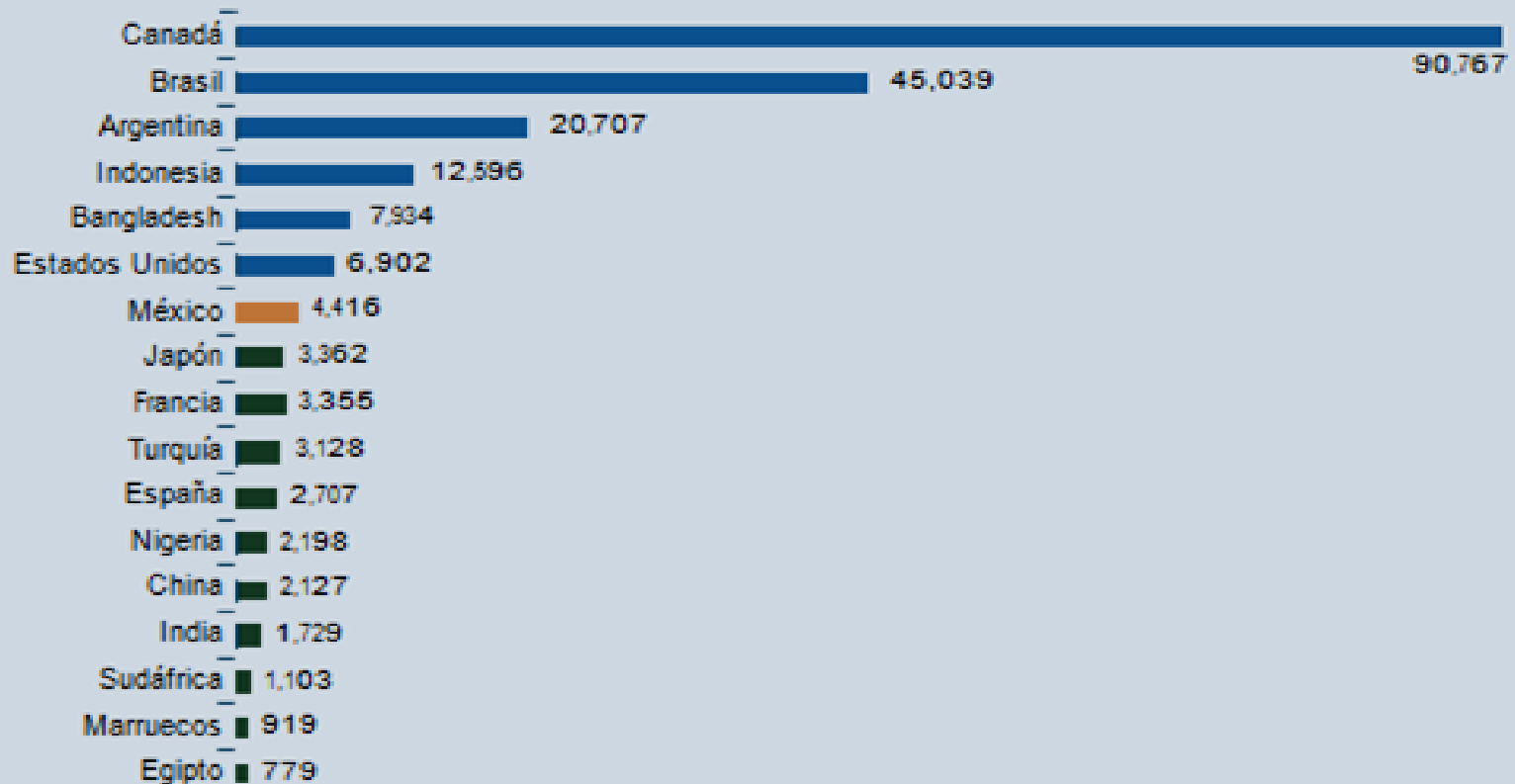


Disponibilidad de agua en el planeta tierra

FORMA PRESENTE DEL AGUA	VOLUMEN DE AGUA MILLONES DE Km ³	PORCENTAJE (%)
Océanos	1370	97.57
Casquetes polares	30	2.14
Agua de ríos y lagos	4	0.29
Atmósfera	0.007- 0.012	0.0005
	1404	100

Únicamente el 0.01 % del total está disponible potencialmente para su uso, esto equivale a 0.14 millones de Km³

Disponibilidad promedio de agua en diversos países (m³/Habitante/año)



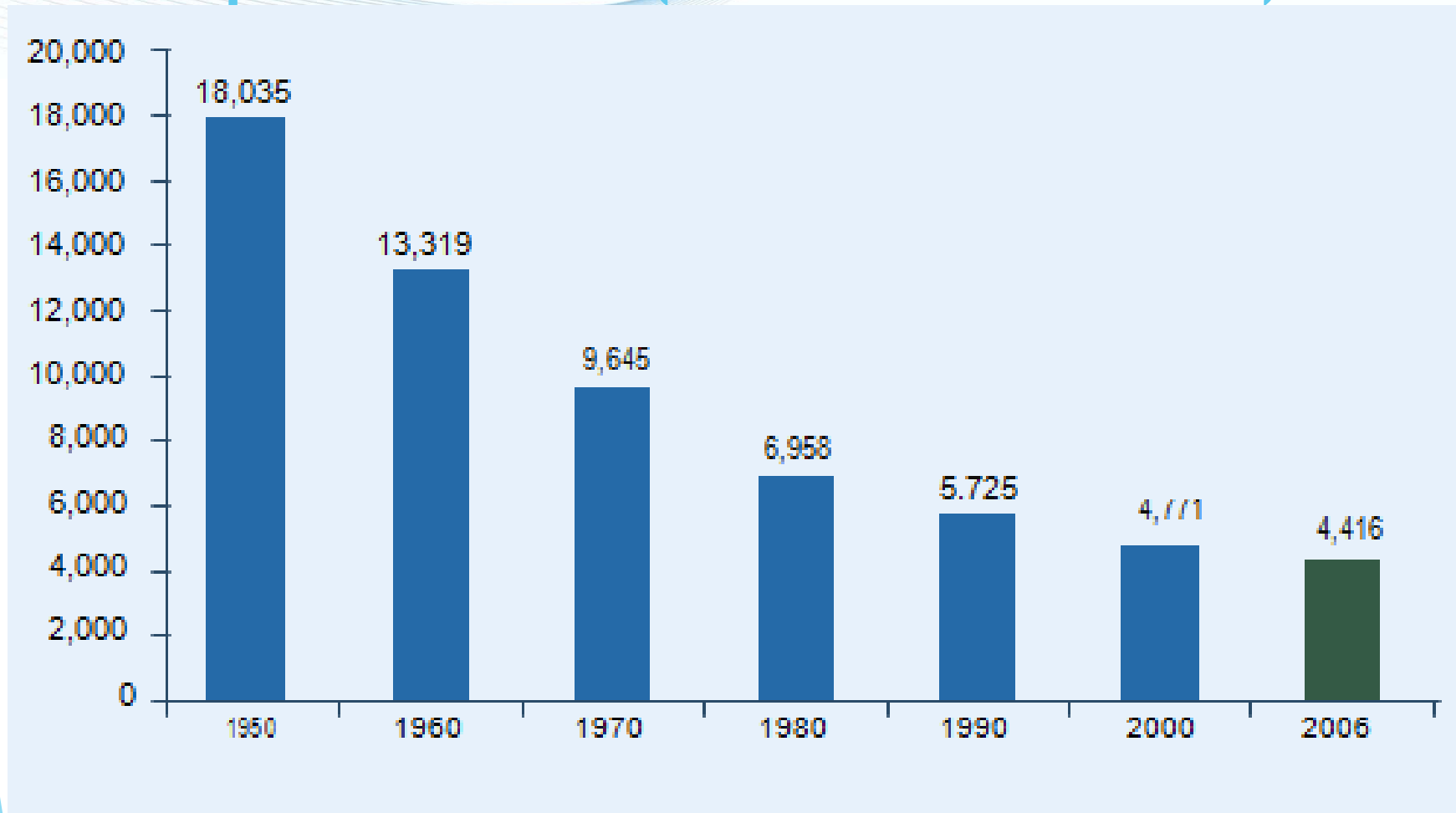
Fuente: FAO. Information System on Water and Agriculture. Aquastat. Junio de 2007.
Para el caso de México, Comisión Nacional del Agua.

Países ordenados por porcentaje de uso agrícola

No.	País	Extracción total del agua (hm ³)	Uso agrícola (hm ³)	%
1	Somalia	3,300	3,280	99
2	Myanmar	33,220	32,640	98
3	Afganistán	23,260	22,840	98
11	Uruguay	3,150	3,030	96
13	Pakistán	169,380	162,650	96
14	Madagascar	14,970	14,310	96
18	Tailandia	87,070	82,750	95
60	México	77,300	59,400	77
64	Turquía	37,520	27,860	74
77	España	35,630	24,240	68
92	Sudáfrica	12,496	7,836	63
96	Brasil	59,300	36,630	62
118	Estados Unidos de América	479,290	197,750	41
139	Francia	39,960	3,920	10

Fuente: FAO. Information System on Water and Agriculture. Aquastat. Junio de 2007.
Para el caso de México, Comisión Nacional del Agua.

Disponibilidad de agua anual per cápita para México (m³/habitante/año)

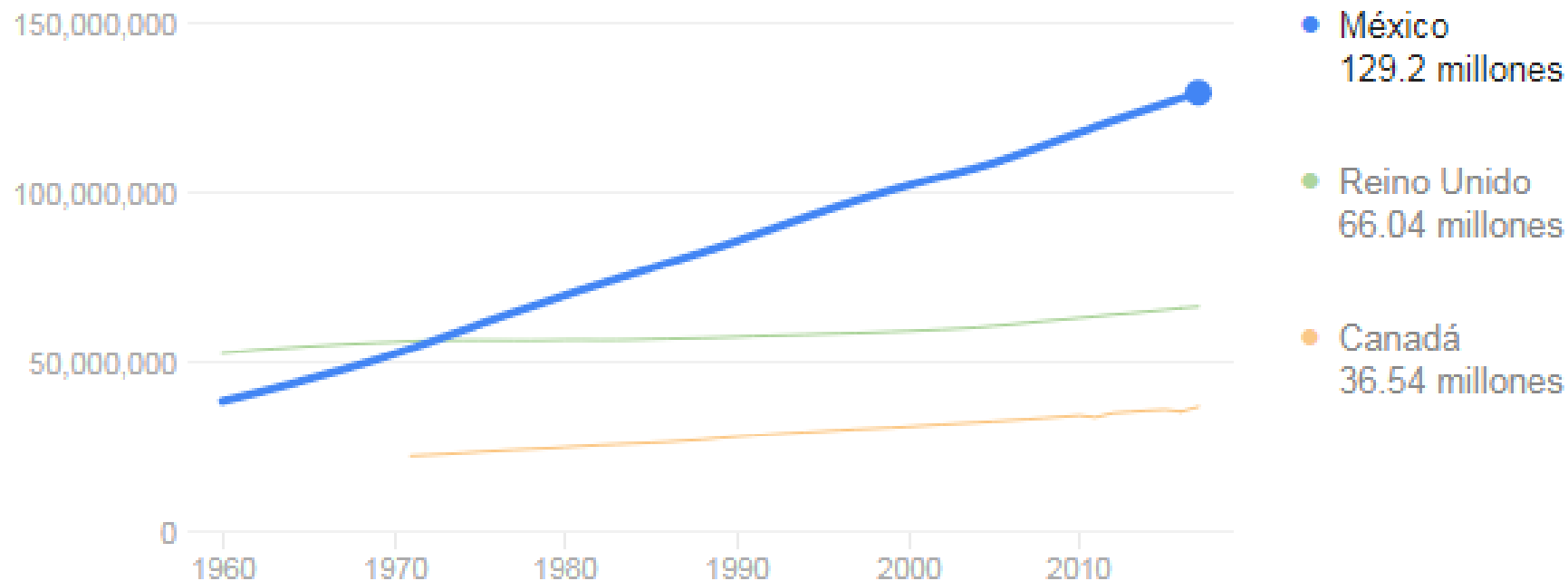


Fuente: Estadísticas del Agua en México, edición 2007. Comisión Nacional del Agua.

Evolución de la población de 1960 al 2017 en México

México / Población

129.2 millones (2017)



 Explorar más

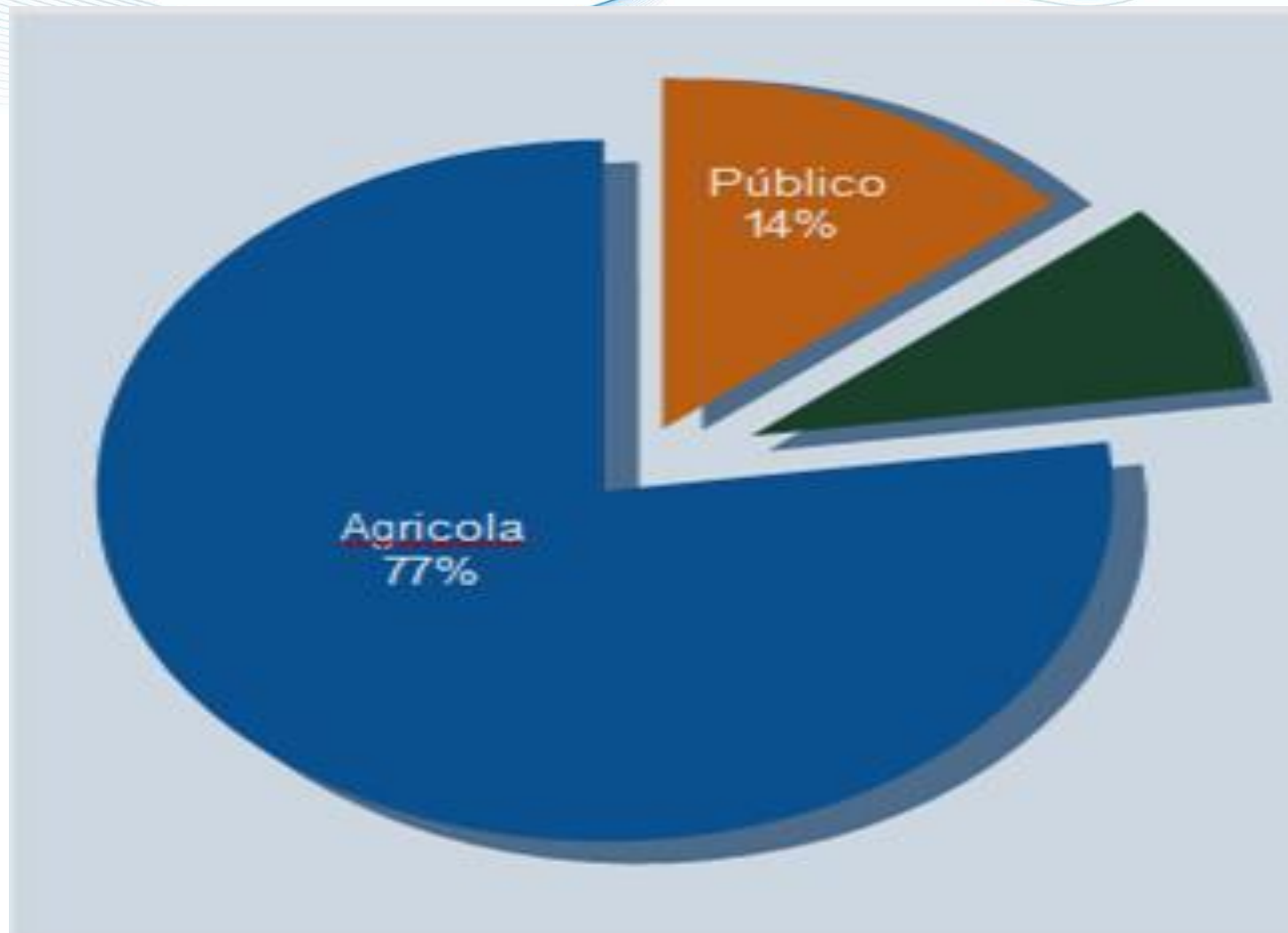
Las fuentes incluyen: Banco Mundial, ONS Reino Unido, StatCan

Comentarios

Superficie de riego en México en relación con el aprovechamiento

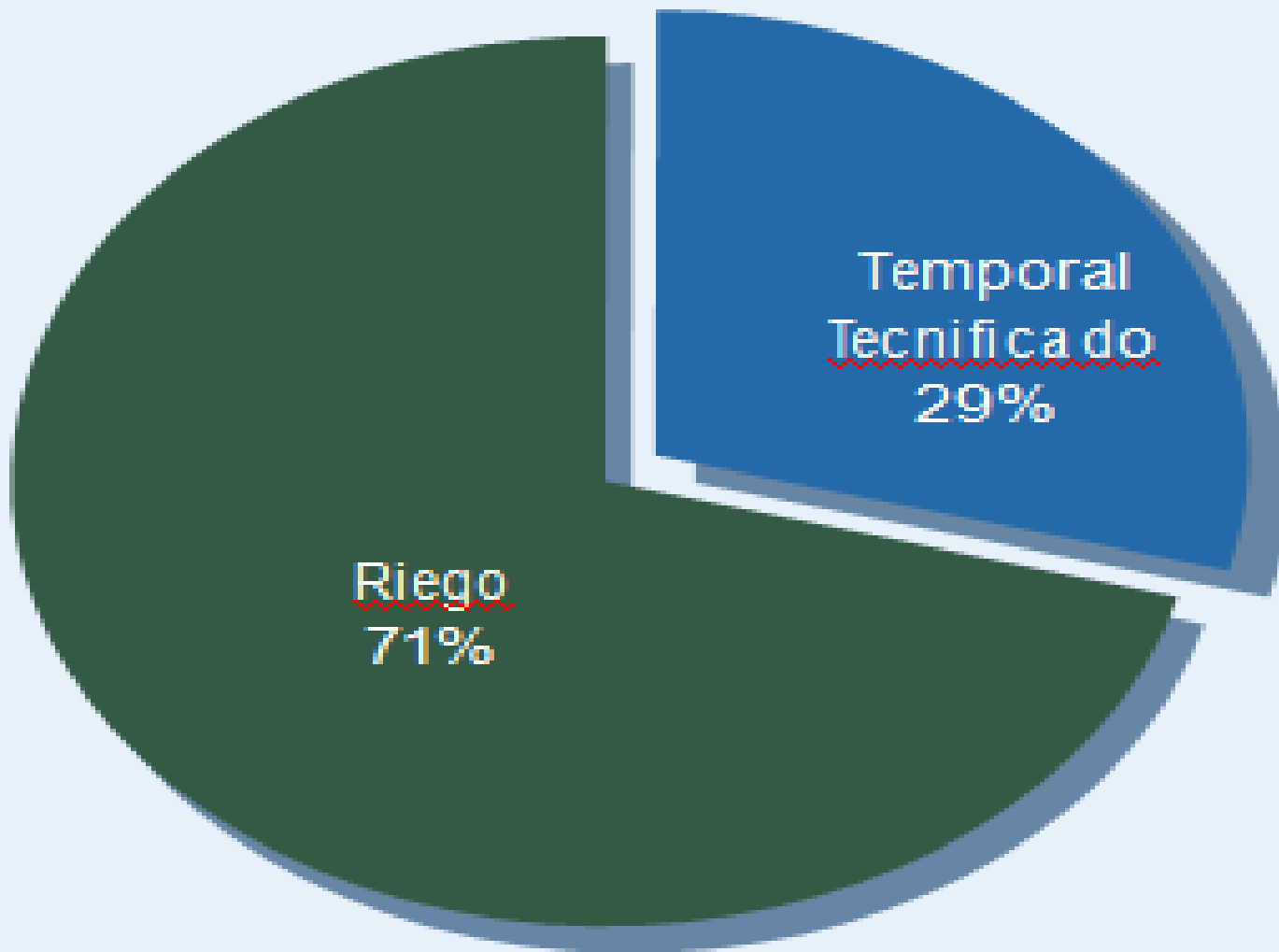
Forma de riego	Área regada (millones de ha)
Agua superficial	4.12
Agua subterránea	1.70
Aprovechamientos mixtos	0.43
Total riego	6.25

Usos del agua en México



Fuente: Estadísticas del Agua en México, edición 2007.
Comisión Nacional del Agua.

Comparación entre las superficies que ocupan los distritos de riego y distritos de temporal tecnificado



No.	Nombre	Región	Entidad(es) Federativa(s)	Superficie total (Hectáreas)
023	San Juan del Rio	IX	Querétaro de Arteaga	11,048
024	Ciénaga de Chápala	VIII	Michoacán de Ocampo	45,176
025	Bajo Rio Bravo	VI	Tamaulipas	248,001
026	Bajo Rio San Juan	VI	Tamaulipas	86,102
028	Tulancingo	IX	Hidalgo	753
029	Xicotencatl	IX	Tamaulipas	24,021
030	Valsequillo	IV	Puebla	49,932
031	Las Lajas	VI	Nuevo León	3,693
033	Estado de México	VIII	México	18,080
034	Estado de Zacatecas	VIII	Zacatecas	18,060
035	La Antigua	X	Veracruz de Ignacio de la llave	21,851
037	Altar Pitiquito Caborca	II	Sonora	57,587
038	Rio Mayo	II	Sonora	97,046
041	Rio Yaqui	II	Sonora	232,944
042	Buenaventura	VI	Chihuahua	7,718
043	Estado de Nayarit	VIII	Nayarit	47,253
044	Jilotepec	IX	México	5,507

AGRICULTURA DE RIEGO EN MEXICO

- ▶ SUPERFICIE TOTAL AGRICOLA
- ▶ 6.5 MILLONES DE HA. DE RIEGO
14.5 MILLONES DE HA. DE TEMPORAL
- ▶ SUPERFICIE DE RIEGO
- ▶ 3.5 MILLONES (85 DISTRITOS DE RIEGO)
- ▶ 3 MILLONES A UNIDADES DE RIEGO (39,492 UNIDADES DE RIEGO
- ▶ TEMPORAL
- ▶ 2.7 MILLONES (22 DISTRITOS DE TEMPORAL TECNIFICADO
- ▶ [http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua\(2017\)](http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua(2017))

- ▶ El agua, per capita, es mucho menos valiosa para la agricultura que para su uso urbano. El valor del agua en la agricultura contra su uso municipal puede ser comparado considerando el volumen anual requerido por persona para beber, para el hogar y para la producción de alimentos.
- ▶ El requerimiento de agua para beber es de 1 m³/persona/año.
- ▶ El uso doméstico y municipal requieren 100 m³/persona/año.
- ▶ La producción de alimentos requieren de 1,000 m³/persona/año.
- ▶ El valor del agua puede ser establecido por el costo real de la entrega de agua (infraestructura y costos de energía), o puede ser definido por el costo de oportunidad, el cual es el mayor precio que alguien está dispuesto a pagar por una determinada cantidad de agua.

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO:

1. Elaborar un estudio de diagnóstico del uso y calidad del agua de riego.
2. Establecimiento de parcelas demostrativas de tecnologías de riego.
3. Cursos de Capacitación sobre nuevas técnicas de riego como las multicompuertas, sistemas de aspersión de baja carga o goteo.

OBJETIVO

Realizar una evaluación del uso del agua de riego.

Propiciar en los productores el desarrollo de capacidades, habilidades y destrezas para un manejo eficiente del agua mediante el uso de técnicas de riego para dar un uso sostenible a los recursos naturales.



METODOLOGIA

(IDENTIFICACION DE METODOLOGIA A TRANSFERIR Y ACTIVIDADES PARA LA TRANSFERENCIA)

El estudio del uso y calidad del agua para riego bajo la premisa de la fuerte presión que ejerce el riego agrícola (94% del volumen disponible)

Para ello se seleccionarán 20 parcelas distribuidas estratégicamente y se aforará el consumo del agua así como se determinarán algunos parámetros físico-químicos relacionados con el efecto sobre la salinidad.



Capacitación en buenas prácticas de riego. Para ello se habilitarán dos parcelas demostrativas de una hectárea cada una.

En ella se utilizarán técnicas de riego sostenibles para que puedan ser visitadas por los agricultores.

17 811AN

MUESTREO DE AFORO EN PARCELA

gasto	superficie	tiempo de regado	msnm
121	1	5	1241
86	1	7	1174
75	1,5	7	1206
77	2	8	1173
85	2	8	1246
52	2	8	1256
113	1	8	1265
107	1	5	1282
95	1	8	1379
21	1	8	1459
50	0,75	6	1326
35	0,75	7	1362
92	0,75	5	1463
62	0,4	5	1600
88	0,75	5	1760
40	0,5	4	1823
138	1	5	1850
12	0,5	5	1861
23	1	12	1734
46	1	7	1687
20,9			

MUESTREO DE AFORO EN PARCELA

cultivo	gasto utilizado/riego	vol. Total utilizado/ ciclo	gasto requerido por el cultivo	diferencia en m3	en litros
caña	2178	23958	20440	3518	3518000
caña	2167,2	23839,2	20440	3399,2	3399200
caña	1890	20790	30660	-9870	-9870000
caña	2217,6	24393,6	40880	-16486,4	-16486400
alfalfa	2448	117504	54750	62754	62754000
maiz	1497,6	17971,2	14400	3571,2	3571200
caña	3254,4	35798,4	20440	15358,4	15358400
maiz	1926	21186	7200	13986	13986000
caña	2736	30096	20440	9656	9656000
maiz	604,8	7257,6	7200	57,6	57600
caña	1080	11880	15330	-3450	-3450000
caña	882	9702	15330	-5628	-5628000
caña	1656	18216	15330	2886	2886000
maiz	1116	13392	2880	10512	10512000
alfalfa	1584	76032	15056,25	60975,75	60975750
alfalfa	576	27648	10037,5	17610,5	17610500
maiz	2484	27324	7200	20124	20124000
gladiola	216	3240	3510	-270	-270000
cilantro	993,6	9936	3650	6286	6286000
cacahuate	1159,2	5796	4680	1116	1116000

- ▶ 196,106.25 m³ VOLUMEN QUE SE APLICA DE MAS EN LAS 20.9 HAS.
- ▶ 84,447,667.46 M³ VOLUMEN DE MÁS CONSIDERANDO 9000 HAS.

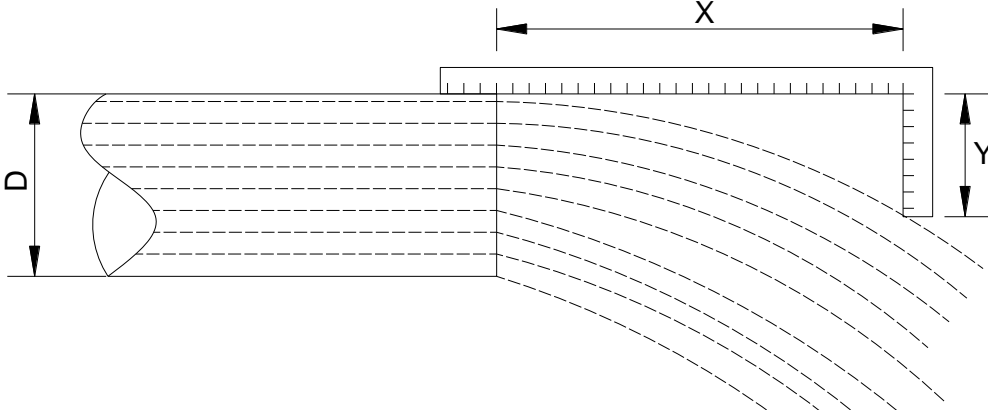




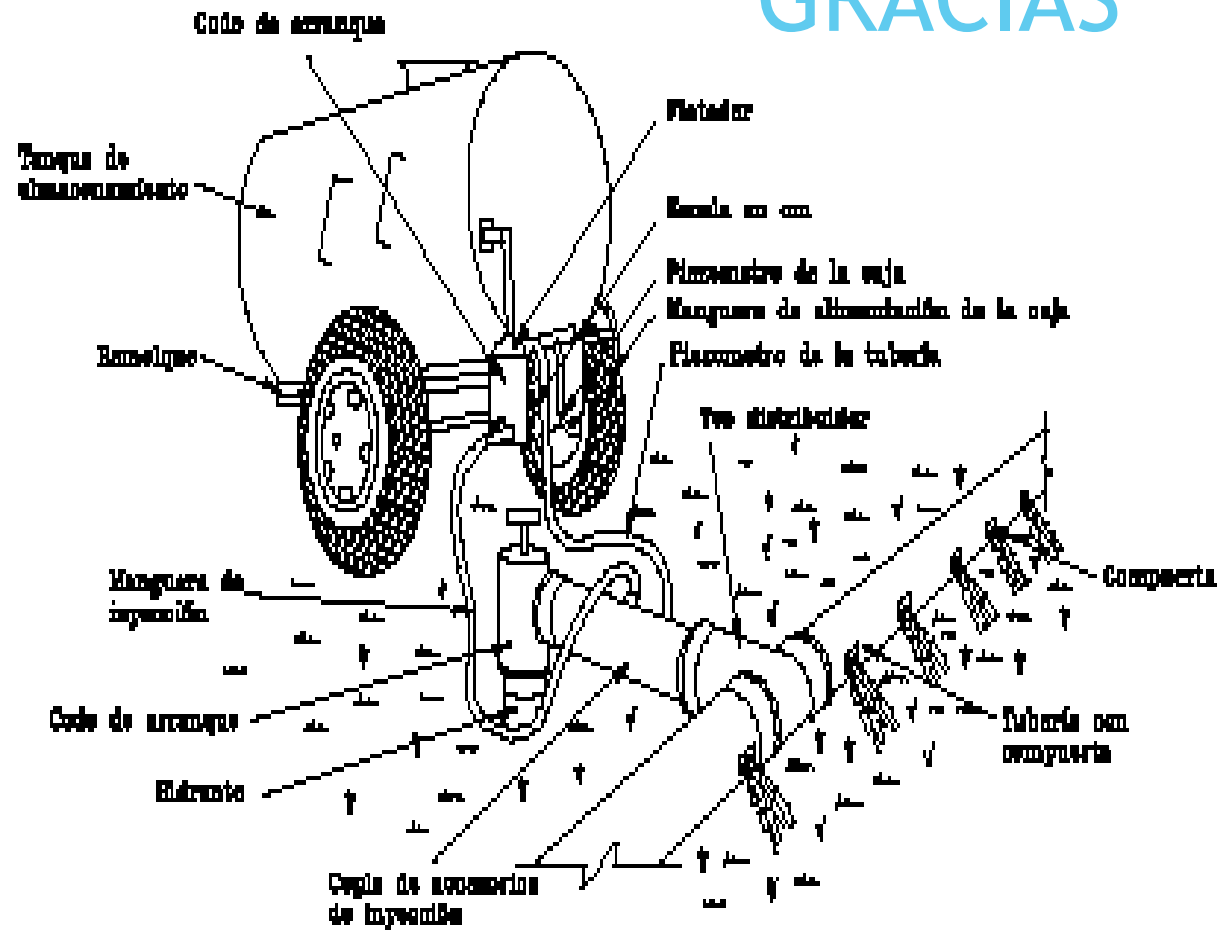
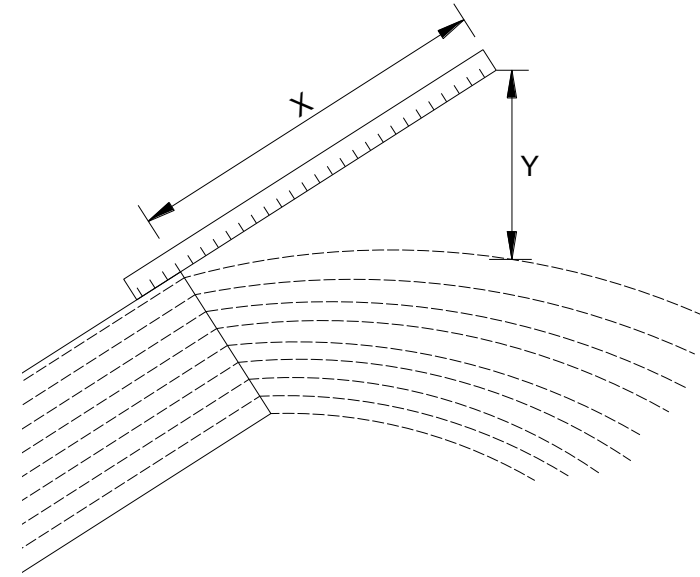








GRACIAS



SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION CON CAÑONES (RIEGO PORTATIL), COMO OPCION PARA RIEGOS DE AUXILIO PARA PRODUCTORES DE TEMPORAL

QUE ES EL RIEGO POR ASPERSION: Es un sistema de riego que asemeja la lluvia, en el cual el agua es entregada a los cultivos de manera uniforme, proveniente de cualquier emisor de forma descendente., dicho sistema de riego puede establecerse de forma móvil o fija mediante aspersores, pivote central, avance frontal, y cañones.

Cañones y mini cañones de riego por aspersión. Son dispositivos que actúan como emisores de riego mediante un chorro emanado de una o dos salidas con diámetros de mojado muy variables, ofreciendo una eficiencia de global de entre 75 y 80 % , misma que estará en función de factores como: Presión de operación, velocidad del viento, tipo y características del suelo, entre otros.

REQUERIMIENTOS TECNICOS:

- 1.- Presion de operación desde 2.5 kg / cm² en mini cañones y desde 3.0 kg/cm² en cañones
- 2.- Gasto en l/s desde 4.0
- 3.- Operado a partir de gravedad (se requiere un desnivel desde el almacenamiento hasta la superficie a regar de mínimo 25 m en mini cañones y de 30 en cañones
- 4.- Operado con una bomba de agua autocebante, este se requiere de una caballaje mínimo de 5.5 HP

VENTAJAS DEL USO DE CAÑONES Y MINICAÑONES

- 1.- Eficiencia global de aplicación del agua hasta de un 80 %
- 2.- De fácil maniobrabilidad (una sola persona)
- 3.- Su costo es relativamente bajo en comparación con otros sistemas de riego
- 4.- Es muy versátil y se puede adaptar a diferentes condiciones de terrenos y cultivos
- 5.- No se requieren obras complementarias
- 6.- Vida útil muy amplia
- 7.- Es una opción para las obras de captación de aguas pluviales, en zonas de temporal como: presas de gavión, de piedra acomodada y en general cualquier obra de almacenamiento

DESVENTAJAS

- 1.- La velocidad del viento se lleva las gotas de lluvia, y disminuye su eficiencia
- 2.- en terrenos muy accidentados se dificulta la instalación
- 3.- En terrenos con condiciones de baja retención y alta infiltración se afecta la eficiencia
- 4.-Causa una ligera compactación de suelos
- 5.- En algunas etapas fenológicas, puede afectar a los cultivos el tamaño de las gotas



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



RED TEMÁTICA

Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua



CONSEJO DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE
PUEBLA



FORO "DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA GESTIÓN DEL AGUA"

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE IZÚCAR
DE MATAMOROS

MESA DE
TRABAJO

4. Agua,
Alimentos y
Energía



Mesa de Trabajo 4

Agua y Alimentos y Energía

RESUMEN EJECUTIVO

Panelistas (orden alfabético):

Dr. Enrique Rodolfo Bazúa Rueda, Facultad de Química, UNAM

Dr. Otoniel Carranza Díaz, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, UAS

Dr. Zeferino Gamiño Arroyo, Universidad de Guanajuato

Dr. Jorge Antonio Herrera Cárdenas, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Dra. Lorena Eugenia Sánchez Cadena, Universidad de Guanajuato

Participantes:

Pas. IQ Diego Josué Cruz-Rodríguez, Facultad de Química, UNAM

Est. Marlene Gómez, Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros

Biol. Juan Eduardo Guzmán Ibarra, Estudiante Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias del Mar, UAS

IQ Manuel José Leal-Gutiérrez, Estudiante Maestría en Ingeniería, Facultad de Química, UNAM

Pas. IQ Kiara Mary Joan Nava-Castro, Facultad de Química, UNAM

Moderadora:

Dra. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa, Facultad de Química, UNAM

Índice

	Página
1. Problemática	3
2. Propuestas	3
2.1. Agua	3
2.2. Alimentos	5
2.3. Energía	6
Referencias	7
Anexo 1. Calendario	8
Anexo 2. Contribuciones por orden alfabético	8
Dr. Enrique Rodolfo Bazúa-Rueda, Facultad de Química, UNAM	8
Dr. Otoniel Carranza Díaz, Facultad de Ciencias del Mar, UAS	9
Pas. IQ Diego Josué Cruz-Rodríguez, Facultad de Química, UNAM IQ Manuel José Leal-Gutiérrez, Estudiante Maestría en Ingeniería, Facultad de Química, UNAM Pas. IQ Kiara Mary Joan Nava-Castro, Facultad de Química, UNAM	10
Dr. Zeferino Gamiño Arroyo, Universidad de Guanajuato Dra. Lorena Eugenia Sánchez Cadena, Universidad de Guanajuato	12
Est. Marlenne Gómez, Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros	15
Biol. Juan Eduardo Guzmán Ibarra, Estudiante Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias del Mar, UAS	16
Dr. Jorge Antonio Herrera Cárdenas, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan	19

1. Problemática

La gestión del agua es un problema mundial. Para resolverlo se requiere abordarlo desde diferentes facetas. En la Mesa de Trabajo 4 relacionada con AGUA-ALIMENTOS-ENERGÍA se consideró lo que la Organización de las Naciones Unidas ha dado en llamar: Nexo Ag-E-AI (en inglés *W-E-F Nexus* por *Water-Energy-Food*). A partir de este momento se usará este acrónimo: N-Ag-E-AI. La Figura 1 muestra la importancia de esta interacción de forma sencilla (GIZ, presentación).

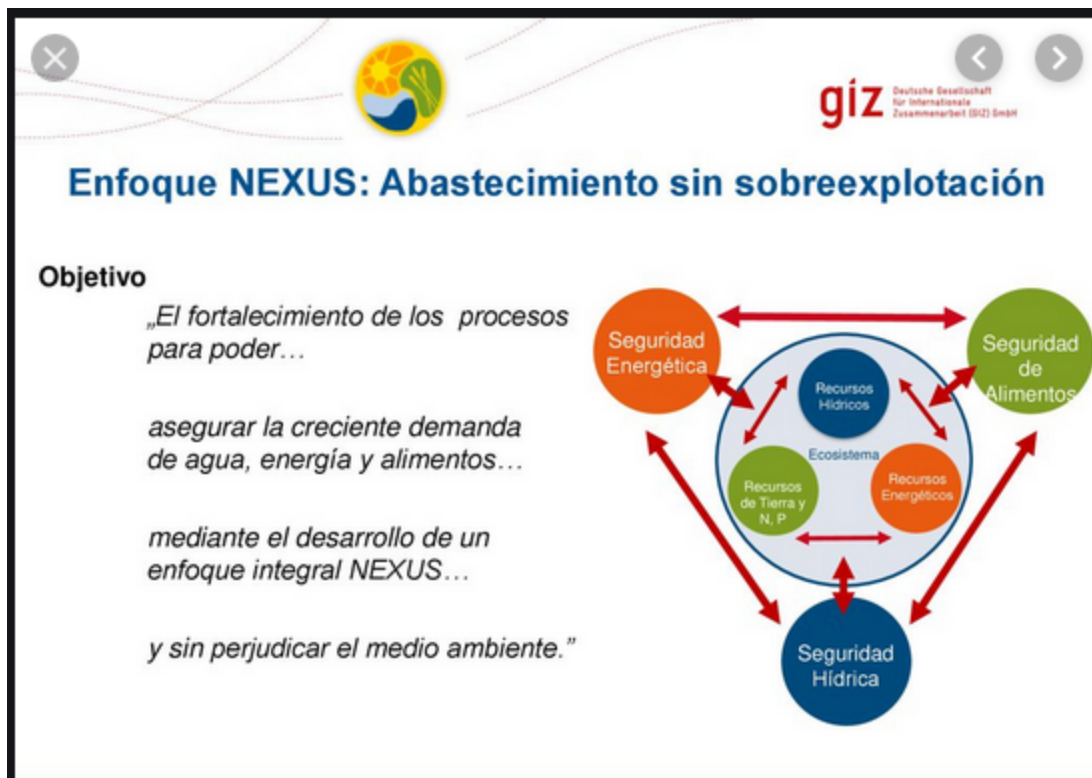


Figura 1. Enfoque NEXUS: Abastecimiento sin sobreexplotación (Klein y Pasternack, 2016) *(en espera de la autorización de uso de su figura solicitada a los autores)*

2. Propuestas

Estas propuestas están dirigidas a dos instancias en este momento: El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados.

2.1. Agua

El agua, objetivo de este Foro, es el actor principal. Por tanto, las propuestas se centraron en hacer fácilmente accesibles los inventarios que ya se han hecho en México con el apoyo de

varias instancias internacionales para conocer la cantidad de agua que se emplea en los rubros dirigidos a la producción de alimentos y a la producción de energía.

2.1.1. Se dio el ejemplo de las granjas camaronícolas y piscícolas nacionales (generalmente aglutinadas como granjas acuícolas) que se encuentran en 17 estados costeros de la República Mexicana actualizando o iniciando un registro de la cantidad de agua que es utilizada por esta industria. En una primera instancia, se podrían destinar recursos públicos para actualizar o crear los inventarios firmando previamente un acuerdo con los propietarios de las granjas acuícolas nacionales (incluidos pequeños productores) para que den información fidedigna y que se comprometan a participar en proyectos tendientes a minimizar el uso del agua a través de su tratamiento y reutilización. Asimismo, se deben destinar recursos públicos a las instituciones de educación superior e investigación y universidades dirigidos explícitamente a dar resultados que permitan desarrollar sustentablemente esta industria. La investigación en la industria acuícola es costosa pero se pueden obtener grandes beneficios si se desarrolla con un plan a largo plazo a nivel nacional. Otra variante podría ser fortalecer a instituciones como CONAPESCA e INAPESCA con recursos públicos para apoyar el desarrollo sustentable y ordenado de esta industria así como para acceder a fondos públicos por convocatoria abierta, transparente y puntual.

2.1.2. Respecto del uso del agua para la agricultura y la ganadería (INEGI, 2008, 2018), se ofrecen estas opciones para fortalecer la producción agrícola y pecuaria a través de la SADER con el apoyo de otras secretarías y los profesores-investigadores de los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) dirigidos explícitamente a dar resultados que permitan desarrollar sustentablemente la producción de alimentos por pequeños, medianos y grandes predios. Al igual que para la acuicultura deben firmarse convenios entre las autoridades y los propietarios, comuneros, ejidatarios, etc., para tener su compromiso de mejorar la productividad de su producción de alimentos:

- Promover la reconversión de cultivos dependiendo del tipo de suelos, propiciando cultivos con menor consumo de agua y mayor valor agregado para los agricultores.
- Promover sistemas de producción sostenible que eviten el agotamiento del suelo y el uso de plaguicidas siguiendo el ejemplo de la cultura prehispánica de la milpa en los predios pequeños y medianos y en los predios más grandes promoviendo el control de plagas mediante agentes biológicos.
- Promover el reaprovechamiento integral de los cultivos empleando, por ejemplo, los esquilmos como fuente de energía mediante sistemas biotecnológicos capacitando a los agricultores a usar biorreactores anaerobios para producir biogás rico en metano y/o sistemas de gasificación para producir gas de síntesis y producir electricidad con ellos o biocombustibles.
- Generar acciones y obras de conservación para la recuperación de suelo y agua.
- Fomentar sistemas de cosecha de agua en épocas de lluvias.
- Apoyar, invertir y asesorar en sistemas modernos de riego como son los de aspersión y de goteo.
- Rehabilitar y construir obras de captación de aguas superficiales en las comunidades.

- Renovar los inventarios ganaderos y promover especies que demanden menor cantidad de agua.
- Dar autonomía a los productores agrícolas y pecuarios con respecto del costo de sus productos, de tal manera que se garantice la recuperación de costos de producción. Con esto se favorecería la implementación de insumos menos contaminantes y hacer un uso eficiente del agua.
- Garantizar que las personas que ocupen puestos estratégicos en materia de agricultura, ganadería y ambiente, tengan la capacidad para gestionar y destinar recursos a las áreas de urgente necesidad, con la finalidad de impulsar el desarrollo de tecnologías verdes.

Finalmente, en las zonas urbanas, se tiene que resolver la problemática del uso del agua y su saneamiento con las siguientes acciones:

- Uno de los puntos básicos a resolver pero no por ello fácil de lograr, es cambiar la manera en la que percibimos a las zanjas agrícolas y urbanas también conocidos como zanjas o canales de drenaje superficiales incluidos los drenajes pluviales tipo canal superficial, ya que gran parte de la población los ve literalmente como basureros. Adicionalmente, reducir los residuos que desecharnos en las calles, ya que muchos de estos desechos son transportados en eventos de lluvia por estos sistemas de drenaje, causando problemas de taponamiento y contaminación.
- Es necesario que el desarrollo urbano se realice de manera ordenada y planificada, para evitar la saturación de los sistemas de captación de escorrentías urbanas.
- La generación de información científica es pieza fundamental para conocer la dinámica y el beneficio de estos sistemas, ya que conocer su funcionamiento permitirá desarrollar estrategias de biorremediación para el mejoramiento de la calidad del agua de las escorrentías urbanas que descargan en la zona costera.
- Es sumamente necesario trabajar en conjunto con otras áreas del conocimiento, disciplinas y/o instituciones para mejorar la percepción de la problemática, aumentar capacidad de análisis, crear vínculos y desarrollar proyectos que tengan un mayor beneficio ecológico, social y económico.

2.2. Alimentos

Dentro de la producción de alimentos, los rubros del agua y la energía son fundamentales. Por ello, en la Mesa de Trabajo se plantearon los siguientes rubros, dirigidos como ya se dijo arriba a las autoridades del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la CCTI de la H. Cámara de Diputados para que, con el apoyo de otras secretarías y los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) desarrollen una estrategia similar a la que se dio en México a mediados de los años 30 del Siglo XX para producir bienes de capital sustentables (tractocamiones, implementos agrícolas, silos, fábricas de pre-proceso con tecnologías apropiadas a cada tipo de alimento para evitar o disminuir sensiblemente las pérdidas post-cosecha o para reaprovechar de forma integral los productos pecuarios o piscícolas, entre otros apoyos para la producción de alimentos, permitiendo que lleguen alimentos estables a los centros urbanos sin necesidad de adicionarles sustancias químicas, basados en las tecnologías tradicionales

como ocurrió en sus inicios con las harinas de maíz nixtamalizadas (solamente la cal, que es parte del proceso precolombino y que hace que el calcio se vuelva biodisponible mejorando la salud) y las tortilladoras, ambas tecnologías desarrolladas por el IMIT, ya desaparecido, que redujeron el trabajo de muchas mujeres en condiciones de pobreza. Las funciones del otrora IMIT pueden ser ahora sustituidas por toda la cohorte de profesores-investigadores que se han formado en México en estos casi 80 años desde entonces y que desde sus instituciones pueden con creces cumplir con estas expectativas, como se ha hecho en China y Corea. Los investigadores que están actualmente en los Centros financiados por el Conacyt y sus enormes equipamientos e infraestructuras se deberían incorporar a las universidades o instituciones de educación superior e investigación ya que su desempeño en todos estos años no ha beneficiado a la sociedad en su conjunto.

2.3. Energía

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, *FAO* en inglés (*Food and Agriculture United Nations Organization*), ha desarrollado una *Evaluación Rápida del Nexo Agua-Energía-Alimentos (WEF Nexus)*, basada en la Evaluación Nexus (FAO, 2019). Esta herramienta proporciona una forma rápida de evaluar intervenciones específicas contra la presión bio-económico del contexto (un país, en este caso) donde se implementan. La *evaluación nexus del contexto* hace uso de datos públicos que se encuentran disponibles en las bases de datos gestionados por organizaciones internacionales. La versión en línea de la herramienta de *Evaluación Rápida WEF Nexus* puede utilizarse para fines de comunicación y sensibilización. Esta herramienta muestra cómo las intervenciones pueden ser evaluadas y, por lo tanto, comparadas con la *Evaluación Nexus*. Esto está ilustrado con una intervención de riego con bombas, uno de bioenergía, una de producción hidroeléctrica y una de desalación de agua. Los usuarios pueden asignar valores o “pesos” (0 a 3) a diferentes indicadores sobre la base de la importancia que se les asigne. Pueden introducir nuevos indicadores y pueden definir puntos de referencia, tanto para la evaluación de contexto como para la evaluación de intervenciones. Más detalles sobre la *Evaluación Nexus 1.0* completa, que puede ser utilizada en diferentes niveles y escalas de manera participativa, se pueden encontrar [aquí](#) (Flammini et al., 2014).

Finalmente, dentro de las propuestas de los panelistas y participantes destacaron:

- Desarrollar estudios de análisis de exergía para determinar el potencial de ahorro de agua y energía. Asignar recursos para desarrollar tecnología que lleven a la práctica los resultados de los estudios más promisorios.
- Incentivar la educación integral a todos los niveles.
 - Tomar conciencia que los recursos naturales son finitos. Los estamos devorando a pasos agigantados sin mirar las consecuencias.
 - Disminuir en todas nuestras acciones el consumo de agua, promoviendo que se trate y reutilice.
 - Utilizar en todas nuestras acciones menos energía.
- Impulsar el uso de energías renovables en todas las actividades.



- Promover el desarrollo de sistemas de recirculación de agua en instalaciones de gran consumo de agua. Por ejemplo, sistemas de recirculación de agua en la producción acuícola.
- Programa de incentivos para el desarrollo de sistemas de bombeo con energía solar.

Nuevamente, las autoridades del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y los ciudadanos diputados de la CCTI de la H. Cámara de Diputados, con el apoyo de otras secretarías y los sistemas de educación superior e investigación (instituciones de educación superior e investigación y universidades) pueden desarrollar las mejores opciones e implementarlas de manera inmediata con el apoyo de los ciudadanos para que ellos constaten su bondad.

Referencias

FAO. 2019. Evaluación Rápida del Nexo Agua-Energía-Alimentos.

<http://www.fao.org/energy/water-food-energy-nexus/water-energy-food-nexus-ra/es/>

Flammini, A., Puri, M., Pluschke, Dubois, O. 2014. Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus in the Context of the Sustainable Energy for All Initiative. Environmental and Natural Resources Management Working Paper 58. Climate, Energy and Tenure Division (NRC). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a-i3959e.pdf>

INEGI. 2018. Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. México.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/ena2017_pres.pdf

INEGI. 2008. El VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. Así hicimos. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cagf/2007/doc/hicimos_cagyf.pdf

Klein, D., Pasternack, L. 2016. El Nexo Agua-Energía-Alimentos. La concepción del Nexo y la Cooperación al Desarrollo. Nexus y el Día Mundial del Agua. Marzo 30. Ciudad de México, México.

Anexo 1

Calendario

Mesa de Trabajo 4. Agua y Alimentos y Energía

Viernes 09 de agosto de 2019

13:30-13:40 Presentación de los panelistas
por la moderadora
13:40-14:00 Dr. Otoniel Carranza Díaz
14:20-14:40 Biol. Juan Eduardo Guzmán
Ibarra
14:40-15:00 Dr. Jorge Antonio Herrera
Cárdenas
15:00-15:20 Dra. Lorena Eugenia Sánchez
Cadena
15:20-15:40 Dr. Zeferino Gamiño Arroyo
15:40-16:00 Dr. Enrique Rodolfo Bazúa
Rueda

Sábado 10 de agosto de 2019

12:15-12:20 Presentación de los panelistas
por la moderadora
12:20-12:30 Dr. Otoniel Carranza Díaz
12:30-12:40 Biol. Juan Eduardo Guzmán
Ibarra
12:40-12:50 Dr. Jorge Antonio Herrera
Cárdenas
12:50-13:00 Dra. Lorena Eugenia Sánchez
Cadena
13:00-13:10 Dr. Zeferino Gamiño Arroyo
13:10-13:20 Dr. Enrique Rodolfo Bazúa
Rueda
13:20-13:45 **Redacción, lectura y
aprobación del documento
final de la Mesa 4**

Anexo 2

CONTRIBUCIONES POR ORDEN ALFABÉTICO

Enrique Rodolfo Bazúa-Rueda

UNAM, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química

Correo-e: erbr@unam.mx

Conclusiones para la Mesa de Trabajo 4

Establecer un programa prioritario con el nexo: agua-alimentos-energía para el desarrollo de tecnología que disminuya el consumo de agua y energía. Deben participar en forma conjunta la industria, el sector académico, usuarios de la tecnología y el sector gubernamental. Algunos ejemplos de acciones que se deben emprender como parte del programa son:

- a. Promover estudios de análisis de exergía para determinar el potencial de ahorro de agua y energía. Asignar recursos para desarrollar tecnología que lleven a la práctica los resultados de los estudios más promisorios.
- b. Debemos promover la educación integral a todos los niveles.
 - i. Tomar conciencia que los recursos naturales son finitos. Los estamos devorando a pasos agigantados sin mirar las consecuencias.
 - ii. En todas nuestras acciones debemos procurar disminuir el consumo de agua, promover que se trate y recircule.
 - iii. En todas nuestras acciones debemos procurar utilizar menos energía.
- c. Promover el uso de energías renovables en todas las actividades.
- d. Promover el desarrollo de sistemas de recirculación de agua en instalaciones de gran consumo de agua. Por ejemplo, sistemas de recirculación de agua en la producción acuícola.
- e. Programa de incentivos para el desarrollo de sistemas de bombeo con energía solar.

Filtro biológico tipo humedal para el tratamiento de aguas contenidas en un sistema de recirculación acuícola

Dr. Otoniel Carranza Díaz

Contacto: otoniel.carranza@uas.edu.mx

Facultad de Ciencias del Mar

Universidad Autónoma de Sinaloa

Colaboradores: Marco Antonio Medina-Astorga, Ricardo Arturo Quiñonez-López, Carmen Alondra Torres-Mendoza, Óscar Gárate-González, Alejandra Medina-Jasso, Pablo Piña-Valdez, Gustavo Rodríguez-Montes de Oca, Mario Nieves-Soto

La contaminación del medio ambiente provocada por las aguas residuales de la industria camaronícola ha llevado al desarrollo de sistemas de recirculación acuícola. Tradicionalmente, estos sistemas son mecanizados cuyos costos de construcción, operación y mantenimiento elevan el costo del cultivo. En la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa se desarrolló un sistema de recirculación acuícola, empleando como filtro biológico, una tecnología denominada “filtro biológico tipo humedal”. El sistema de recirculación acuícola ha sido probado con éxito para el cultivo de postlarvas de camarón y juveniles de tilapia, en donde se han alcanzado ahorros de agua de mar del 78 %. El filtro biológico tipo humedal ha mostrado eficiencias de remoción de nitrógeno inorgánico total ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{NH}_3$) entre 15 y 40 %.

Entre las propuestas que tengo para la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la H. Cámara de Diputados son las siguientes:

1. Considero que la contaminación de la zona costera de México es un tema que debe ser prioritario de atender. La industria acuícola en particular, descarga aguas residuales al medio ambiente en muchos casos sin tratamiento. Por ello mi propuesta es destinar recursos públicos para hacer un inventario de las granjas acuícolas nacionales que se encuentran ubicadas en los 17 estados costeros de la República Mexicana y actualizar o iniciar un registro de la cantidad de agua que es utilizada por esta industria. En una segunda etapa, mi propuesta es realizar un seguimiento puntual con aforos de volumen y calidad del agua en granjas seleccionadas con el fin de estimar las cargas de contaminantes que son vertidas al ambiente marino. Esta información permitirá tomar decisiones con respecto de las estrategias de mitigación de los impactos ambientales que tiene esta industria en la zona costera de México.

2. Considero que se debe desarrollar la industria mexicana en cuanto a sistemas de recirculación acuícola en zonas con escasez de agua y tierra adentro donde existan cultivos de organismos acuáticos, escala comercial. La demanda de alimentos en el futuro próximo es inevitable en tanto que la población en México y a nivel mundial seguirá en aumento. Por ello en lugares donde hay escasez de agua y tierra adentro, considero que el desarrollo de la industria acuícola basada en sistemas de recirculación, puede ayudar a aliviar la demanda de alimentos de calidad. Sin embargo esta industria debe ser basada en sistemas con un alto margen de ahorro de agua y producción además de reducción de contaminantes lo más posible.

En concreto, considero que se deben destinar recursos públicos a los centros de investigación y universidades de México con el fin de desarrollar esta industria. La investigación en la industria acuícola es costosa pero se pueden obtener grandes beneficios si se desarrolla a escala con un plan a largo plazo a nivel nacional. Otra variante podría ser fortalecer a instituciones como CONAPESCA e INAPESCA con recursos públicos para el desarrollo de esta industria y acceder a los fondos por convocatoria abierta, transparente y puntual.

3. Iniciar con un programa de incentivos a las empresas acuícolas que utilicen el bombeo solar en sus instalaciones. México tiene un gran potencial en cuanto a energía solar se refiere. Los incentivos pueden ser para apoyar proyectos para instalación de sistemas de bombeo solar o bien en forma de beneficios fiscales a las empresas que implementen esta tecnología en sus procesos de manejo del agua.

Reflexión de la Mesa de trabajo: Agua, Alimentos y Energía

Estudiantes de la Facultad de Química de la UNAM

Diego Josué Cruz-Rodríguez, correo-e: cruzrodriguezdiegojosue@gmail.com

Manuel José Leal-Gutiérrez, correo-e: manuel.leal.gutierrez@gmail.com

Kiara Mary Joan Nava-Castro, correo-e: kia.majo.07@gmail.com

El nexo agua, alimentos y energía es un rubro de gran importancia para poder tener vida en nuestro planeta, pero por desgracia este no puede existir sin el apoyo de la sociedad en la que se desarrolle, ya que está conformada por un entorno en donde las legislaciones y actores, como son la industria, la educación y la historia de la comunidad, ponen sus limitantes que entorpecen el sistema creando un nuevo nexo. Dentro de estas nuevas relaciones hay mucho que destacar en las conductas que nos han llevado a fallar dentro de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas dentro de los 17 objetivos de desarrollo sostenible. Estos buscan que los recursos actuales se puedan distribuir entre todos los habitantes del planeta por el resto de la existencia de la humanidad.

El polietileno y poliestireno son ejemplos de residuos considerados “sin valor” porque tienen un alto gasto energético e hídrico en su producción y no son aprovechados del todo debido a que solamente se usan como empaque, y son desechados al término del producto. En particular, estos son usados en alimentos procesados, por lo que se quiere reducir el empleo de estos productos-residuos. En cambio, muchas industrias han optado por volver a usar el cartón, vidrio y aluminio para tener una mejor imagen ambiental y cubrir con la normatividad aplicable para ser una empresa socialmente responsable.

De los residuos alimentarios hay algunos que no se aprovechan o no se han querido aprovechar por la falta de sustento técnico de las tecnologías adecuadas. Destacan entre ellas, biodigestores para la generación de biogás, transformando la biomasa en energía eléctrica, disminuyendo la materia orgánica. También los humedales artificiales permiten la remoción de los contaminantes en aguas ya usadas volviéndolas útiles nuevamente.

Hablando de energéticos, México es un país con gran capacidad de producir energías renovables, debido a su posición geográfica, ya que está sobre el Trópico de Cáncer y la incidencia de los rayos solares es muy alta. Además, en las costas, los vientos no cesan durante todo el año. Desafortunadamente, no se ha podido explotar su potencial del todo debido a que no se ha invertido en el sector público para el desarrollo de parques solares o eólicos para la producción de energía. En este rubro debemos destacar que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es pionera en la implementación de tecnologías geotérmicas y aún hay campos aprovechables en el país. Sobre la producción hidráulica debemos descartar este sector ya que la capacidad actual está saturada y solamente se deben cuidar las actuales, reforzando su mantenimiento para que tengan mayor potencia.

El uso consciente del agua para que no se desaproveche debe ser la principal consideración. Un ejemplo de ello es el riego a los campos de cultivo. Estudiar el suelo que se quiere trabajar, cuál es el tipo de cultivo que se puede implementar, la disponibilidad de agua en la región, la manera más eficiente de su uso dependiendo de su origen y cómo interactúa en el suelo, sobre todo si hay disponibilidad de filtración y acumulación, consideraciones ambientales del entorno y mantenimiento, son factores esenciales que deben ser negociados entre los campesinos y los técnicos agrícolas para su mayor efectividad. Además de esto, deben recuperarse técnicas ancestrales como la milpa y el policultivo para aprovechar los campos y poder reducir la cantidad de fertilizantes y otros agroquímicos en la producción de alimentos.

En conclusión, podemos decir que estas prácticas son algunas de las tantas acciones que aún faltan por explorar en todos los campos de la ciencia, la cual nos ha ayudado en los últimos años a aumentar la esperanza de vida, aunque se ha descuidado la calidad de la misma y solamente se va a lograr si los recursos se usan de manera sostenible con prácticas nuevas que se preocupen por cuidar este nexo agua-alimentos-energía en acciones que deben cristalizar dejando el campo abierto para que las próximas generaciones pueda aplicarlas y puedan vivir en un mundo con mejores condiciones que las actuales.

Se recomienda que las autoridades del Conacyt trabajen de manera transversal con las diferentes secretarías de estado: SADER, SEMARNAT-CONAGUA, SALUD, ECONOMÍA, ENERGÍA, etc., para que con el concurso de los investigadores de universidades e instituciones de educación superior e investigación, se desarrollen proyectos específicos en esta dirección con objetivos concretos que se apliquen de manera inmediata al nexo agua-alimentos-energía para garantizar la autosuficiencia alimentaria, energética y de agua potable y saneamiento.

Alternativas para mitigar la sobreexplotación del agua en el estado de Guanajuato

Zeferino Gamiño Arroyo, Lorena Eugenia Sánchez Cadena

Universidad de Guanajuato

Correos-e: gaminoz@ugto.mx hau10@hotmail.com

De acuerdo con información consultada de la Comisión Estatal del Agua del Estado de Guanajuato y de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, el Estado cuenta con una superficie de 3,062,000 ha (hectáreas) de las cuales 1,470,000 (48%) son de carácter agrícola, de estas 620,000 ha (42%) son de riego y las restantes 850,000 ha (58%) son de temporal (Anónimo, 2012).

El territorio estatal pertenece a tres grandes cuencas: Lerma-Chapala y del río Santiago que fluyen hacia el Pacífico y la cuenca del río Pánuco que fluye hacia el Golfo. El 5% del territorio pertenece al río Santiago y comprende el municipio de Ocampo y la Sierra de Lobos, el 17% del territorio entra en la cuenca del río Panuco en el norte del Estado y el 78% del territorio pertenece a la Cuenca del Río Lerma, la cual ya en 2005 fue calificada con un grado de presión-media fuerte sobre el recurso hídrico, este grado de presión se define como el volumen total de agua concesionado entre la disponibilidad natural media de agua (Guzmán-Soria et al., 2009), además esta región ocupó el segundo lugar en densidad de población con 106 habitantes por kilómetro cuadrado y es donde se encuentra asentada el 97% de la población del Estado (FAO-SAGARPA, 2010, 2014).

Se estima que en el Estado se consumen 4,556.50 millones de m³ de agua, de los cuales el 68.84% son de origen subterráneo y el restante 31.16% son de origen superficial. De este gasto se establece que el 80% se destina para actividades agrícolas (Conagua, 2015).

De los 16,853 pozos que se tienen registrados 13,501 (82%) se destinan para actividades de riego y tienen un abatimiento de 5 a 10 metros por año, lo que pone a Guanajuato en una situación crítica de abastecimiento de agua para los próximos años, además de los problemas de salud pública que se pueden generar al extraer agua a mayores profundidades ya que pueden contener elementos como flúor, arsénico u otros metales pesados (Conagua, 2015).

El déficit estimado en el Estado es del orden de 1,060 a 1,500 millones de m³ de agua, y prácticamente todos los municipios se abastecen de agua de pozo exceptuando parcialmente Guanajuato y León, que se abastecen mediante presas. El crecimiento de la población demanda día a día mayor cantidad de agua y la recarga de los acuíferos solo es posible durante una tercera parte del año (Conagua, 2015).

Con respecto a las aguas residuales se calcula que se generan 262.57 millones de m³, de los cuáles reciben tratamiento 162.39 millones de m³ con la operación de 79 plantas en el Estado lo que significa que se tratan solamente el 61.85% (Conagua, 2015).

Además, se ha reportado por la Comisión Nacional del Agua que en el Estado se tienen tres de los ríos más contaminados del país como son el río Turbio, el río Temascalío y el río Lerma que, desde su origen en Lerma, Edo. de México muchas empresas lo utilizan para las descargas de sus efluentes y en el cual se han propuesto muchas acciones, sin gran resultado en el mejoramiento de su calidad (Conagua, 2015).

Ante este panorama en que la entidad ya presenta una situación difícil debido a la sobreexplotación de sus acuíferos, la dificultad de recarga y falta de cubierta vegetal que propicie la infiltración adecuada de los escurrimientos, es necesario proponer acciones y políticas públicas de orden municipal, estatal y federal, que promuevan el ahorro y un mejor aprovechamiento de agua disponible, las acciones que se proponen pueden ser:

- La promoción de sistemas de producción sostenible que eviten el agotamiento del suelo y evitar y prohibir la quema de esquilmos usándolos como fuente de energía.
- Promover la reconversión de cultivos y propiciar cultivos con menor consumo de agua y mayor valor agregado.
- Brindar asistencia y asesoría con personal técnico con un mejor uso de los recursos naturales disponibles.
- Generar acciones y obras de conservación para la recuperación de suelo y agua.
- Fomentar sistemas de cosecha de agua en épocas de lluvias.
- Apoyar, invertir y asesorar en sistemas modernos de riego como son los de aspersión y de goteo.

- Rehabilitar y construir obras de captación de aguas superficiales en las comunidades.
- Recuperar especies forestales endémicas de la región, y promover acciones de reforestación en todo el Estado.
- Renovar los inventarios ganaderos y promover especies que demanden menor cantidad de agua.
- Disminuir el uso de plaguicidas promoviendo el control de plagas mediante agentes biológicos.
- Continuar la construcción y mejorar la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Invitar a la comunidad académica - científica a participar en la búsqueda de soluciones a las diversas problemáticas que involucra el manejo integral del agua.
- Fomentar entre la población una cultura del ahorro y cuidado del agua.
- Todas estas acciones se pueden fomentar la conservación y disminuir el abatimiento de los acuíferos y aumentar la disponibilidad del agua, no solamente para el Estado de Guanajuato sino para todo el país.

Referencias

- Anónimo. 2012. El Sector Agropecuario en el Cambio Climático, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Gobierno del Estado de Guanajuato, México. Presentación. Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato. <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/upload/articulos/121/files/S1-2-02.pdf>
- Conagua. 2015. Programa Estatal Hidráulico. Resumen ejecutivo. Gobierno del Estado de Guanajuato, Comisión Nacional del Agua. Colegio Mexicano de Especialistas en Recursos Naturales, COLMERN, A.C. <http://agua.guanajuato.gob.mx/pdf/resumenejecutivo.pdf>
- FAO-SAGARPA. 2010. Diagnóstico sectorial en el Estado de Guanajuato. Informe Preliminar (Borrador). https://www.fao-evaluacion.org.mx/pagina/documentos/sistemas/eval2014/resultados2014/PDF2/GTO/Informe_Preliminar_Diangostico_Guanajuato_30072010.pdf
- FAO-SAGARPA. 2014. México: El sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ciudad de México. <http://www.fao.org/3/a-i4093s.pdf>
- Guzmán-Soria, E., Hernández-Martínez, J., García-Salazar, J. A., Rebollar-Rebollar, S., de la Garza-Carranza, M. T., Hernández-Soto, D. 2009. Consumo de agua subterránea en Guanajuato, México. Agrociencia. 43(7):749-761. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v43n7/v43n7a9.pdf>
- INEGI. 2013. Tecnificación de las Unidades de producción agrícola en Guanajuato, Censo Agropecuario 2007-2013. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. México.

Marlene Gómez

Estudiante de licenciatura de la UTIM
Correo-e: marlennegomez28@gmail.com

La humanidad está viviendo confiada pero está equivocada en sentido de creer que los recursos naturales son infinitos. Estamos en déficit «planetario» porque utilizamos un 50% más de lo que el planeta Tierra puede darnos. Devoramos recursos de manera tremenda.

Soluciones al agua.

- Una mayor educación de la ciudadanía en el ahorro del agua.
- Control del crecimiento de la población.
- La implantación del riego por goteo da una eficiencia excelente en el ahorro de agua potable.
- Tratar agua residual para convertirla en apta para el riego, bien agrícola o por lo menos para parques y jardines.
- Más desalinizadoras.
- Soluciones gubernamentales a la escasez de agua potable.
- Cultura para cuidar el agua empezando por nuestra casa.
- Cerrar los grifos mientras nos enjabonamos, nos afeitamos o nos cepillamos los dientes
- Lavar el coche con cubetas y no con manguera.
- Informar de cualquier fuga que veamos en la calle, arreglar las pérdidas de agua de casa, grifos o cisternas que gotean.
- Poner la lavadora al máximo de ropa permitido.
- Regar el jardín durante las horas de menor calor para que el agua no se evapore tan fácilmente.
- Utilizar agua de cisternas de lluvia para WC y cambiar estos por dispositivos ahorradores de agua.

Disminución del consumo de energía.

- Utilizar focos de bajo consumo: ahorran hasta un 75% de energía.
- Apagar la luz de los ambientes que no se estén utilizando.
- Usar la luz natural el mayor tiempo que sea posible.
- Graduar los termostatos a 20°C como máximo en la calefacción y los equipos de aire acondicionado. Recordar que cada grado suplementario representa un 7% más de consumo energético.
- Emplear las lavadoras de ropa y trastes con carga completa: Se ahorra agua y electricidad.
- Descongelar el frigorífico que no cuenta con sistema de eliminación de escarcha ya que crea un aislamiento que puede acarrear un 20% extra de consumo eléctrico.

- Apagar computadoras y otros equipos electrodomésticos si no se están utilizando: un aparato en posición “de espera” (*Standby*) puede representar hasta un 70% de su consumo diario.
- Desconectar todos los aparatos eléctricos que no se estén utilizando. Aunque estén apagados consumen energía eléctrica.
- De ser posible, usar energías alternativas para la producción de electricidad, como celdas fotovoltaicas para utilizar la energía solar o generadores eólicos u otras energías más limpias.
- No usar planchas y cafeteras en exceso.
- Sustituir las estufas eléctricas por estufas de gas.
- Limpiar periódicamente los focos y lámparas, el polvo bloquea la luz.
- Pintar los techos y paredes de los cuartos con colores claros, para tener mejor iluminación.
- Sustituir los aparatos viejos por nuevos, ya que consumen menos energía.
- Cambiar los filtros sucios y limpiar los depósitos de polvo y basura de las aspiradoras domésticas e industriales para que trabajen con mayor eficiencia. Una aspiradora consume 1,200 watts por hora.
- Cerrar bien la puerta del refrigerador para que no utilice energía excesiva y cuando se saquen o guarden alimentos procurar que no estén calientes y hacerlo rápidamente.

EVALUACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LAS CONCENTRACIONES DE NUTRIENTES EN UN DREN¹ URBANO CON VEGETACIÓN EN LA CIUDAD DE MAZATLÁN, SINALOA

Presenta: **Juan Eduardo Guzmán Ibarra²**

Correo-e (Email): juangzm94@gmail.com

Colaboradores: Dr. Otoniel Carranza Díaz³, Dra. Carmen Cristina Osuna Martínez³, M.C. Iliana Hetzabet Zazueta Ojeda³, M.C. María Alejandra Medina Jasso³, Dr. Víctor Manuel Luna Pabello⁴

²Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, México

³Universidad Autónoma de Sinaloa – Facultad de Ciencias del Mar

⁴Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Química

Resumen de la presentación

En México y a nivel mundial existe una problemática por el incremento de nutrientes de origen antropogénico hacia los ecosistemas costeros, los cuales pueden generar un

¹ Dren no aparece en el diccionario de la lengua española. Drenar es dar salida y corriente a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos, por medio de zanjás o cañerías (<https://dle.rae.es/?id=ECG5f9c>). En el texto se sustituirá por zanja (excavación larga y estrecha que se hace en la tierra para echar los cimientos, conducir las aguas, defender los sembrados o cosas semejantes, <https://dle.rae.es/?id=cLoHJIn>)

desequilibrio ecológico, denominado eutrofización. Los sistemas de captación de escorrentías agrícolas y urbanas (zanjas agrícolas y urbanas) son una fuente de ingreso de nutrientes hacia la zona costera. Las escorrentías urbanas provenientes del lavado de calles y avenidas suelen arrastrar todo tipo de contaminantes, mismos que son depositados directamente y sin ningún tipo de tratamiento previo a su descarga en los cuerpos de agua receptores, siendo los ecosistemas costeros las zonas de mayor impacto, ya que en ellas se albergan casi el 80% de la población mundial. Representando en este sentido una entrada puntual de nutrientes y otros contaminantes hacia estos ecosistemas, lo que provoca el deterioro de la calidad del agua. A lo largo del tiempo se han hecho diferentes investigaciones para desarrollar alternativas de tratamiento de aguas residuales que operen a bajos costos. Una de las opciones de mayor impacto es el uso de humedales artificiales, para los cuales se usan plantas macrófitas como componente principal de biorremediación. Estos conocimientos se han aplicado a sistemas de drenaje con vegetación, bajo la premisa de que las plantas que se establecen en las zanjas mejoran la calidad del agua. Sin embargo, estas investigaciones se han realizado principalmente a las escorrentías transportadas en zanjas agrícolas debido al aumento en el uso de fertilizantes y plaguicidas. Los resultados han reflejado que estos sistemas funcionan de manera similar a los humedales artificiales de flujo superficial y tienen la capacidad de remover diversos plaguicidas, fertilizantes y nutrientes de la columna de agua. Resultados previos muestran que las zanjas con vegetación, son una forma eficiente de remoción de diversos contaminantes. Los estudios sobre zanjas urbanas son escasos y las investigaciones se han enfocado principalmente en zanjas agrícolas. Por consiguiente, se requiere generar información científica sobre los sistemas de drenaje urbano con vegetación que sirva para desarrollar estrategias de biorremediación y mejorar la calidad del agua de las escorrentías urbanas. Para lograrlo nos planteamos las siguientes preguntas de investigación, ¿Cómo varían las concentraciones de nutrientes (NH_3 , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}) a lo largo de una zanja urbana (espacial) en la Ciudad de Mazatlán, Sinaloa en un ciclo anual (temporal)? ¿Existe relación entre el crecimiento de las plantas y las concentraciones de nutrientes entre dos épocas del año estudiadas (cálida vs. no cálida)? El objetivo del estudio es evaluar la variación espacio-temporal anual de las concentraciones de nutrientes (NH_3 , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}) en una zanja urbana con vegetación en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa. Para ello, se tomaron muestras de agua y midió la vegetación (altura) en sitios de muestreo seleccionados a lo largo de 800 m de la zanja. Los sitios de muestreo fueron seleccionados de tal manera que fuera posible comprender la distribución de los diferentes parámetros a evaluar, desde la “entrada” de agua a la zanja (fuente puntual) hacia la salida del sistema (dentro de la zanja). Las fechas de muestreo se llevaron a cabo mensualmente durante el ciclo anual 2018 - 2019. Los nutrientes se determinaron por espectrofotometría y se registraron los parámetros fisicoquímicos pH, O.D., temperatura, salinidad, alcalinidad total, sólidos suspendidos totales y volátiles. Los resultados preliminares indican que la temperatura promedio del agua de “entrada” de la zanja es de 24.5°C, el pH 7.6, la alcalinidad de 811.8 mg/L CaCO_3 y la salinidad en 1.7 ups, similar a lo reportado para el agua dentro de la zanja con promedios de 22.7°C, el pH 7.7, la alcalinidad de 793.4 mg/L CaCO_3 y la salinidad en 1.5 ups. El oxígeno disuelto dentro de la zanja se mantuvo en promedio por arriba de los 6.3 mg/L con un máximo de 9.2 mg/L y en general concentraciones mayores a las reportadas en el agua de “entrada”. De igual forma para los sólidos suspendidos totales (SST) y volátiles (SSV) se reportaron en concentraciones mayores en el agua dentro de la zanja que en la de “entrada”, en un rango

de 45.2 hasta los 311.6 mg/L de SST y volátiles hasta 122.6 mg/L, mientras que la “entrada” fue de hasta 32.9 mg/L. La concentración de NO_3^- fue nula en la mayoría de los meses de muestreo, y se reportó solamente en el agua dentro de la zanja con una concentración máxima promedio de 10.4 mg/L. Para NO_2^- las concentraciones promedio se mantuvieron bajas a lo largo del tiempo, con una concentración máxima de 0.12 mg/L, siendo el agua de “entrada” donde se reportaron las mayores concentraciones. El nitrógeno amoniacal (NH_3) fue ligeramente mayor en el agua dentro de la zanja, a diferencia del agua de “entrada”, donde se reportaron bajas concentraciones de hasta 1.4 mg/L. Para los fosfatos no se reportaron concentraciones en el agua de “entrada”, sin embargo en el agua dentro de la zanja se observaron tres picos con concentraciones promedio de hasta 143.1 mg/L. La altura promedio máxima observada de la vegetación fue de 313.3 cm y mínima de 9.3 cm.

Conclusión para el foro

De acuerdo con el panorama de las problemáticas sobre la gestión del agua, alimentos y energía plasmados a lo largo de este foro, es importante tomar medidas y llegar acuerdos para poder resolver cada uno de los puntos expuestos. En este sentido y desde mi área de conocimiento expongo algunos aspectos para mejorar la gestión del agua de las escorrentías urbanas.

- Uno de los puntos básicos a resolver pero no por ello fácil de lograr, es cambiar la manera en la que percibimos a las zanjas agrícolas y urbanas (drenajes o zanjas), ya que gran parte de la población los ve literalmente como basureros y, por otro lado, reducir los residuos que desechamos en las calles, ya que muchos de estos desechos son transportados en eventos de lluvia por estos sistemas, causando problemas de taponamiento y contaminación.
- Es necesario que el desarrollo urbano se realice de manera ordenada y planificada, para evitar la saturación de los sistemas de captación de escorrentías urbanas.
- La generación de información científica es pieza fundamental para conocer la dinámica y el beneficio de estos sistemas, ya que conocer su funcionamiento permitirá desarrollar estrategias de biorremediación para el mejoramiento de la calidad del agua de las escorrentías urbanas que descargan en la zona costera.
- Sin embargo, es sumamente necesario trabajar en conjunto con otras áreas del conocimiento, disciplinas y/o instituciones para mejorar la percepción de la problemática, aumentar capacidad de análisis, crear vínculos y desarrollar proyectos que tengan un mayor beneficio ecológico, social y económico.

Referencias

- Flora, C., Kröger, R. 2014. Use of vegetated drainage ditches and low-grade weirs for aquaculture effluent mitigation: I. Nutrients. *Aquacultural Engineering*. 60:56-62. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860914000387>
- Díaz, F.J., O'Green, A. T., Dahlgren, R. A. 2012. Agricultural pollutant removal by constructed wetlands: Implications for water management and design. *Agricultural Water Management*. 104:171-183.
- Moore, M. T., Denton, D. L., Cooper, C. M., Wrynski, J., Miller, J. L., Werner, I., Horner, G., Crane, D., Holcomb, D. B., Huddleston, G. M. 2011. Use of vegetated agricultural drainage



ditches to decrease pesticide transport from tomato and alfalfa fields in California, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 30(5): 1044-1049.

Dr. Jorge Antonio Herrera Cárdenas
Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Correo-e: jorgeahc@live.com.mx

Dos aspectos importantes:

1. Dar autonomía a los productores respecto al costo de sus productos, de tal manera que se garantice la recuperación de costos de producción. Con esto se favorecería la implementación de insumos menos contaminantes y hacer un uso eficiente del agua.
2. Garantizar que las personas que ocupen puestos estratégicos en materia de agricultura y medio ambiente, tengan la capacidad para gestionar y destinar recursos a las áreas de urgente necesidad, con la finalidad de impulsar el desarrollo de tecnologías verdes.

Saludos!!!



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



RED TEMÁTICA

Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua



CONSEJO DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE
PUEBLA



FORO "DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA GESTIÓN DEL AGUA"

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE IZÚCAR
DE MATAMOROS

MESA DE
TRABAJO

5. Cosecha
del agua

CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN CISTERNAS DE FERROCEMENTO, EN LA MIXTECA BAJA DE PUEBLA

Dr. Ignacio Ocampo Fletes



FORO: Desafíos y Oportunidades en la Gestión del Agua
Izúcar de Matamoros, Pue., 9 y 10 de Agosto de 2019

INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso natural más importante para la existencia de vida en el planeta, y es indispensable para la vida humana (Amaury, 2009), define estilos de vida, el desarrollo de las personas y de las comunidades, debe estar disponible para todos los seres humanos del planeta.

INTRODUCCIÓN

En el 2002, el comité de derechos económicos, sociales y culturales de Naciones Unidas, en su observación general No. 15, reconoció el **derecho humano al agua** para el uso personal y doméstico (Naciones Unidas, 2002).

Se ratifica:

En el 2010 con la resolución A/RES/64/292 (Naciones Unidas, 2010).

En los objetivos de desarrollo del milenio (meta 7.C), (Naciones Unidas, 2013).

Y en los objetivos del desarrollo sostenible en su objetivo 6, agua para todos en 2030 (Naciones Unidas-CEPAL, 2016).

INTRODUCCIÓN

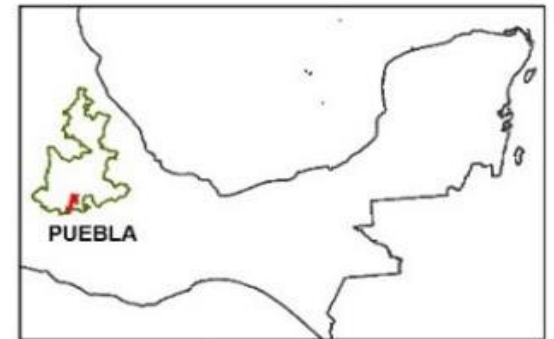
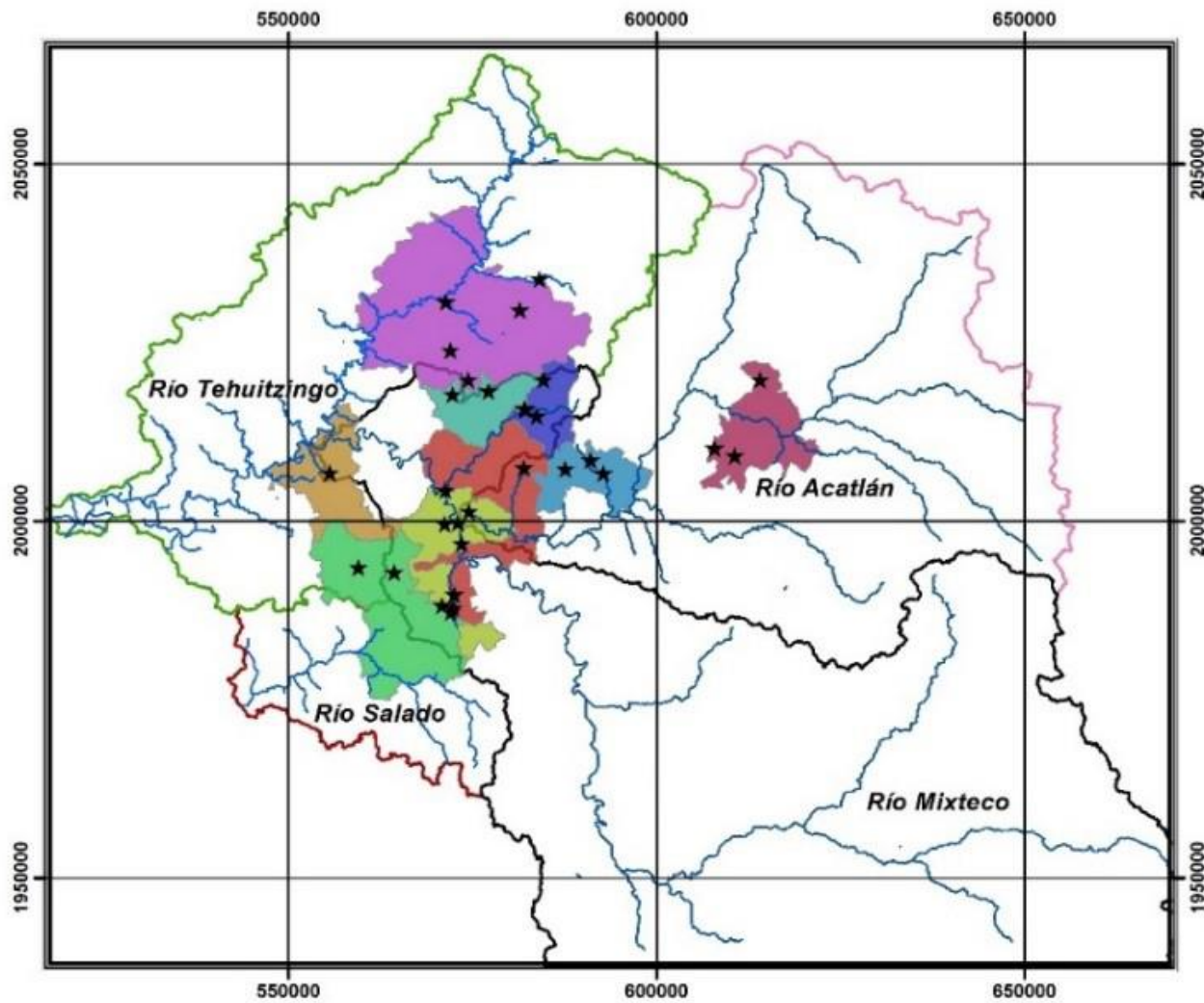
- La disponibilidad de agua sigue representando un grave problema para gran parte de la población:
- En el mundo 3 de cada 10 personas carecen de agua potable. (Afecta a 2000 millones).
- En México 9 millones de personas tienen acceso limitado a este líquido y 13 millones reciben agua de mala calidad.
- Las regiones áridas y semiáridas sufren de escasez de agua.
- México, dos terceras partes del territorio se considera árida o semiárida, con precipitaciones anuales menores a los 500 milímetros (SEMARNAT, 2016).



Programa **E**stratégico de **S**eguridad **A**limentaria PESA-FAO



ADR DZAHUI, A.C.
"Dios del Agua"



SIMBOLOGIA

- ★ LOCALIDADES
- ~ Río Mixteco
- ~ Río Acatlán
- ~ Río Salado
- ~ Río Tehuiztingo

Municipios

- Ahuehuetlita
- Chila de la Sal
- Chinantla
- Piaxtla
- San Jeronimo Xayacatlan
- San Pablo Anicano
- Tecomatlan
- Tehuiztingo
- Tulcingo
- Subcuenca Río Mixteco
- Subcuenca Río Tehuiztingo
- Subcuenca Río Acatlán
- Subcuenca Río Salado



ESCALA
1:900361

ELABORO: M.C. ALVARO E. RUIZ BARBOSA
Datos Vectoriales: INEGI 2015

CARACTERISTICAS REGIONALES	
Clima	Semicálido subhúmedo, cálido subhúmedo y semiseco muy cálido
Temperatura	22 °C
Precipitación	500 mm
Altitud	1,350 msnm
Tipo de suelo	Leptosol, regosol, fluvisol, phaeozem y kastañozem
Sup. Agrícola	60,437 ha
Población	43,695 habitantes

SIMBOLOGIA

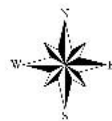
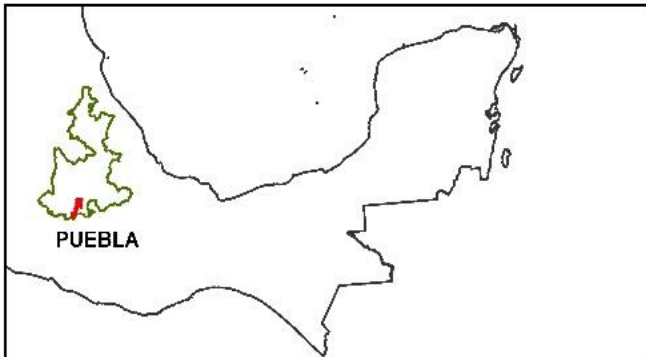
MUNICIPIOS

-  Acatlan
-  Guadalupe
-  San Pablo Anicano
-  RIO MIXTECO

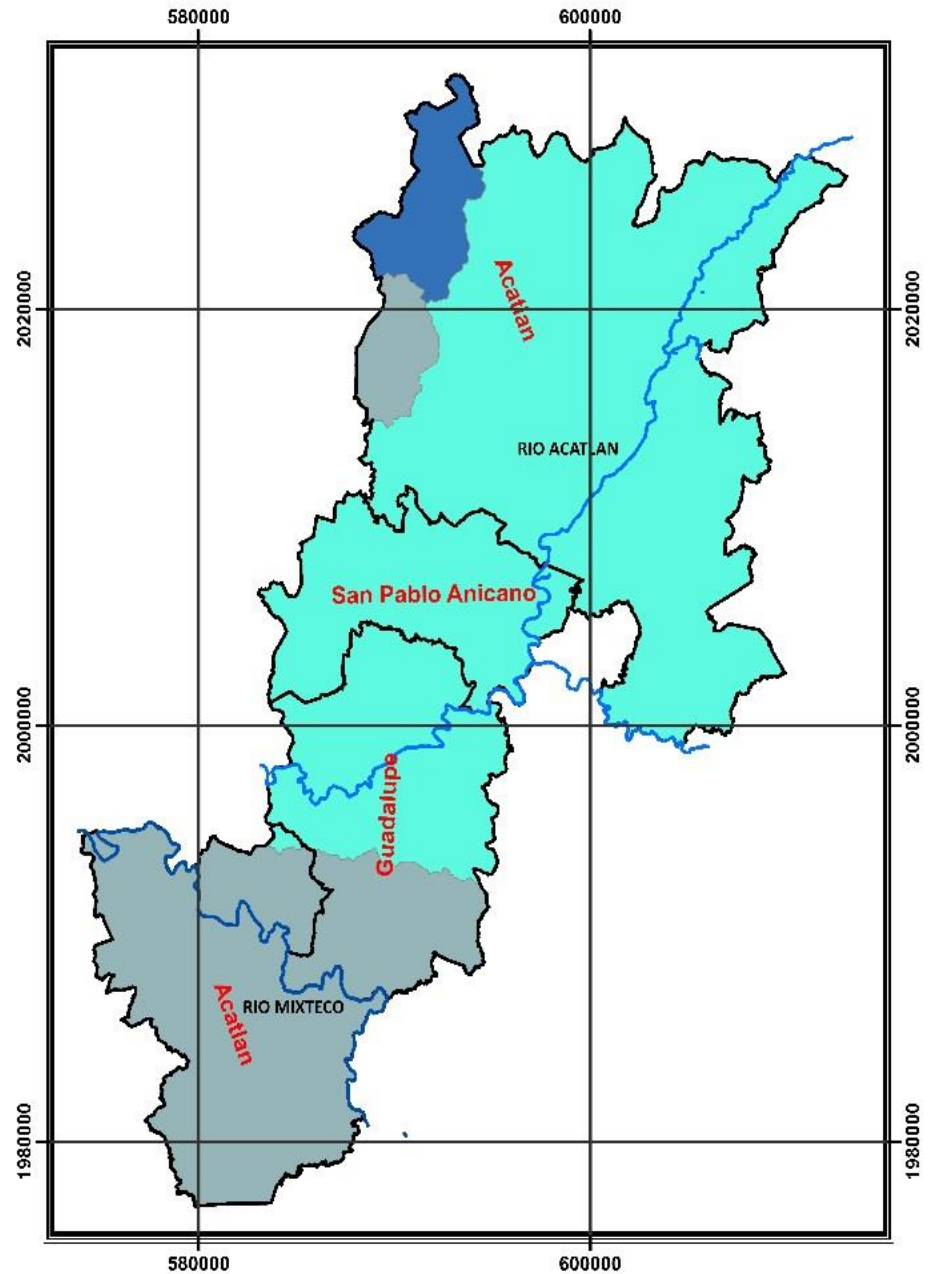
 RIO ACATLAN

SUBCUENCA

-  Rio Acatlan
-  Rio Atoyac
-  Rio Mixteco



ESCALA
1:329712



ELABORO: M.C. ALVARO E. RUIZ BARBOSA
CAMPUS PUEBLA - CP JULIO 2014

OBJETIVO DEL PESA

✓ Desarrollar capacidades en la población rural de alta marginación para que tengan acceso a los alimentos y así mejorar su seguridad alimentaria

MISIÓN

Mejorar la seguridad alimentaria y contribuir a la reducción de la **pobreza*** de manera sostenible en zonas rurales de alta y muy alta marginación. **Desarrollar a las personas**



*Pobreza alimentaria, de capacidades y patrimonial

AREAS DE INTERVENCIÓN: EN LA MIXTECA



AGUA

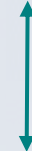
Traspatio



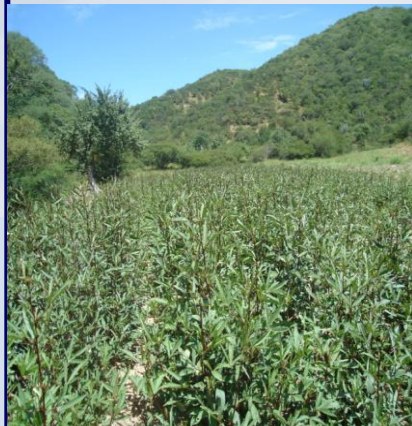
Diversificación productiva



Milpa

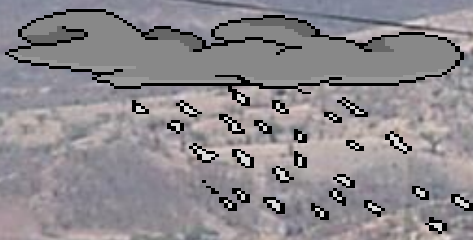


Cadenas productivas



Implementación del PESA-FAO

¿Dónde está el AGUA?





Hidrología



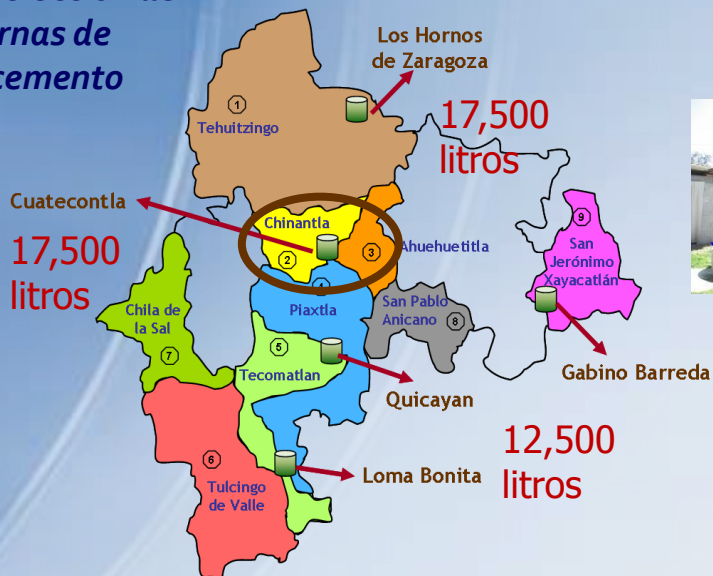
EL PROBLEMA FÍSICO - SOCIAL: Necesidades de agua para todos los USOS

Un estudio realizado en 30 comunidades confirma que el 40.3% de las familias carecen de agua entubada, y el 76.5% acarrea agua a pie, en burro y en camioneta, y compra agua del servicio de camión cisterna y de garrafón (Ocampo y Villarreal, 2014).



Capacitación-Validación

Autoconstrucción de cisternas de ferrocemento



Giras de intercambio: Proyecto Vicente Guerrero AC (Tlaxcala) y C P



Talleres de capacitación



Validaciones regionales



Diseño de un plan
Construcción de 5
unidades demostrativas

Difusión masiva de la ecotecnia
Productor a productor

Capacitación
Método: Aprendiendo- hacer
De Campesino a Campesino

Demostración-validación
Opinión de las familias

Adaptaciones a la ecotecnia

-Generación de empleo

-**Detonante regional**

-Motivación de otras personas de la comunidad y de otras comunidades a participar en el PESA-FAO

- *Asistencia de 200 productores
- *Presencia de 21 comunidades
- *20 productores se apropiaron de la tecnología
- *Capacitación a técnicos
- *Consolidación de trabajo en grupo

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

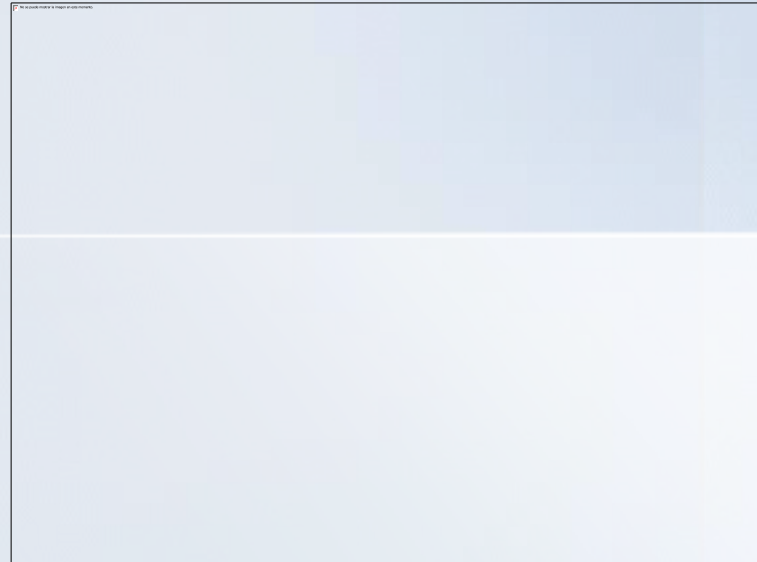
1. Limpieza, trazado y excavación



2. Tejido de malla



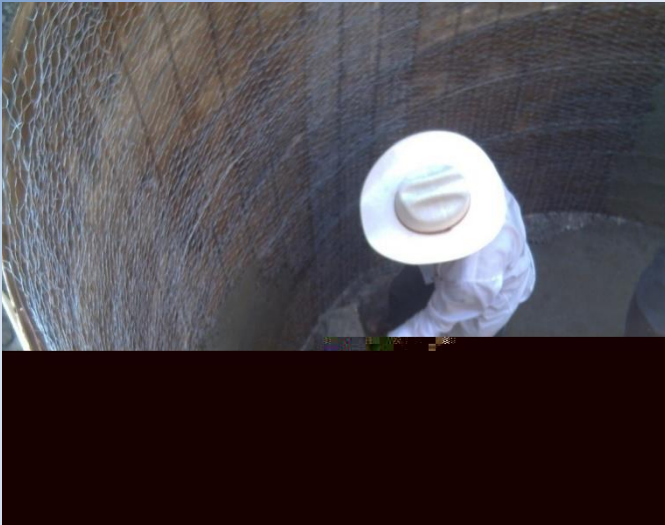
3. Colocación de piso



4. Colocación de la estructura



5. Revocado



6. Pulido y afinado



7. Techado y empermeabilizado



RESULTADOS





Cisternas de ferrocemento: 40,000 litros



Cisternas de ferrocemento: 50,000 litros

\$0.32 litro



PESA - FAO



**ARRAIGO DE LA
MIXTECAA. C.**









Acarreo de
agua en pipa
o camioneta

*Actividad que
ya realizan*

78 CISTERNAS

50,000 LITROS

USOS DEL AGUA: para consumo del ganado: chivos, bovinos, caballos y burros. Para riego de cultivos y consumo humano.

CAPACIDAD: 3 meses (entre 50 y 100 chivos).

Menos de 50, todo el año.



LOS NÚMEROS

ADR ARRAIGO DE LA MIXTECA
2005-2008

ADR DZAHUI, A.C.
2008-2011

Concepto	Meta
Número de municipios	9
Número de comunidades	30
Número de familias/participantes	703/3515
Cisternas de 18 M ³	521
Estufas ahorradoras	271
Huertos	322
Sistemas de riego	322
Gallineros	420
Lombricomposteaderos	30
Bebedores	111

Concepto	Meta
Número de municipios	3
Número de comunidades	30
Número de familias/participantes	501/2400
Cisternas de 18 M ³	210
Cisternas de 50 M ³	78
Estufas ahorradoras	123
Huertos	150
Sistemas de riego	18
Gallineros	352
Lombricomposteaderos	69
Invernaderos	22
Techumbres	79
Bebedores	158

Formas de participación en la autoconstrucción de la cisterna de ferrocemento



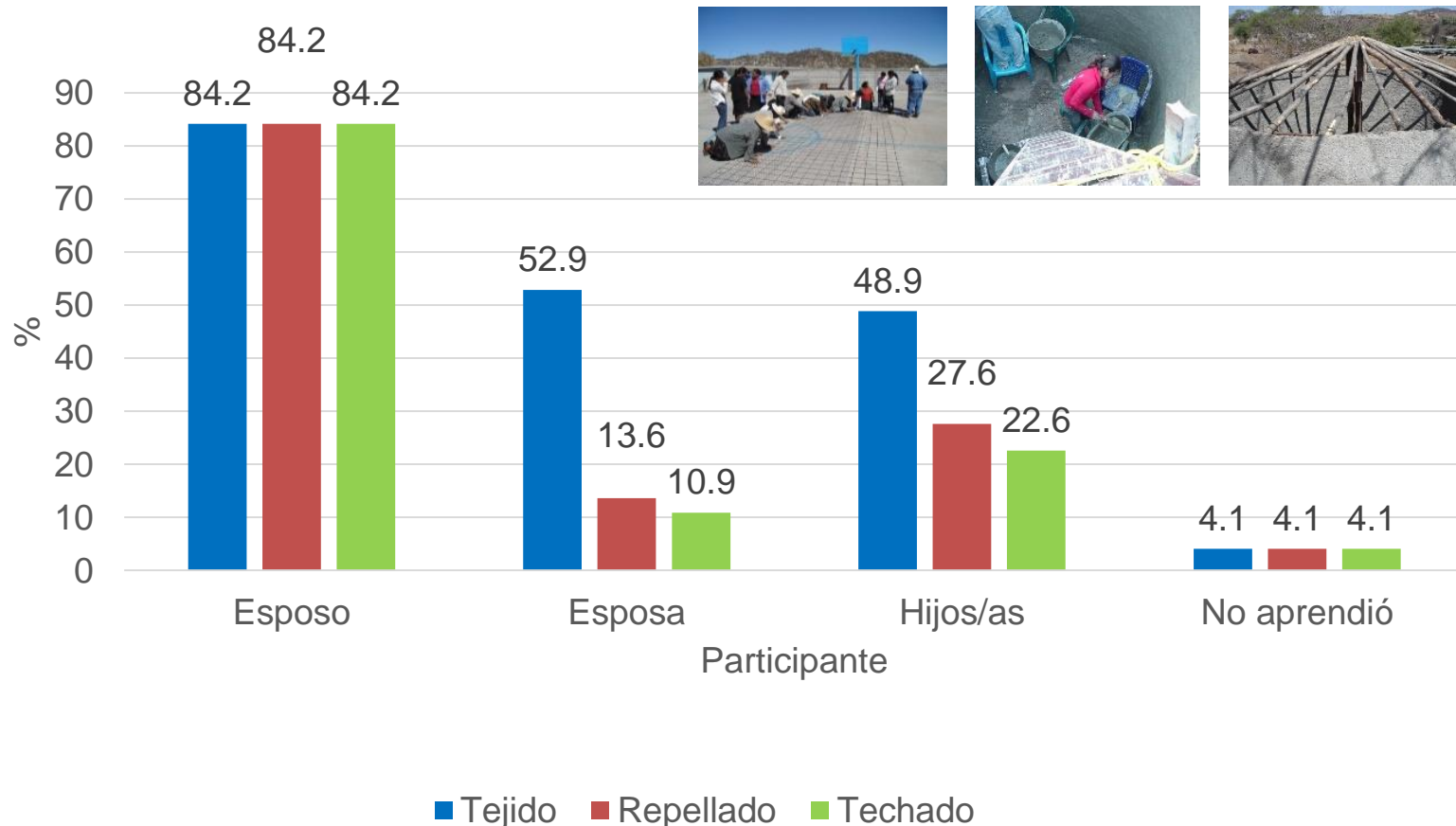
	No. de cisternas	%
Todo el grupo PESA	59	26.7
Un grupo de familias	63	28.5
Solo la familia	67	30.3
Un albañil	32	14.5
	221	100.0

Fuente: Elaboración propia con datos de campo (n=221)

52.9% aprendieron todo el proceso de construcción de la cisterna, 43.0% solo parte del proceso y 4.1% no aprendieron

El fortalecimiento de las capacidades estuvo favorecido por un entorno favorable del sistema social, de una efectividad de la organización y de la influencia de las aptitudes, experiencias y conocimientos de las personas participantes (PNUD, 2009, p. 4, 9).

Aprendizaje por integrantes de la familia (%) en la autoconstrucción de la cisterna de ferrocemento

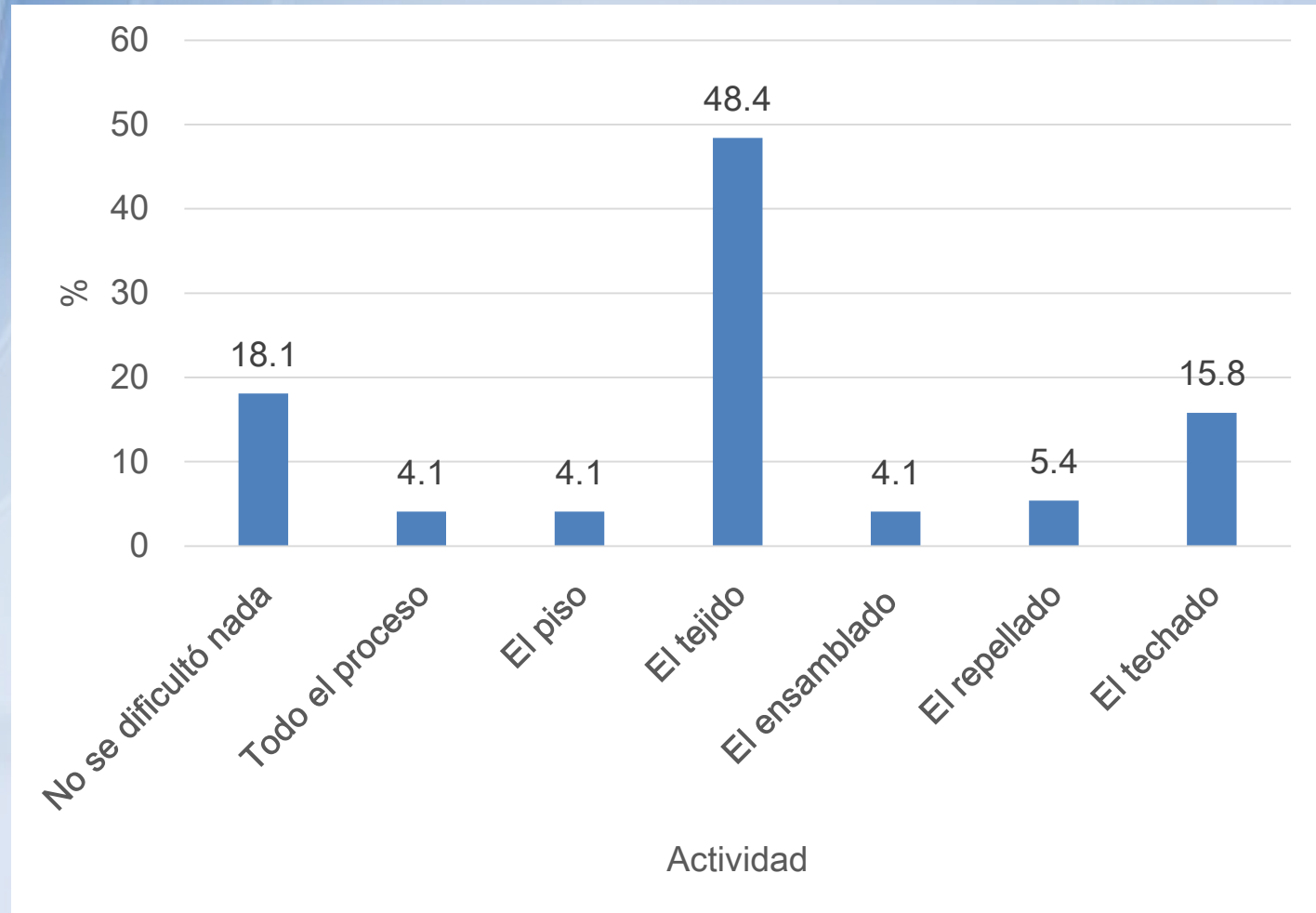


Fuente: Elaboración propia con datos de campo (n=221)

Un elemento importante fue el conocimiento que las familias tenían sobre la construcción. Como señala Hessen (2003, p. 83), el conocimiento procede de la experiencia del contacto directo con la realidad, es decir, el empirismo.



Opiniones (%) sobre los procesos que más se les dificultó en la autoconstrucción de la cisterna



Fuente: Elaboración propia con datos de campo (n=221)

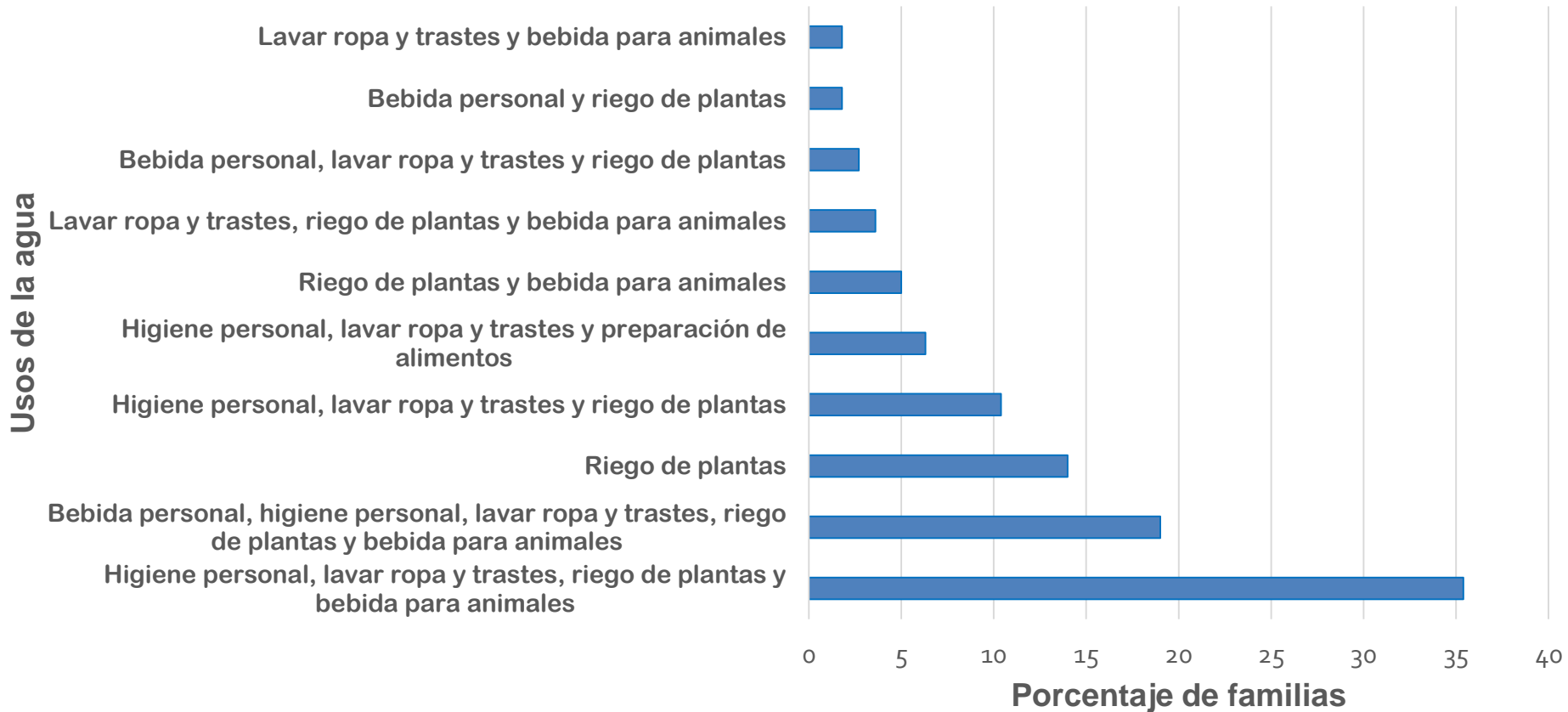
Efectos de las cisternas en otras personas que no participaron en el programa (PESA)

Efectos	No.	%
Le gustó y quiere hacer una cisterna	46	43.9
Interés por incorporarse al programa	20	19.0
Motivación en aprender a construir	20	19.0
Inquietud sobre la resistencia	11	10.5
Interés en saber quién la hizo	6	5.7
Duda sobre la forma en que sacarán el agua	2	1.9
Total	105	100

Fuente: Elaboración propia con datos de campo (n=105)

Otros actores mostraron interés en desarrollar capacidades para autoconstruir su cisterna. Un hecho social que se reproduce mediante un mecanismo de tipificación (Arzate, 1995, p. 71, 73).

Usos del agua de las cisternas de ferrocemento (% de familias)



Parámetros fisicoquímicos del agua de las cisternas de 50 mil litros

Parámetro	Permitida ²	Otoño	Primavera	p <
Turbiedad	5	1.12	1.69	Ns
ph	6.5-8.5	7.87	7.64	Ns
Dureza	500	60.63	193.85	0.01
Cloruros	250	13.25	33.60	0.01
Nitratos	10	4.43	12.37	0.01
Sodio	200	8.87	27.68	0.01
Hierro	0.30	0.20	0.14	Ns
Manganeso	0.15	0.0	0.006	0.01

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 [15 muestras de agua: abril y septiembre]

El agua de las cisternas de ferrocemento se puede usar para consumo humano, al ser un sistema cerrado, existe menos riesgo por contaminación de microorganismos (Mora *et al.*, 2016)

CONCLUSIONES

- La innovación fue valorada positivamente por los beneficiarios. Resultó ser una alternativa funcional para las familias con restricciones del vital líquido, para captar y almacenar agua de lluvia; sin que represente la solución al problema de déficit de agua a nivel comunitario, disminuyó la presión por el agua sobre todo de uso doméstico principalmente en la época de mayor sequía (marzo-junio).
- Con la cisterna de ferrocemento las familias disponen de mayor volumen hídrico en sus hogares. Disminuyeron gastos por compra y tiempo por acarreo de agua y, tienen la posibilidad de cultivar plantas para su consumo, aunque esta actividad no es su prioridad.
- La cisterna de ferrocemento fue el componente que identificó al programa, no tanto la producción de alimentos. La prioridad es el agua y la cisterna respondió a su necesidad.

Gracias



Dr. Ignacio Ocampo Fletes
ocampoif@colpos.mx
agroecologia_iof@yahoo.com



consejo de cuenca
del río papaloapan

COTAS Tehuacán

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO VALLE DE TEHUACAN

COMITÉ TÉCNICO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE TEHUACAN, A. C.



UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA DE
IZUCAR DE MATAMOROS

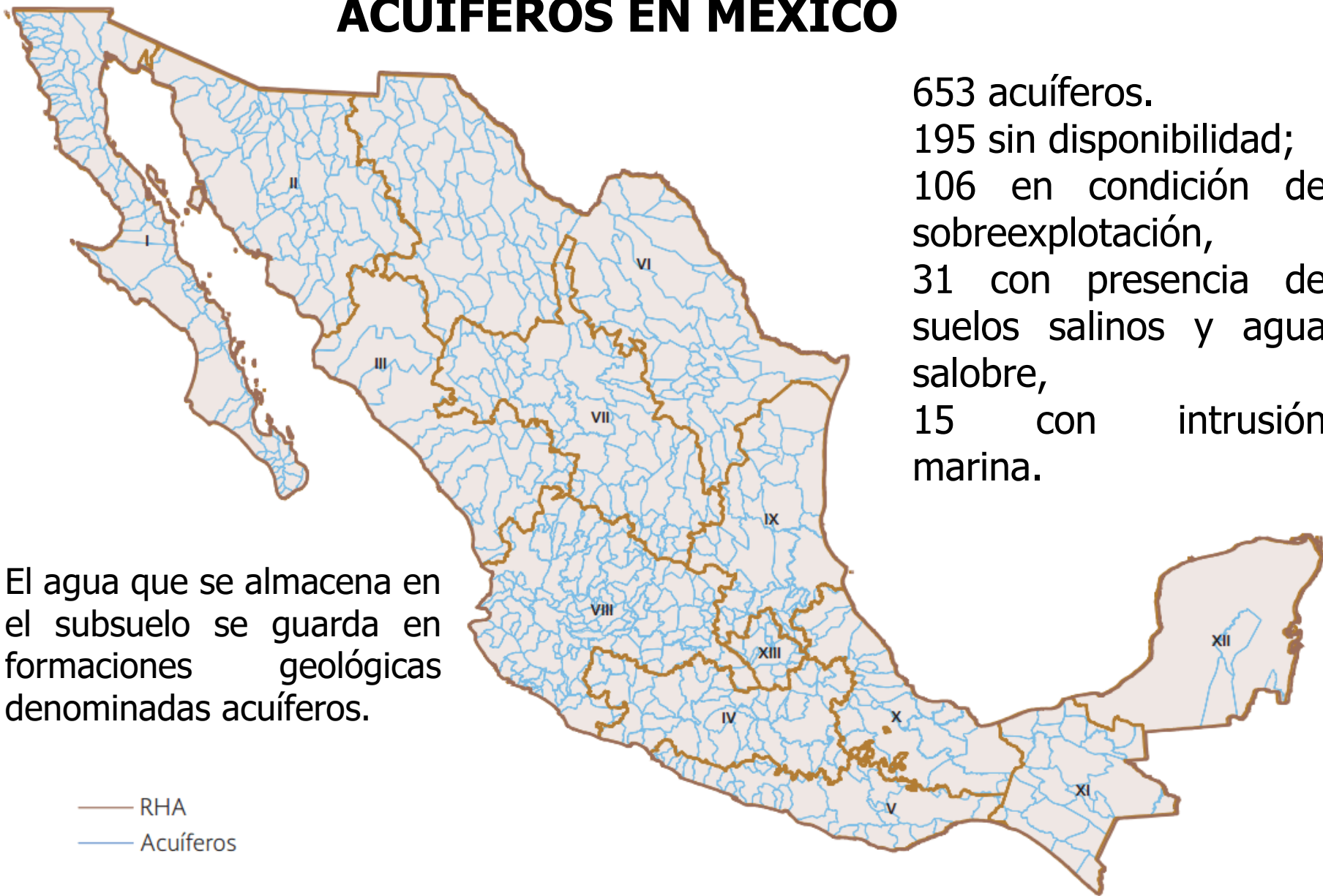
AGOSTO DE 2019

ACUIFEROS EN MEXICO

653 acuíferos.
195 sin disponibilidad;
106 en condición de
sobreexplotación,
31 con presencia de
suelos salinos y agua
salobre,
15 con intrusión
marina.

El agua que se almacena en el subsuelo se guarda en formaciones geológicas denominadas acuíferos.

— RHA
— Acuíferos



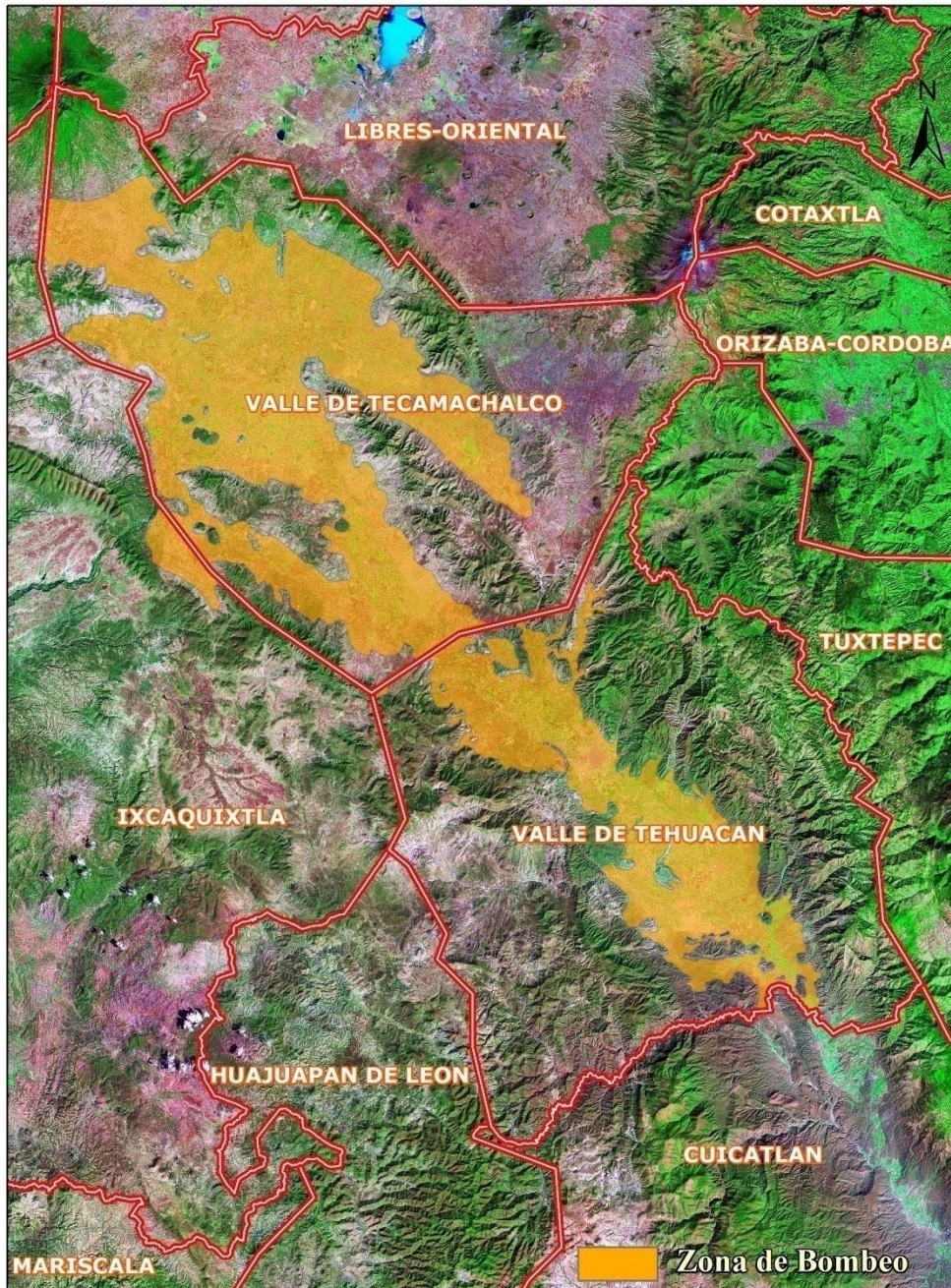
ORGANISMO DE CUENCA GOLFO CENTRO

Organismo de Cuenca Golfo Centro.-
Comprende parcialmente los estados de Veracruz, Oaxaca, Puebla e Hidalgo.



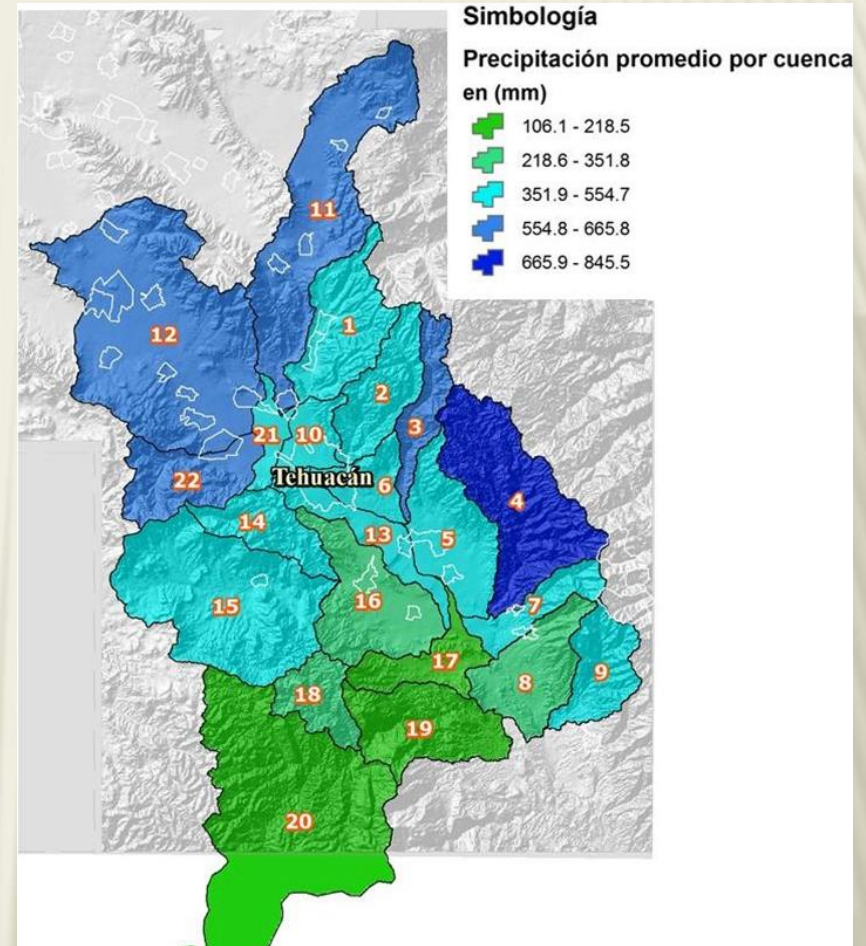
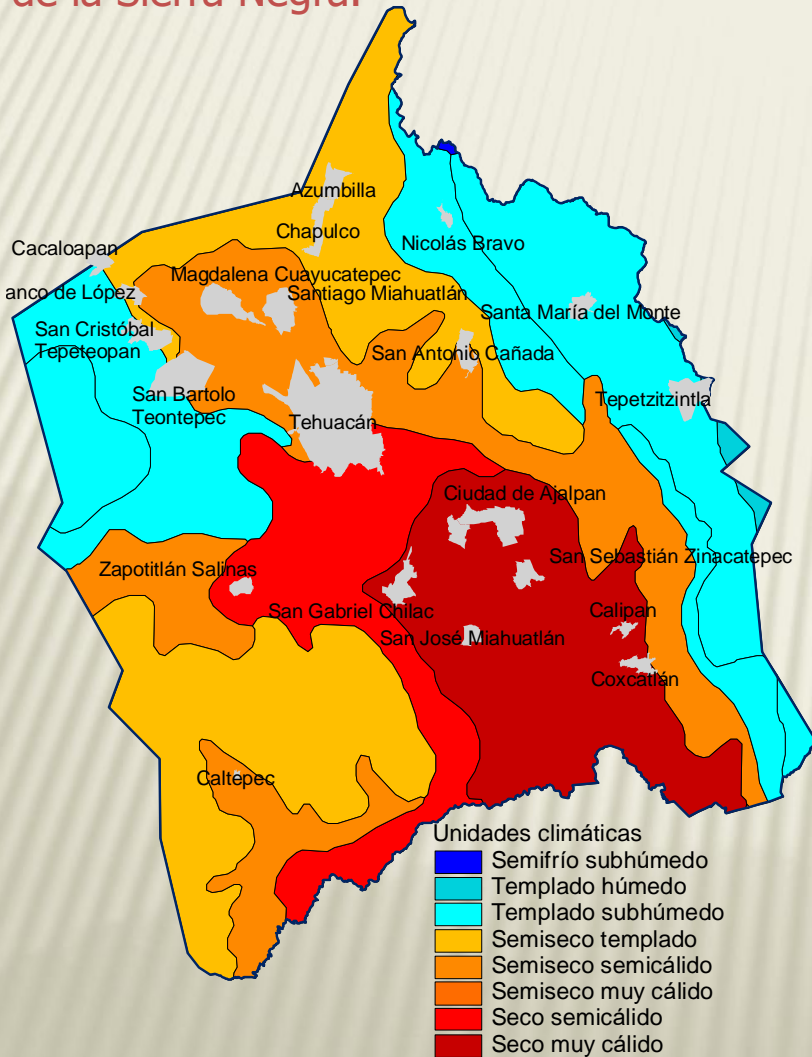
RELACIÓN CON OTROS ACUÍFEROS

Geohidrológicamente existe una conexión con el Acuífero del Valle de Tecamachalco y con el Acuífero Cuicatlán.



CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Clima: Semiseco muy cálido a seco muy cálido en la zona central (Zona Azumbilla y la Cd. de Tehuacán) y Templado – subhúmedo en la zona de la Sierra Negra.



Parte Este: 1,200 mm/año disminuyen hacia el centro.

Parte central: 470 mm/año.

Parte Sur: disminuye a los 400 mm/.

Mayor precipitación: Sierras localizadas en las márgenes oriente y poniente del acuífero, disminuyendo hacia el centro del valle y hacia el sur.

GEOLOGIA DEL VALLE DE TEHUACAN



Simbología

Sistema de Topoformas

- LLANURA ALUVIAL
- LLANURA ALUVIAL CON LOMERÍO
- LLANURA CON LOMERÍO DE PISO ROCOSO O CEMENTADO
- LLANURA DE PISO ROCOSO O CEMENTADO
- LOMERÍO CON CAÑADAS
- LOMERÍO DE ALUVIÓN ANTIGUO CON LLANURAS
- LOMERÍO DE TOBAS
- LOMERÍO TÍPICO
- SIERRA ALTA COMPLEJA
- SIERRA BAJA
- SIERRA BAJA COMPLEJA CON CAÑADAS
- SIERRA COMPLEJA
- SIERRA DE CUMBRES TENDIDAS
- SIERRA DE LADERAS TENDIDAS
- SIERRA VOLCÁNICA DE LADERAS ESCARPADAS
- SIERRA VOLCÁNICA DE LADERAS TENDIDAS
- VALLE DE LADERAS TENDIDAS
- VALLE RAMIFICADO CON LOMERÍO

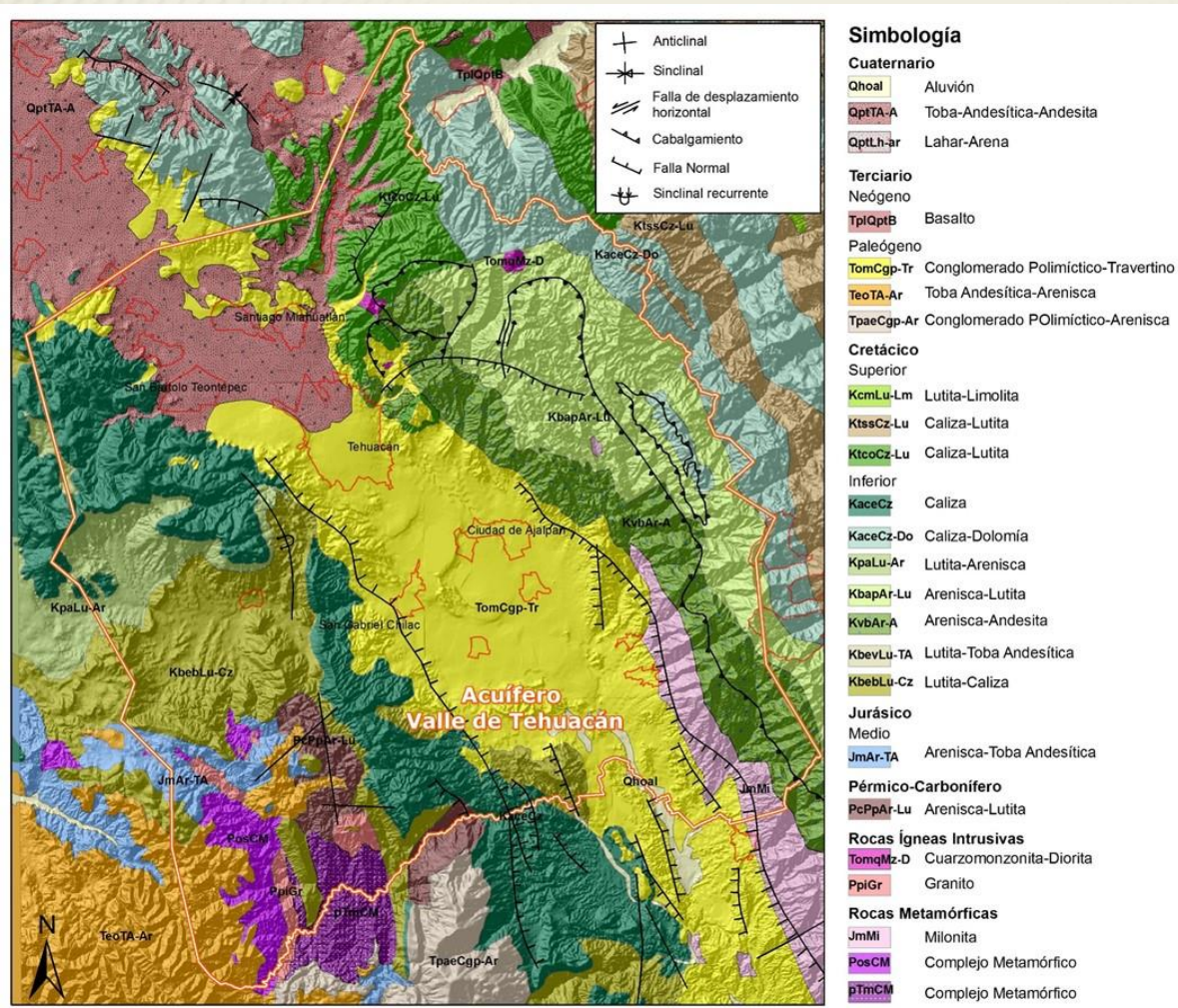
El área del Valle se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica de la Meseta Oaxaqueña, limita al norte con la Zona Neovolcánica, al oriente con la Planicie Costera del Golfo, al poniente con la Provincia de La Sierra Madre del Sur y al sur con el Océano Pacífico

Los valles de Tecamachalco-Tehuacán-Miahuatlán:

longitud de unos 150 km, ancho entre 4 y 25 km,

Las elevaciones que se manifiestan a lo largo del valle varían de 1950 msnm en Tecamachalco, para descender a 1650 msnm en Tehuacán y llegar a 900 msnm en su extremo meridional, existiendo un desnivel de poco más de 1000 m entre ambos extremos.

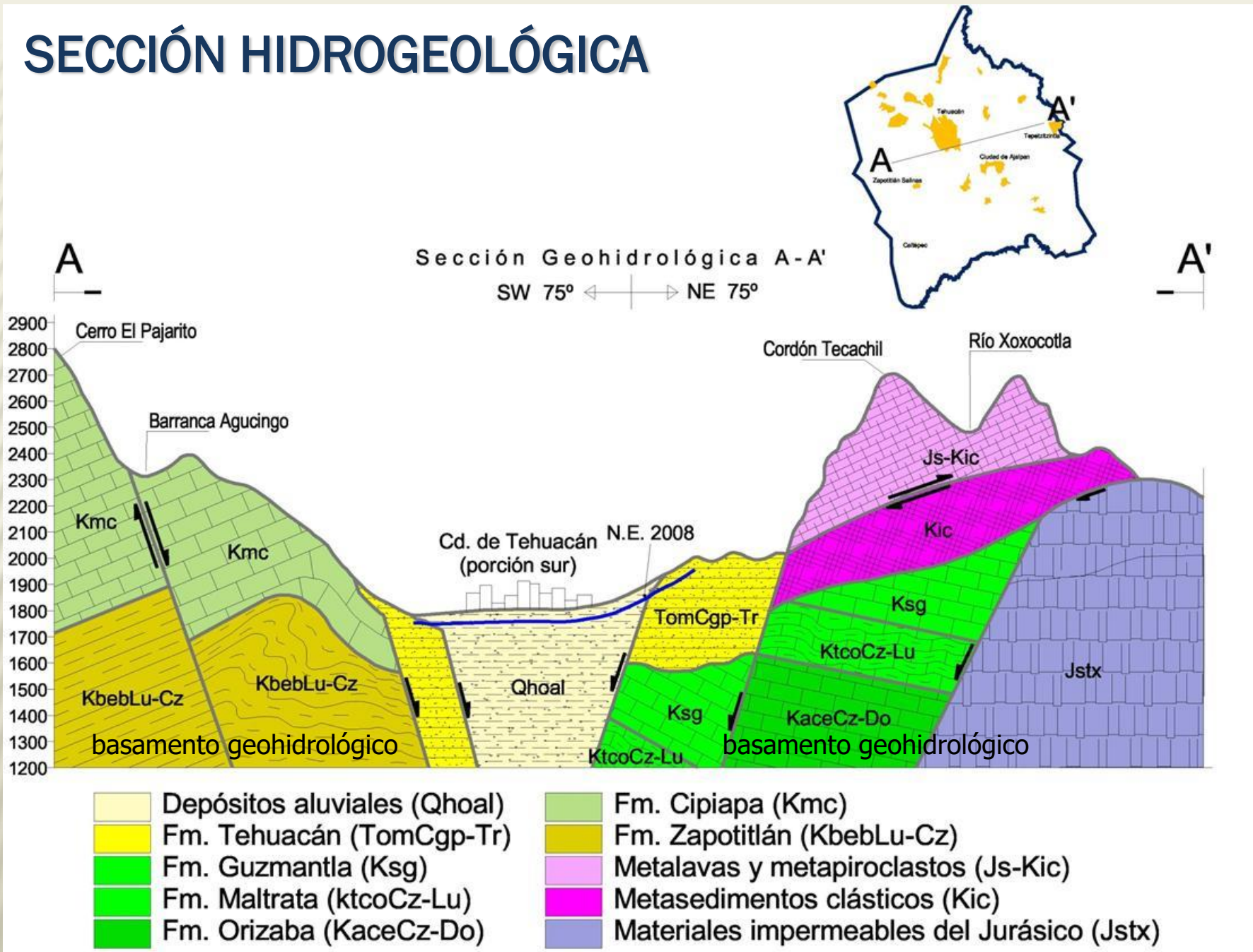
GEOMORFOLOGIA DEL VALLE DE TEHUACAN



El área Valle de Tehuacán se ubica en las provincias geológicas de Tlaxiaco y Zongolica. La porción suroccidental del acuífero se define en la primera de ellas y la parte nororiental en la de Zongolica. El límite entre las dos provincias está marcado un valle construccional escalonado, formado al rellenarse la depresión originada en la parte central.

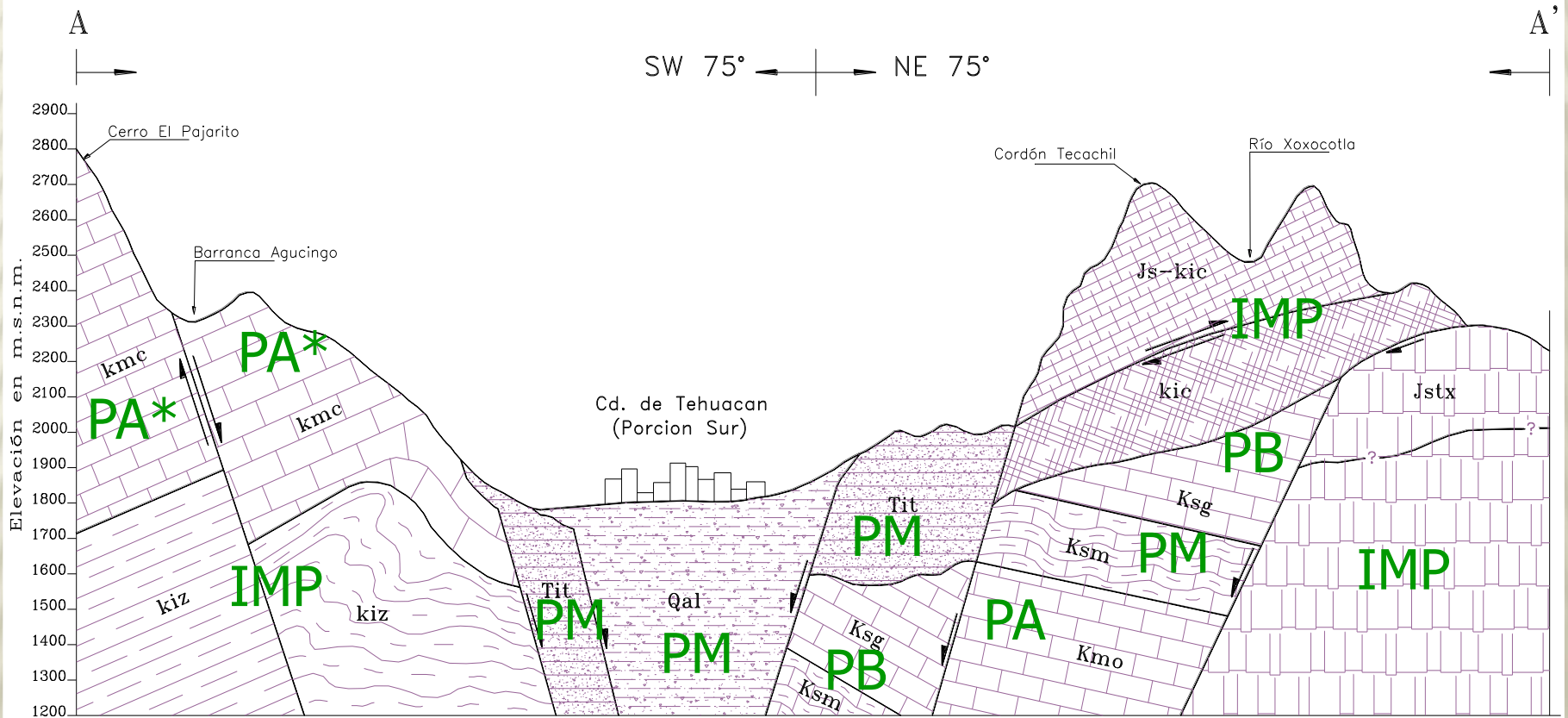
La estructura de las formaciones en la parte cercana al valle de Tehuacán, se encuentran fracturadas, a excepción del extremo sureste, donde se ubican los poblados de Ajalpan y San Sebastián Zinacatepec, donde el Terreno Cuicateco conforma sus límites y el carácter de baja permeabilidad está dado por los piroclastos finos (tobas), intercalados entre los derrames.

SECCIÓN HIDROGEOLÓGICA



UNIDADES GEOHIDROLOGICAS Y CONDICIONES DEL ACUIFERO

SECCION GEOHIDROLOGICA A - A'



EXPLICACION

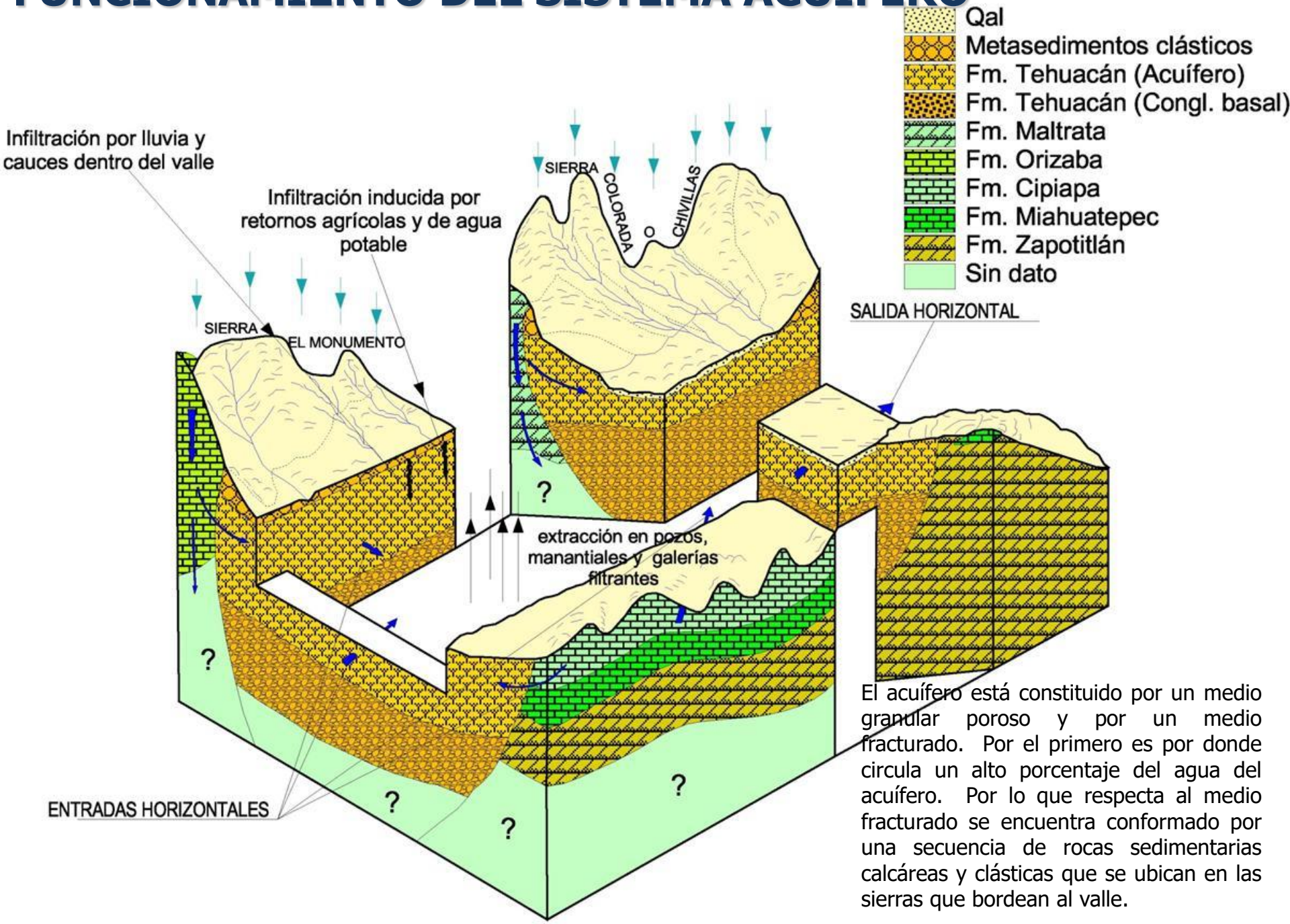
PM Formaciones con permeabilidad media a baja

PA* Formación con permeabilidad alta sujeta de evaluación

IMP Formaciones impermeables

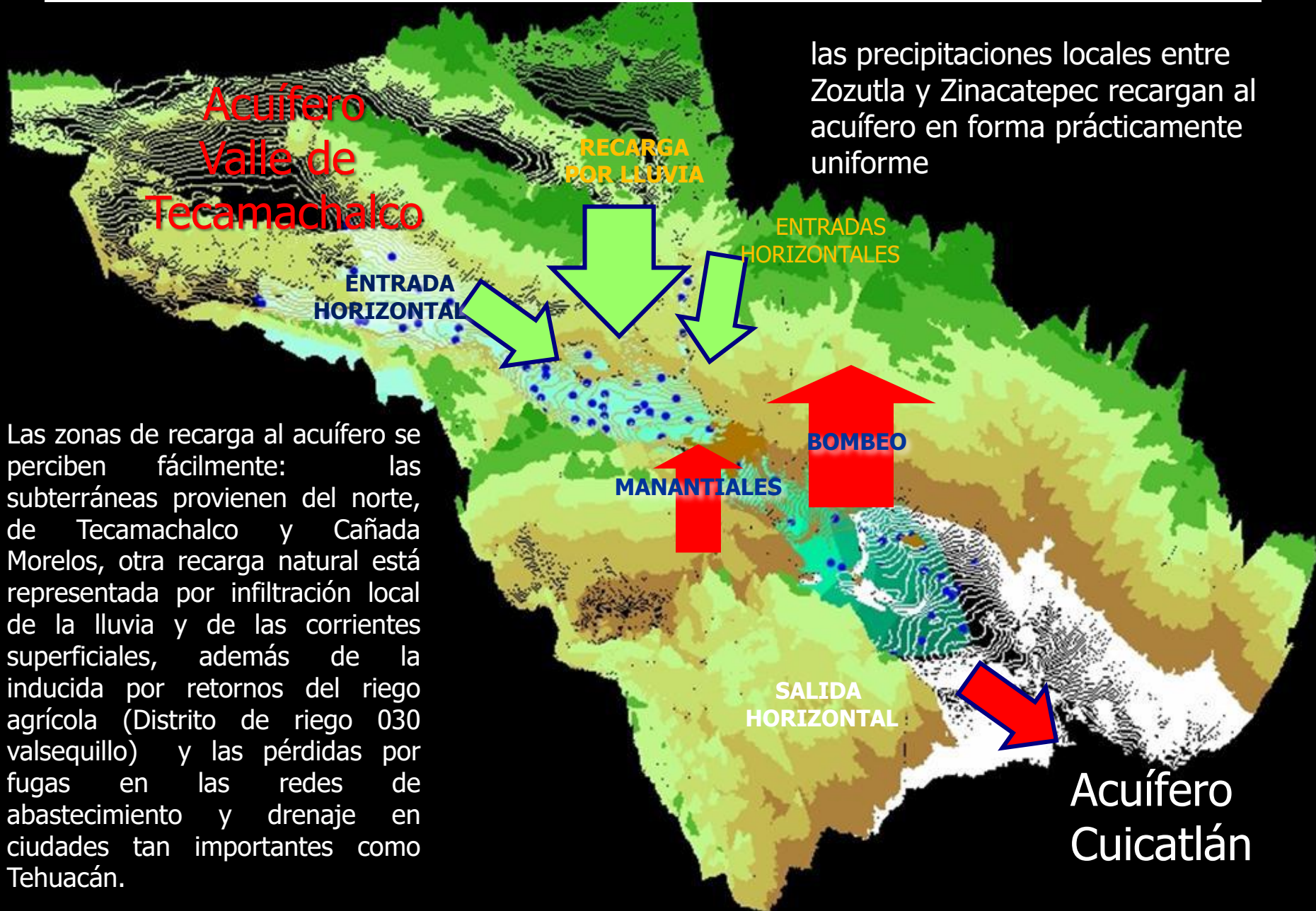
PB Formaciones con permeabilidad baja a nula

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACUÍFERO



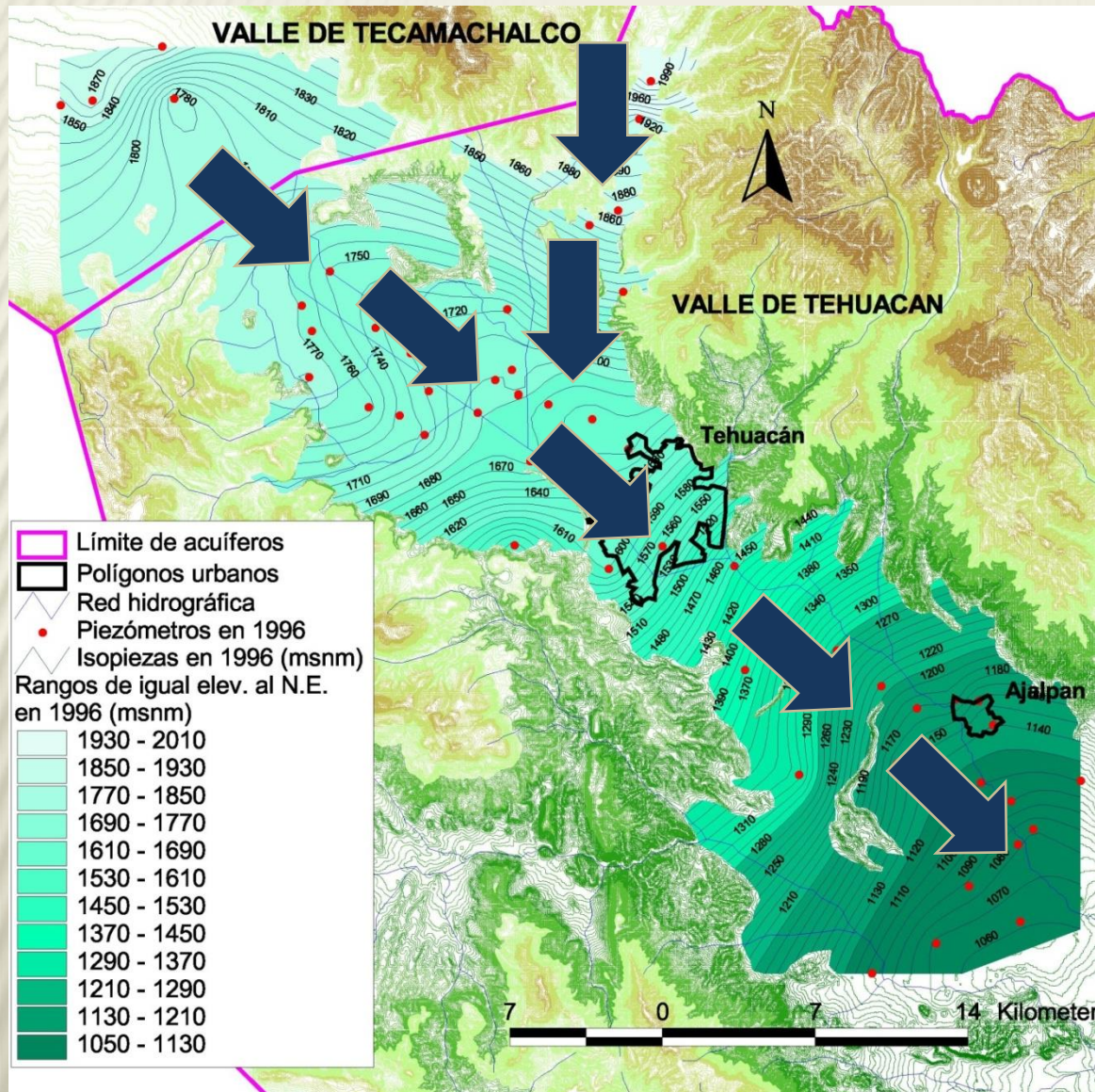
El acuífero está constituido por un medio granular poroso y por un medio fracturado. Por el primero es por donde circula un alto porcentaje del agua del acuífero. Por lo que respecta al medio fracturado se encuentra conformado por una secuencia de rocas sedimentarias calcáreas y clásticas que se ubican en las sierras que bordean al valle.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE FUNCIONAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA



Las zonas de recarga al acuífero se perciben fácilmente: las subterráneas provienen del norte, de Tecamachalco y Cañada Morelos, otra recarga natural está representada por infiltración local de la lluvia y de las corrientes superficiales, además de la inducida por retornos del riego agrícola (Distrito de riego 030 valsequillo) y las pérdidas por fugas en las redes de abastecimiento y drenaje en ciudades tan importantes como Tehuacán.

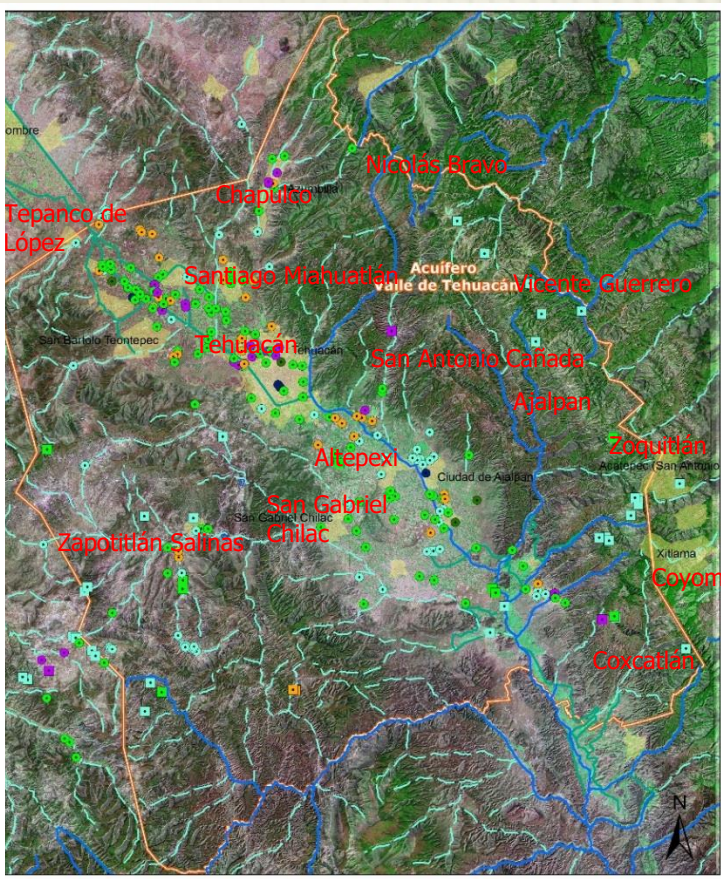
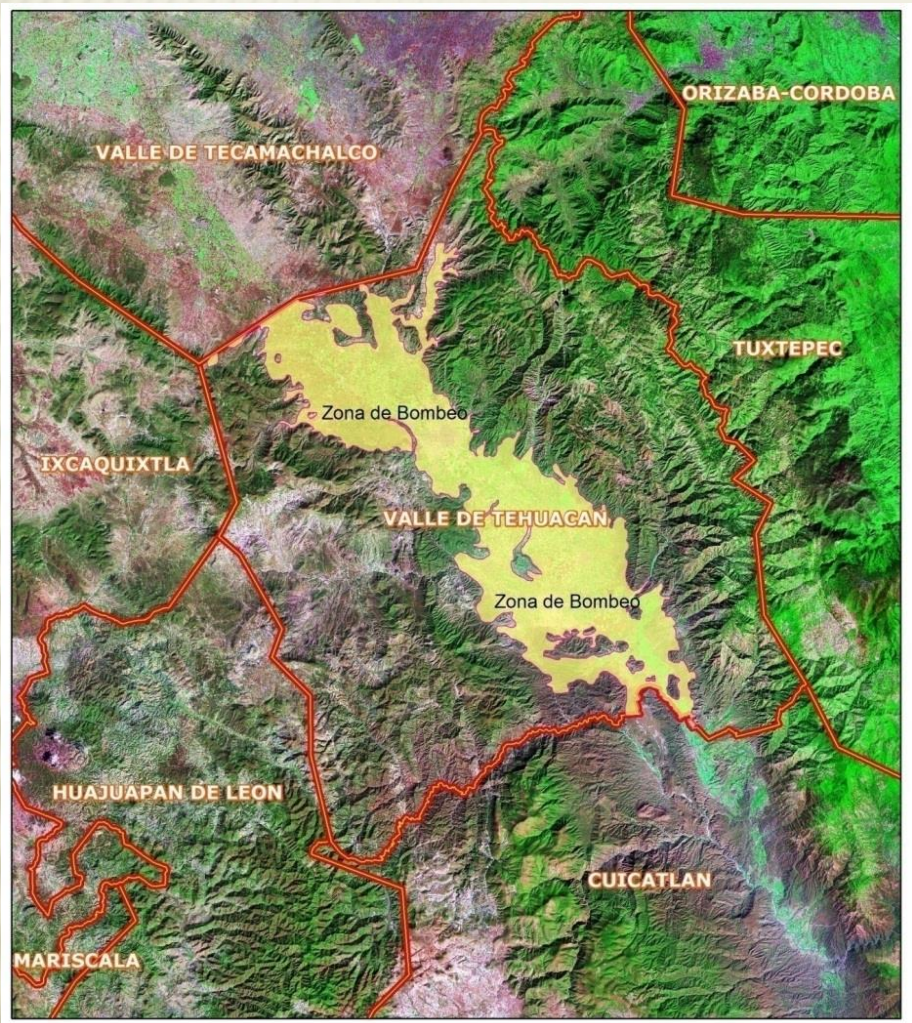
FLUJO SUBTERRANEO



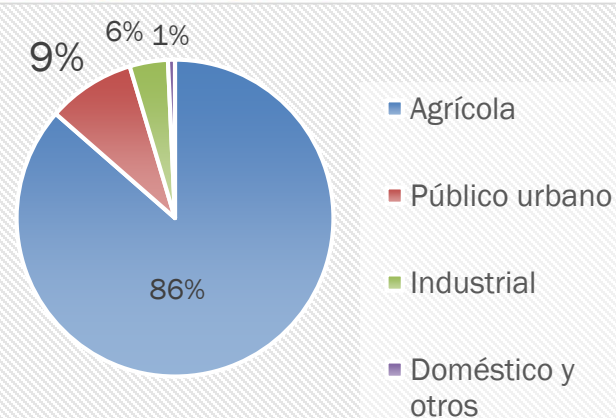
En general el acuífero presenta un flujo con dirección Noroeste – Sureste.

Se observa que en la zona comprendida entre los poblados de Tlacotepec de Benito Juárez y Zinacatepec, el flujo subterráneo preferencial adopta una dirección NW–SE, en tanto que en el área comprendida entre Azumbilla y Santiago Miahuatlán, las aguas subterráneas fluyen con dirección norte-sur; en este último lugar se unen con las aguas que provienen desde Tlacotepec de Benito Juárez, para continuar el flujo subterráneo con sentido NW-SE hasta Zinacatepec.

ZONA DE BOMBEO Y APROVECHAMIENTOS SUBTERRANEOS

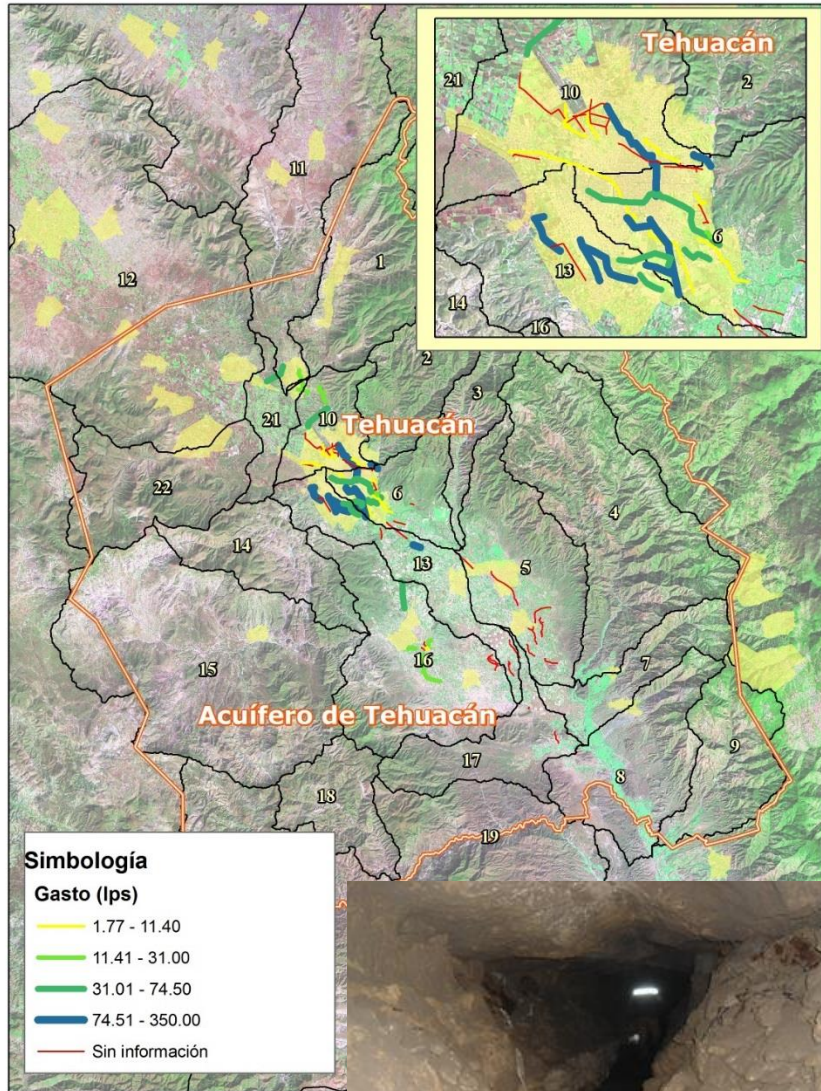


- Simbología Aprovechamientos Subterráneos Usos**
- ACUACULTURA
 - AGRICOLA
 - DOMESTICO
 - INDUSTRIAL
 - MÚLTIPLE
 - PECUARIO
 - PUBLICO URBANO
 - SERVICIOS
- Manantiales Usos**
- ACUACULTURA
 - AGRICOLA
 - AGROINDUSTRIAL
 - DOMESTICO
 - INDUSTRIAL
 - MULTIPLES
 - PECUARIO
 - PUBLICO URBANO
 - SERVICIOS



Los recursos hídricos se localizan en la parte central del acuífero. El desarrollo económico y poblacional se ha concentrado en la parte central (casi el 80% de la población). Área de la zona de Bombeo: 726.5 km²

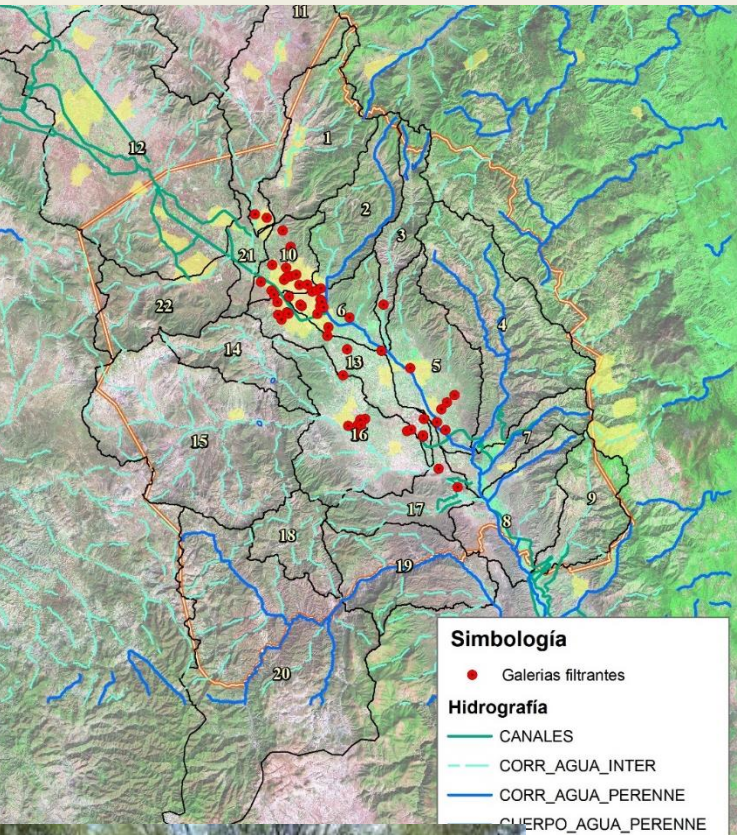
GALERÍAS FILTRANTES



En las inmediaciones de la ciudad de Tehuacán, se localiza un linamiento que podría corresponder con una falla y fractura, la cual se encuentra marcada burdamente por depósitos de travertinos y determina el acercamiento del nivel freático a la superficie, originando las galerías.



GALERÍAS FILTRANTES



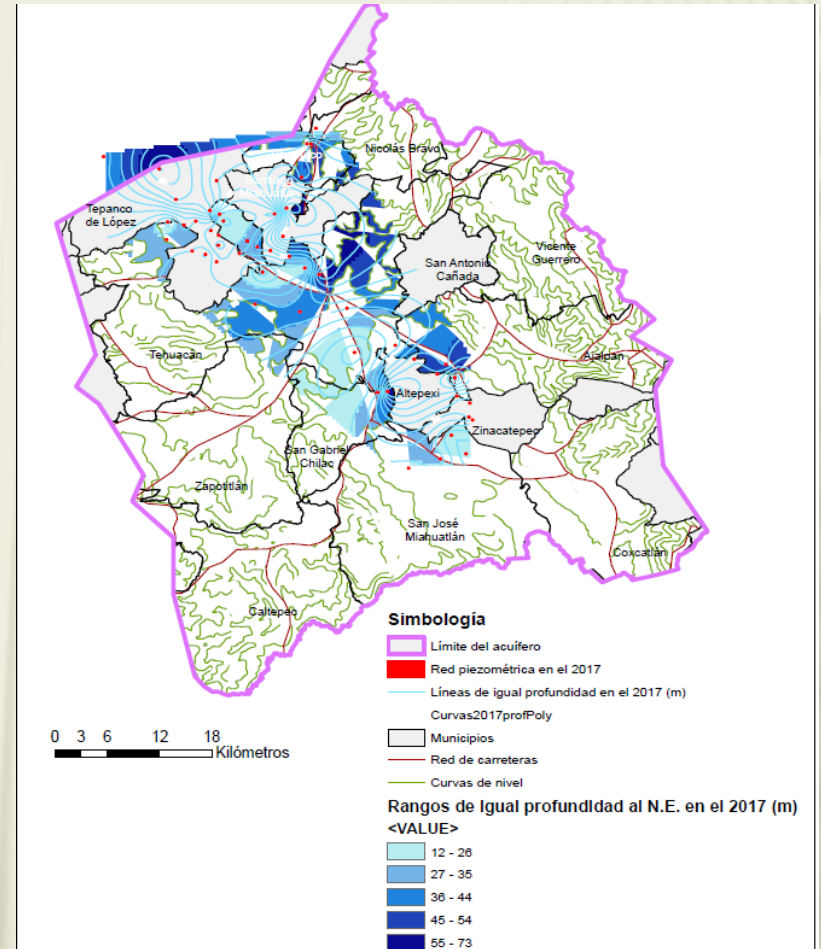
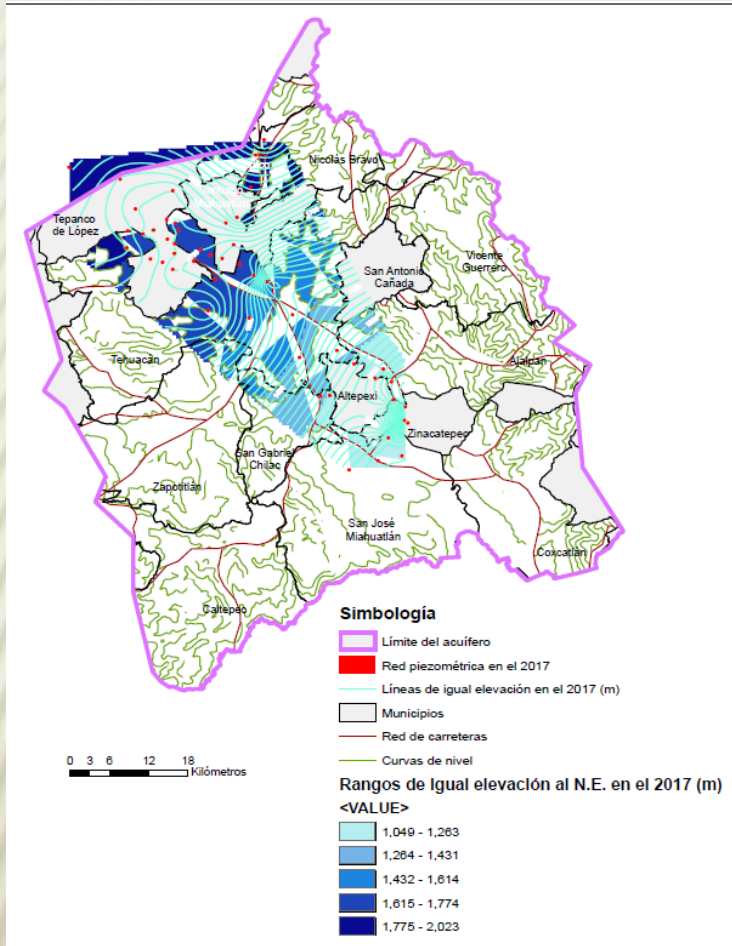
En municipios ubicados en la parte central principalmente se localiza la zona de mayor concentración de galerías filtrantes, las cuales se usan principalmente en la agricultura de esa zona.



APROVECHAMIENTOS SUBTERRANEOS



PIEZOMETRIA 2017.



INTERPRETACION DE CURVAS DE ELEVACIONES AL NIVEL ESTATICO AÑO 2017.

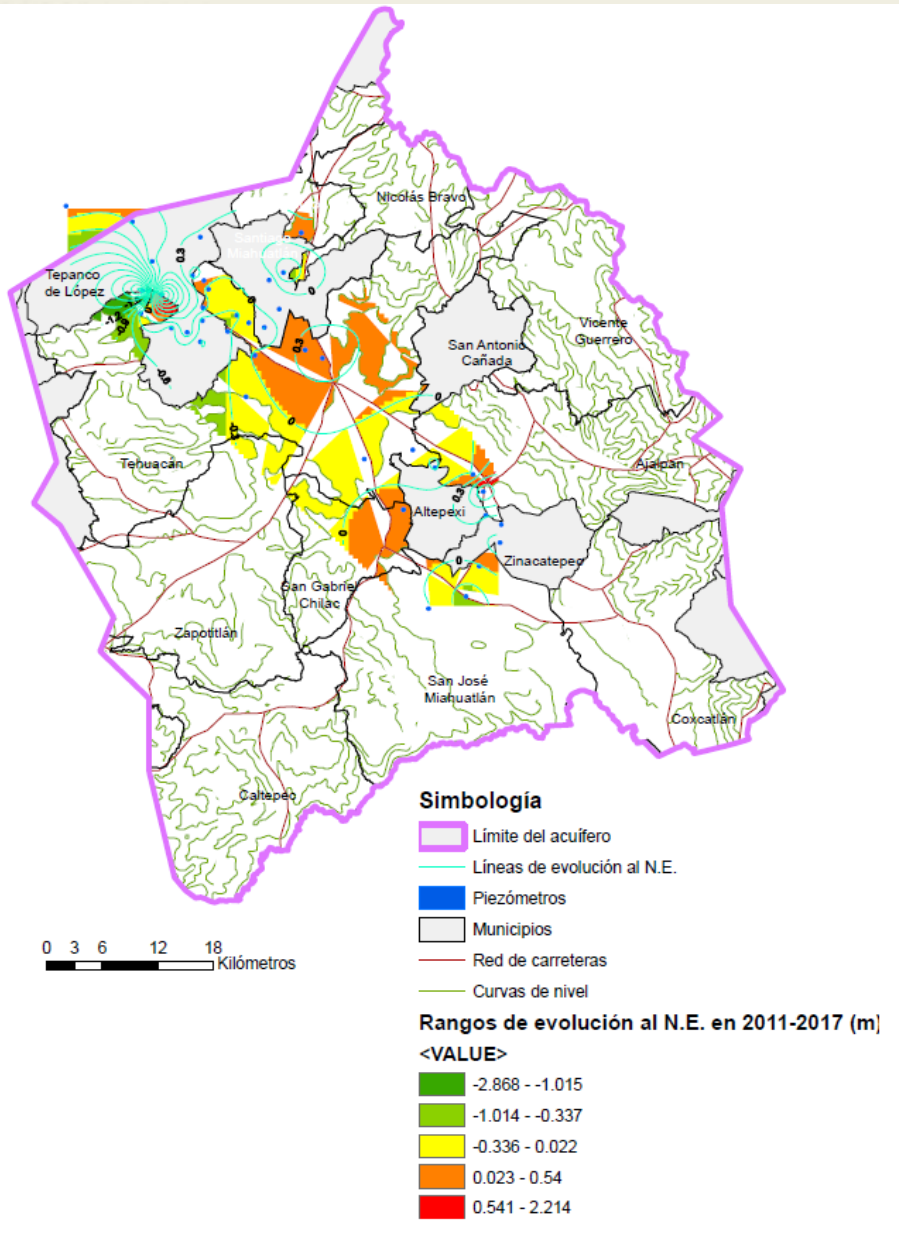
Los rangos de elevación presentan una disminución progresiva en Dirección Noroeste - Sureste. Desde Tepanco de López hasta el municipio de Zinacatepec

INTERPRETACION DE CURVAS DE PROFUNIDAD AL NIVEL ESTATICO AÑO 2017.

Nivel Estático en 2017: 12.0 m a 73.0 m de profundidad.

Zonas mas profundas: Ajalpan, Tepanco de López y en Santa Ana (Santiago Miahuatlán)
Niveles más someros: Porción central en Tehuacán, San José Miahuatlán y Zinacatepec.

INTERPRETACION DE CURVAS DE EVOLUCION DEL NIVEL ESTATICO EN LOS AÑOS 2011 AL AÑO 2017.



Analizando los datos de evolución se tiene:

Para la zona de Santiago Miahuatlán, se está generando localmente una recuperación, que contrasta con los puntos de bantimiento en los municipios alrededor de Santiago Miahuatlán.

En el municipio de Tapanco de López, de forma local el acuífero presenta abatimiento en todos los periodos analizados. Acentuándose en el periodo 2011 – 2017.

Para el municipio de Tehuacán, de igual forma se observa un abatimiento, teniendo rangos mayores en los periodos 1996 – 2001 y 2006 – 2011.

De manera local se observa un fuerte abatimiento en el municipio de Chapulco, mayormente en el periodo 2006 – 2011.

Se observa la formación de un cono de abatimiento en la zona de los municipios de Altepexi y Ajalpan. Periodos 1996 – 2001, 2006 – 2011 y 2011 – 2017.

PROBLEMÁTICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

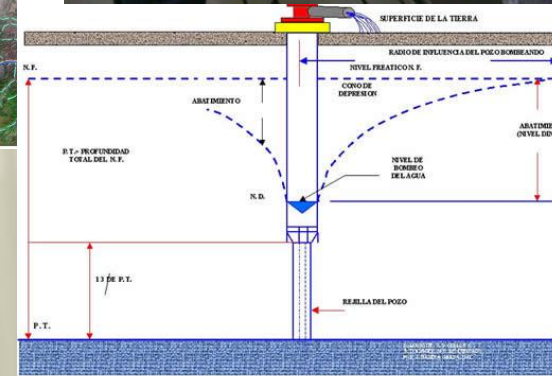
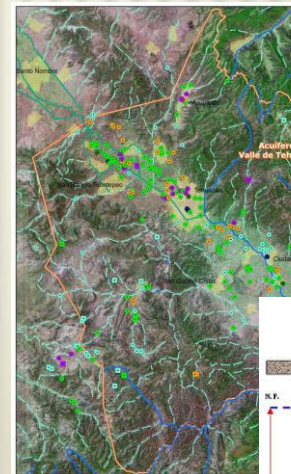
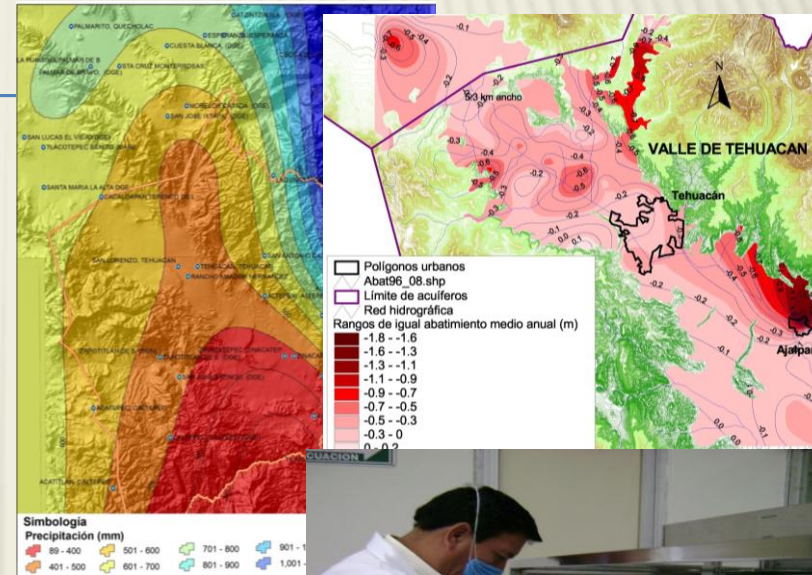
a) Escasez natural de agua.

- *El abatimiento medio anual estimado durante el periodo 1996 a 2017 indica que éste es de 0.30 m/año, presentándose abatimientos máximos de 1.8 m/año (zona de Ajalpan)*
- *La precipitación anual en la zona del valle (zona de bombeo) es de apenas 450 mm/año.*

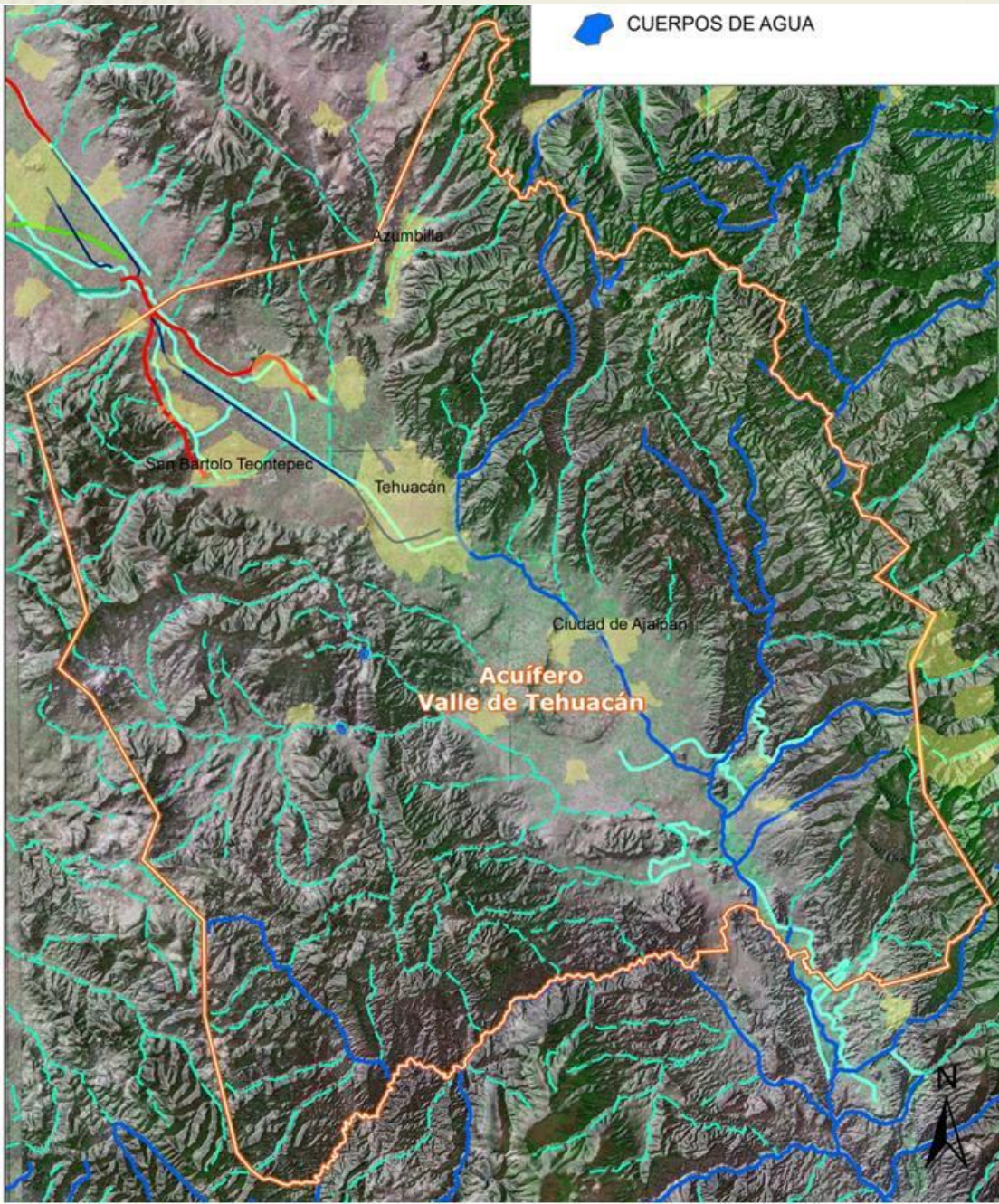
b).- **Sobreexplotación.** *El desequilibrio entre la extracción y la recarga ha traído consigo una serie de efectos indeseables en la zona; entre los más visibles está la disminución de la descarga de las galerías filtrantes que junto con los manantiales extraen el 50% de la extracción total.*

c).- **Calidad del agua subterránea.** *El agua subterránea del acuífero cumple con la mayor parte de los parámetros fisicoquímicos contemplados dentro de la NOM127SSA1-1194 que establece los límites máximos permisibles, a excepción de los Sólidos Totales Disueltos (SDT) donde el límite máximo permisible es de 1000 mg/l, teniéndose en el acuífero algunas zonas donde las concentraciones de SDT llegan a 2500 mg/l*

d).- **Costo por Agotamiento.** *Ha provocado a través del tiempo una serie de efectos ambientales, lo que ha representado un costo. Estos efectos se manifiestan en varias formas, pero principalmente por el agotamiento de la vida útil de las captaciones, obligando a constantes profundizaciones, reposiciones y relocalizaciones de pozos.*



AGUA SUPERFICIAL



La corriente superficial más importante en la región donde se ubica el Acuífero Valle de Tehuacán es el Río Salado (Río Tehuacán) que drena al Valle Poblano Oaxaqueño y a la alta Mixteca.

El acuífero se encuentra dentro de 1 Región Hidrológica:

RH No. 28 Papaloapan

Aprovechamientos de aguas superficiales.

Los aprovechamientos superficiales se ubican principalmente en la municipios ubicados en la Sierra Negra (montaña) y en municipios ubicados a la salida del Acuífero (colindando con el Estado de Oaxaca.)





GRACIAS POR SU ATENCIÓN



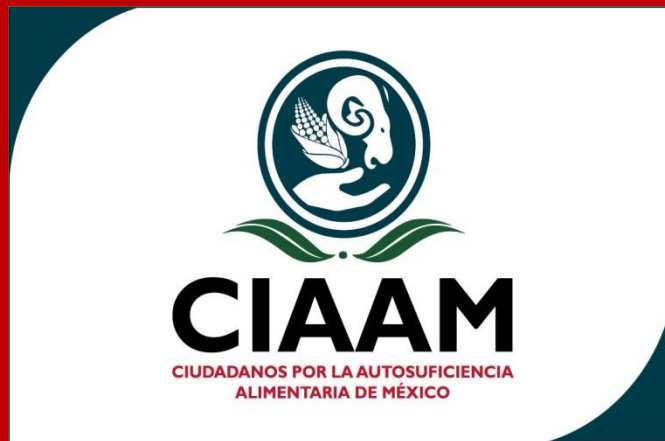
GERENCIA OPERATIVA.

**COMITÉ TÉCNICO DE AGUAS SUBTERRANEas DEL ACUIFERO DEL
VALLE DE TEHUACAN, A. C.**

Calle 10 Poniente No. 1213-1, Col. Constituyentes, Tehuacán, Pue. Tel. 01(238) 37 458 59

Email. cotas_tehuacan@hotmail.com.

www.cotastehuacan.org.



PROBLEMÁTICA Y SOLUCION DEL RECURSO AGUA EN LA MIXTECA POBLANA.



IZUCAR DE MATAMOROS PUEBLA.
AGOSTO 2019

Seguridad alimentaria para el 2050

- Alimentar a 9,000 millones de personas que se espera habiten el planeta para el 2050 es un desafío sin precedentes.



Departamento de asuntos económicos y sociales de la
DASE- ONU 2009



Definición de seguridad alimentaria

- La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa.
- Disponibilidad suficiente de alimentos y el acceso a ellos.



FAO. Cumbre Mundial sobre la Alimentación (1996)

Desafíos de la seguridad alimentaria

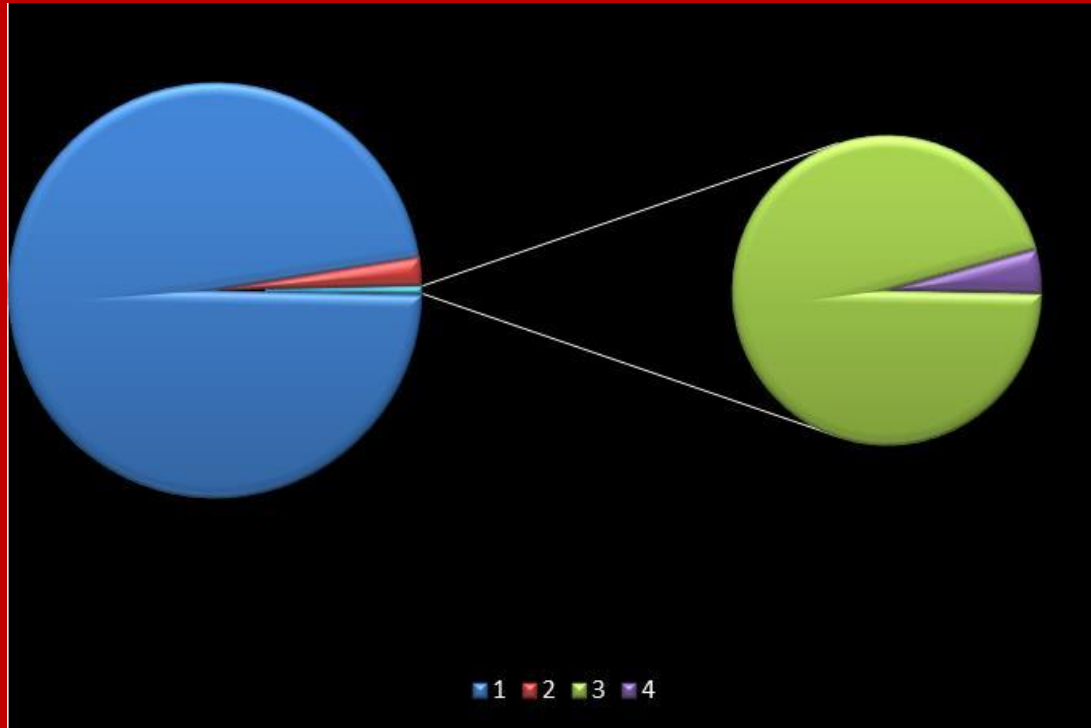
- La comida es una parte esencial de nuestras vidas.
- Los desafíos no solo son incrementar la producción de alimentos, también lo es que sea sustentable, que reduzcas la emisión de gases y que preserve la biodiversidad.



AGUA



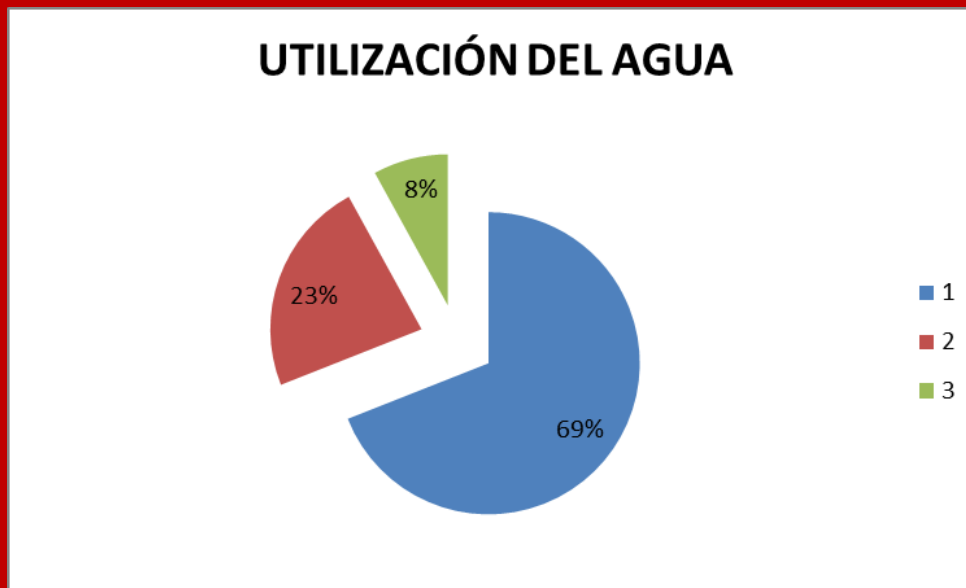
DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL PLANETA



Distribución de agua en el planeta		
1	97.2	Agua salina
2	2.15	Hielo Polar
3	0.62	Agua subterránea
4	0.03	Agua superficial

Utilización de agua a nivel global

- A nivel mundial, 2.600 km³ de agua se utilizan cada año para el riego de cultivos , lo que representa más de dos tercios de toda la usada por los humanos (FAO 2004).



69%	AGRICULTURA
23%	INDUSTRIA
8%	DOMESTICO

LOS TRES PROBLEMAS PRINCIPALES

- I. Las precipitaciones no son similares en todos los países.
- II. El incremento de la población genera mas demanda de agua
- III. La mitad de los países del mundo reciben el agua de 261 sistemas fluviales y están compartidos por 2 o mas países, al menos 10 ríos son compartidos por 10 países y Oriente medio comparte acuíferos. POTENCIAL conflicto internacional.

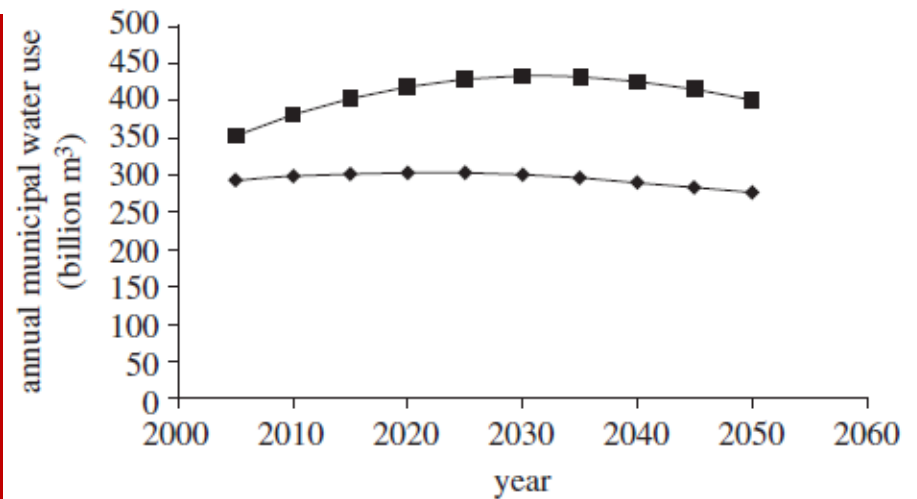
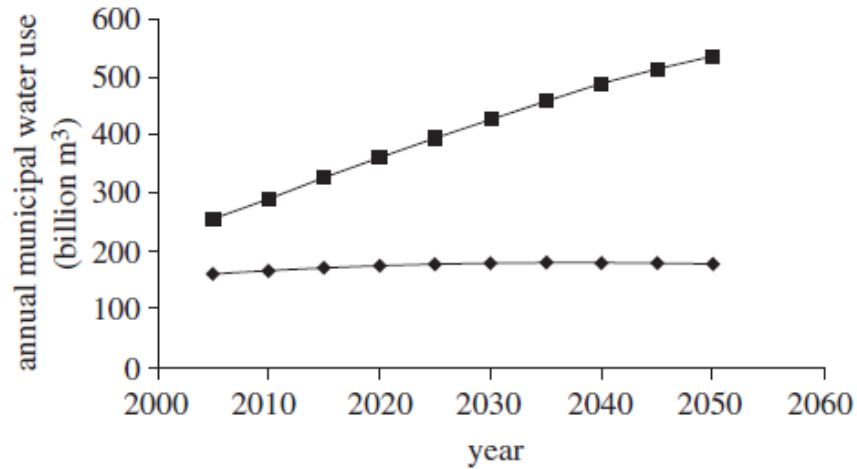
Contaminación del agua especialmente potable

Dificultad del acceso al agua

Lomborg, B. 2008. ¿Cuánta agua hay en el mundo? El ecologista escéptico. Espasa Calpe SA, España.



Demanda municipal e industrial de agua 2000-2050



Requerimientos de flujo de agua ambiental

Mantenimiento de los ecosistemas acuáticos

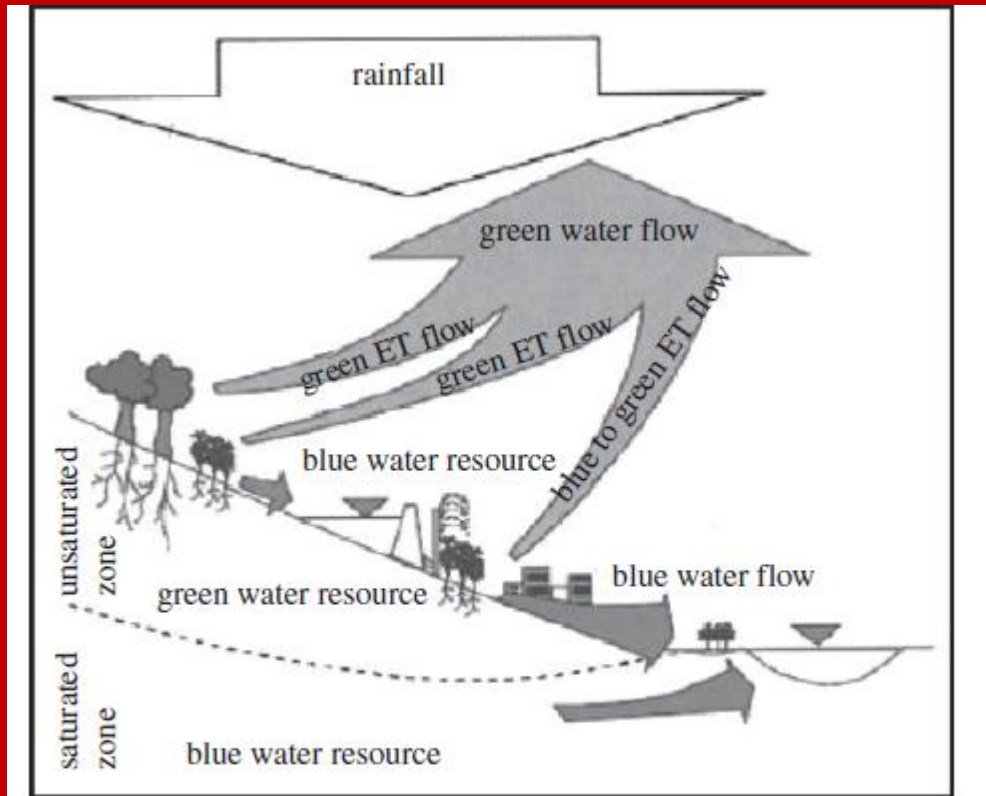


Figure 3. Blue and green water. Source: Falkenmark & Rockström (2006).



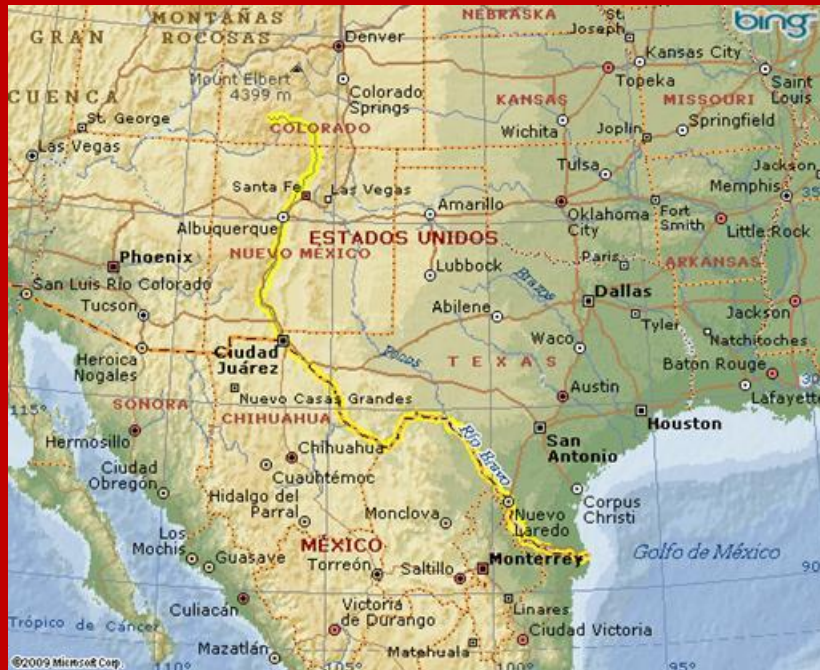
Cambio climático

- **Afecta el ciclo del agua** (cambios en temperatura, tiempo, magnitud de la precipitación, humedad del suelo, la escorrentía, la magnitud y la frecuencia de los fenómenos extremos)
- **Aumentos en la intensidad de las precipitaciones**
- **Reduce la infiltración de aguas subterráneas**
- **Aumento de la temperatura también aumenta la demanda doméstica de agua**



Cuestiones políticas e institucionales.

- *Competencia transfronteriza por el agua*
- *Importación de alimentos (agua) vs autosuficiencia alimentaria*



Extracción de agua subterránea

- Las reservas de agua subterránea han disminuido

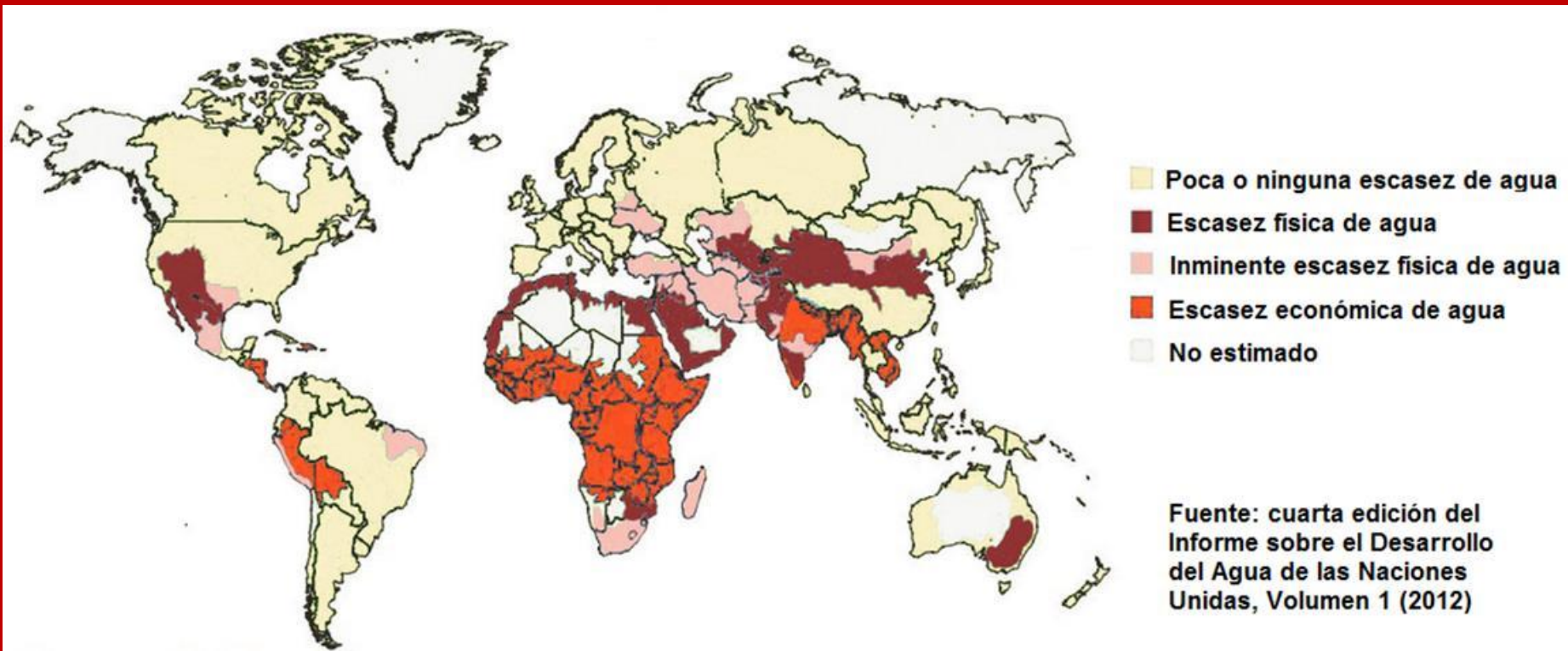


Principales amenazas a la disponibilidad de agua para la agricultura

- Aumentos de demandas de agua M & I para 2050
- Cambio climático esperado para el 2050
- Ambos factores disminuyen 18% en la disponibilidad de agua en todo el mundo para la agricultura en el 2050



La seguridad alimentaria en el marco de la escasez de agua



Contribuciones de la ciencia y la tecnología para asegurar la seguridad alimentaria

- **Mejoramiento de cultivos** (Por selección y biotecnología resistencia a la sequía , el calor y la resistencia a la salinidad , así como la resistencia a las plagas y enfermedades).
- **Protección de cultivos** (Nuevos pesticidas, herbicidas, la estimulación de las defensas naturales de las plantas uso de semioquímicos)
- **Ganadería sostenible** (Incremento de la demanda, un tercio de los cereales para producción de carne, producción de metano, protección del bienestar animal y la diversidad genética, diagnóstico, vacunas, fármacos)
- **Pesca y acuicultura** (Principal fuente de proteína para más de 400 millones, un quinto de la proteína de países en desarrollo, problemas de cambio climático sobreexplotación, acidificación, uso de nuevas tecnologías, genética, incremento de rendimiento hasta del 78% sin aumentar los costos)
- **La mecanización y la ingeniería** (Incremento de producción, disminución de daño a la estructura del suelo, control de procesos automatizados, control automatizado de fertilizantes)
- **Nanotecnologías** (Nuevas herramientas, nanotecnologías , genómica, microelectrónica, métodos de liberación controlada, detección temprana de enfermedades, seguimiento de las condiciones del suelo)

- Beddington, J. 2010. Food security: contributions from science to a new and greener revolution. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 365: 61-71.

Practica































Temas Relevantes del Centro de Desarrollo Económico Integral (CDEI)

**CAPACITACION
Y
ASISTENCIA
TECNICA.**



Alimentos

Agua

Medio ambiente

Empleo

Seguridad

Energía



Sustentabilidad, política, social, económica

Participacion Horizontal





GRACIAS

Rescate Hídrico del Acuífero Valle de Tehuacán

Ing. Rubén Huitrón López
Director General | OOSAPAT



OOSAPAT

RENACE CON TODOS
2018 - 2021



Ubicación de Tehuacán, Puebla, Mx.

República Mexicana



Problemática

Urbana
Ecosistemas
Hídrica
Desertificación

Tromba causa inundaciones, caída de árboles y apagones en Tehuacán

Protección Civil este día dará a conocer el recuento total de los daños causados por el aguacero



Deja "Carlotta" daños en Tehuacán

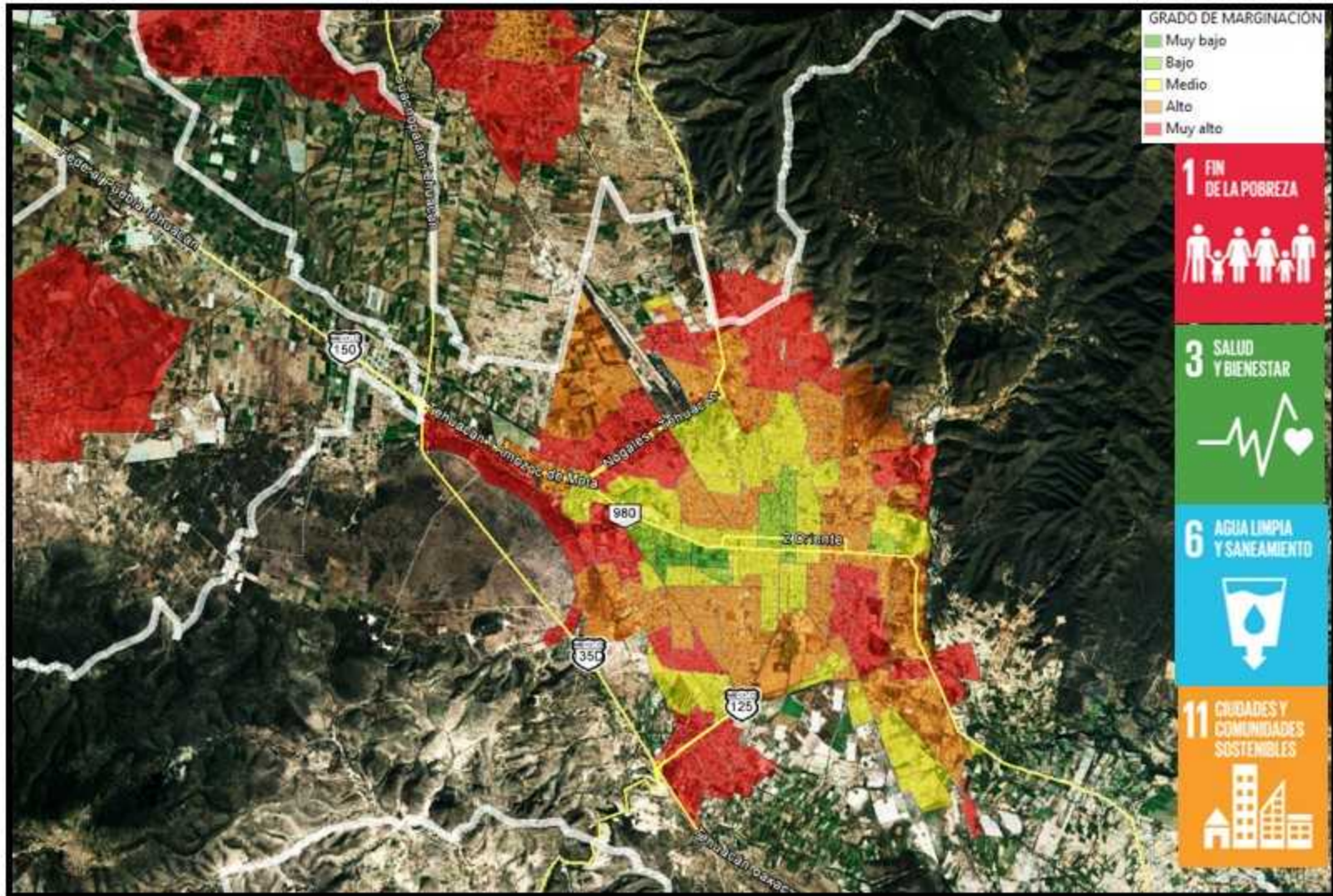


- 3 SALUD Y BIENESTAR**
- 6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO**
- 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES**



Problemática Urbana

Grado de Marginación INEGI & Lluvia del 5 de mayo de 2019 en Tehuacán



Problemática Urbana

Grado de Marginación INEGI & Lluvia del 5 de mayo de 2019 en Tehuacán

Por Redacción. Hasta el momento existen 23 viviendas dañadas, 148 personas evacuadas y atendidas en albergues.

EL POPULAR • MUNICIPIOS

Lluvia en Tehuacán deja calles inundadas, árboles y bardas caídas



Lluvia y granizo causan estragos en Tehuacán

MEGANOTICIAS

Lluvias afecta obra del colector en Tehuacán



ATIENDE PROTECCIÓN CIVIL DE TEHUACÁN 18 VIVIENDAS AFECTADAS POR LLUVIAS DE ESTE DOMINGO

18 de Redacción • 18 mayo, 2019



- 1 FIN DE LA POBREZA**

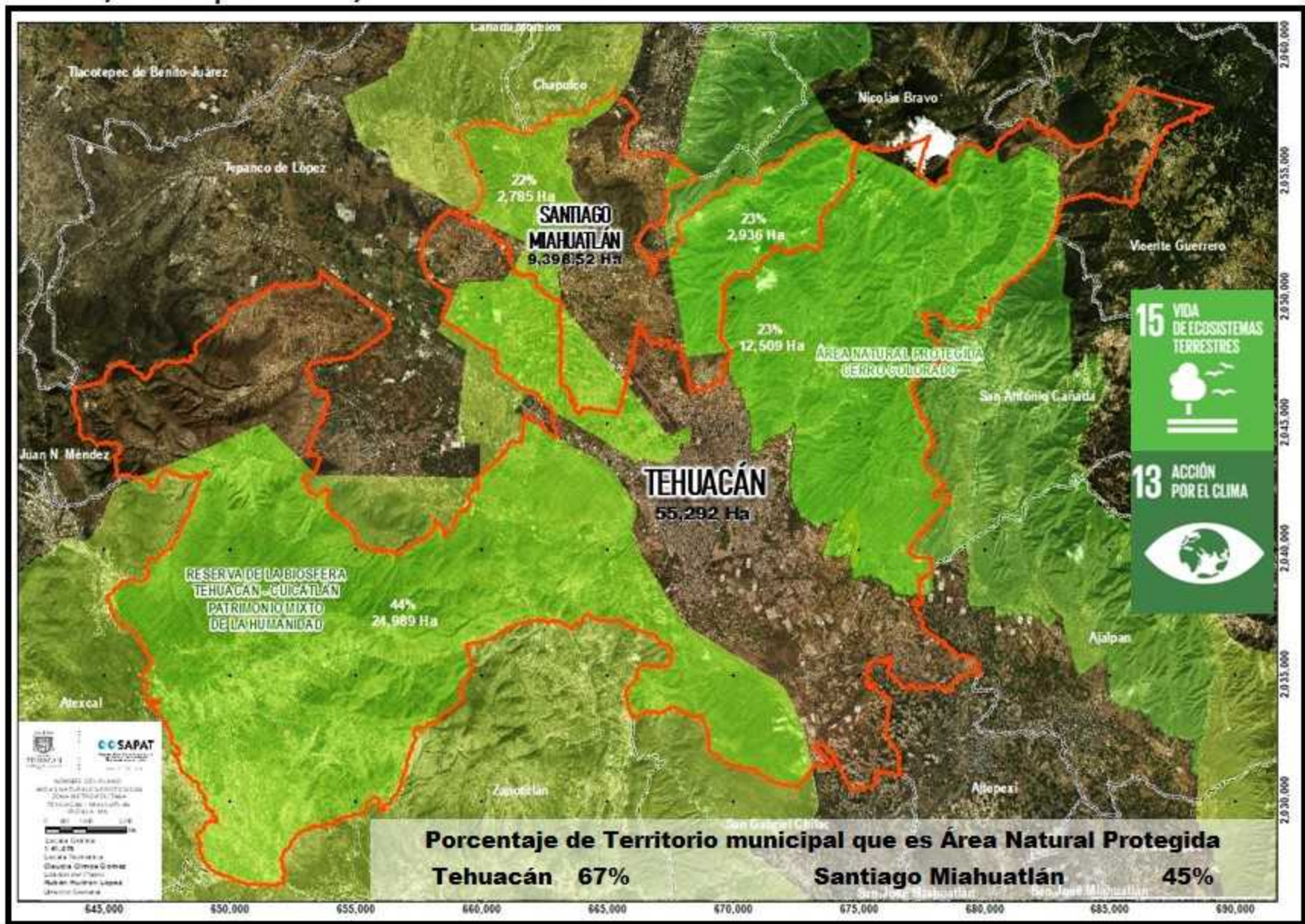
- 3 SALUD Y BIENESTAR**

- 6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO**

- 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES**


Problemática de los Ecosistemas

Incendios, sobrepastoreo, tala clandestina.



Problemática de los Ecosistemas

Incendios, sobrepastoreo, tala clandestina.



Problemática Hídrica

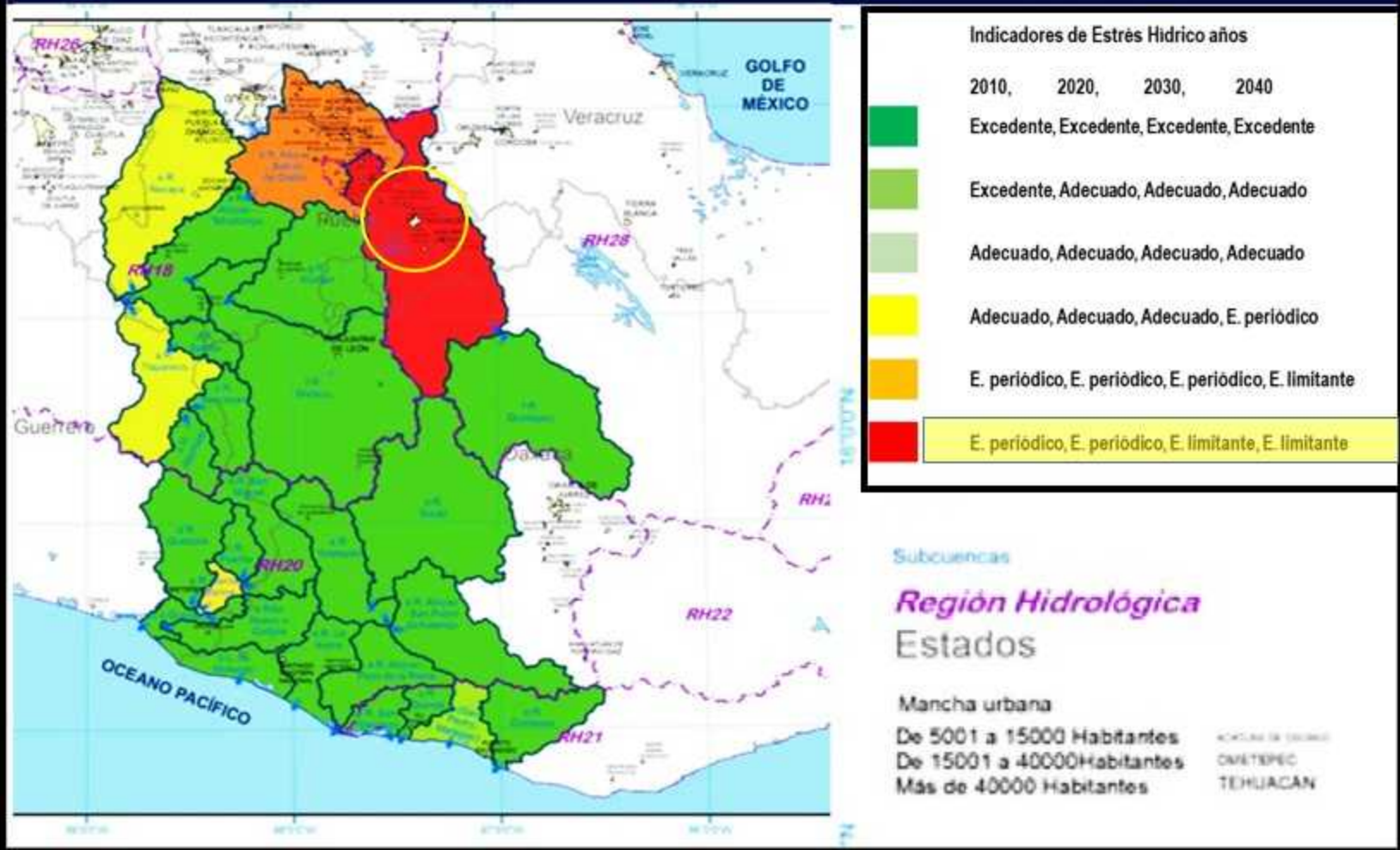
Estrés Hídrico, Abatimiento → Solución: Obras de Captación e Infiltración Pluvial

Plan de Regeneración Hidroagroecológica de la Mixteca y Sierra Negra

Estrés hídrico – disponibilidad de agua por persona.

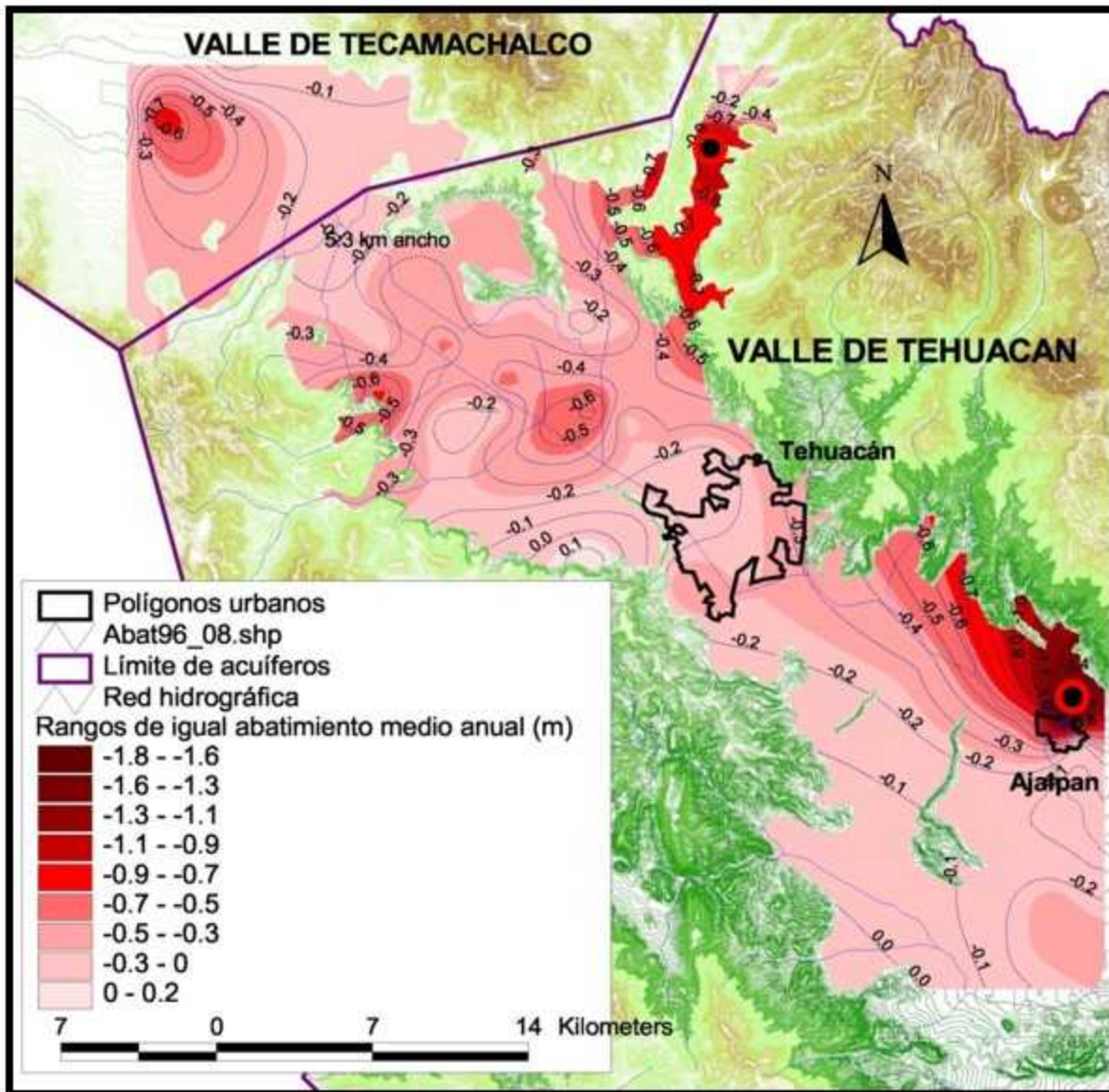
Proyección alarmante: 2030 y 2040

Estudio Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. 2013



Problemática Hídrica

Abatimiento del acuífero



Abatimiento medio anual en el período 1996 - 2008

El abatimiento, que ha alcanzado ritmos anuales de hasta **1.8 metros**, ha tenido como consecuencia la reducción del gasto en las galerías filtrantes, con lo cual ha incrementado la demanda de agua de pozos y con ello, el costo del agua.

(Tehuacán entre 0.4 y 0.6 metros)

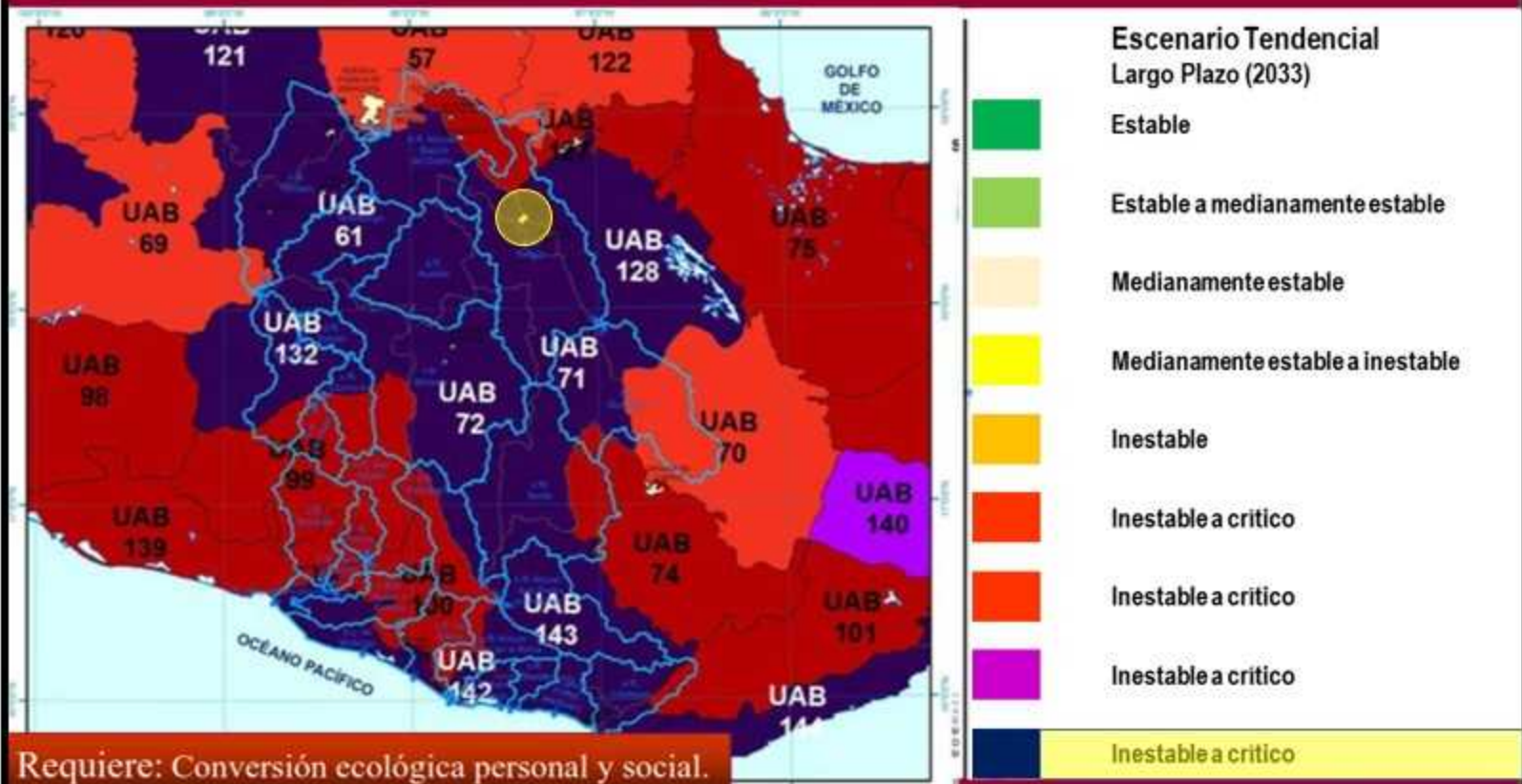
De acuerdo al estudio realizado por COTAS del Acuífero Valle de Tehuacán en el 2017, la zona de recuperación del acuífero se ubica en el Municipio de Santiago Miahuatlán.

Problemática Desertificación

Incendios, sobrepastoreo, tala clandestina → Solución: Obras de Conservación de Suelo, Agua, Reforestación.

Proceso de deterioro ambiental y desertificación – proyección 2033.

Estado de unidades ambientales biofísicas - mediano plazo
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio - POEGT - SEMARNAT



Requiere: Conversión ecológica personal y social.

Todavía podemos cambiar este futuro => visión hidroagroecológica.

Estrategia de Manejo Sustentable de Tierras (MST)

Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación – (CNUCLD) 17 jun 1994

RIOD-Mex Red Mexicana de Esfuerzos contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales.



Propuestas de Solución

Alianzas

Reforestación

Conservación

Restauración

Obras de infiltración

Cultura del agua





3 SALUD Y BIENESTAR

17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS

8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO



alternativas
alternativas y procesos de participación social a.c.

6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

13 ACCIÓN POR EL CLIMA



Sembrando **oxígeno**
Rubén Huitrón Esquivel

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES



FABRICAS DE AGUA EN TEHUACÁN

Tehuacán
RENACE CON TODOS

SAPAT
Organismo Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Tehuacán, Puebla.
RENACE CON TODOS



Rotary
Club Tehuacán Granadas Distrito 4185

Fresno **Rotary**



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Juntos Transformaremos **MIAHUATLÁN**
H. AYUNTAMIENTO 2018 - 2021



Proyectos alineados a los ODS

Mediante modelos de colaboración sinérgica

Recarga artificial proyectos
y obras piloto

Reforestación CONAFOR

Microcuencas Instituciones



6 AGUA LIMPIA
Y SANEAMIENTO



8 TRABAJO DECENTE
Y CRECIMIENTO
ECONÓMICO



13 ACCIÓN
POR EL CLIMA



15 VIDA
DE ECOSISTEMAS
TERRESTRES



17 ALIANZAS PARA
LOGRAR
LOS OBJETIVOS



Proyecto Microcuencas

Grupo interinstitucional de educación ambiental en condiciones de Cambio Climático



Reforestación Conafor – OOSAPAT

Convenio de colaboración para el Desarrollo Forestal Sustentable

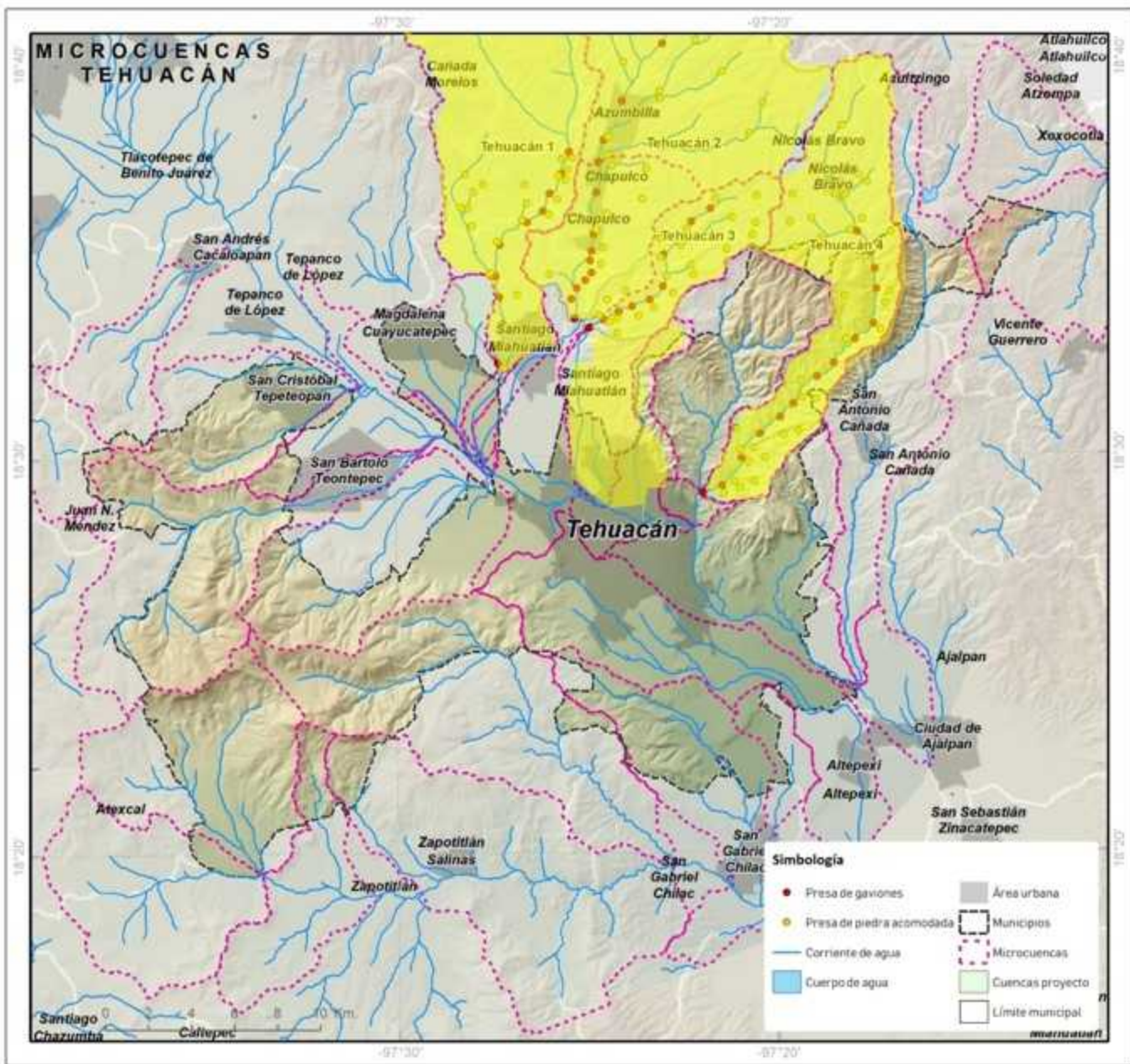


**Firmas de Convenios
Ejido y Conafor
Recorridos en la Zona**

- 6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO
- 8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO
- 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
- 15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES
- 17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS



Recarga artificial proyectos y obras piloto en el acuífero Valle de Tehuacán en el Estado de Puebla.



Recarga artificial proyectos y obras piloto en el acuífero Valle de Tehuacán en el Estado de Puebla.



Reconocimiento de la Zona Para ubicación estratégica de obras de infiltración



6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO



8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO



13 ACCIÓN POR EL CLIMA



15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES



17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS



Alternativas Sostenibles

Buscamos que nuestros habitantes y usuarios de la infraestructura que administramos como Organismo Operador, opten por combinar e incursionar en alternativas sostenibles por un bien común, es por ello que hemos invitado a formar parte del proyecto a las siguientes Instancias, para establecer alianzas estratégicas para el logro de los objetivos.



Isla**Urbana**

PROYECTO SOCIAL

#LluviaParaTodos



**SISTEMA
BIOBOLSA®**
 NO HAY DESECHOS, SOLO RECURSOS



biosfera **cuicatlán**
 FUNDACIÓN PARA LA RESERVA DE LA BIOSFERA CUICATLÁN A.C.

6 AGUA LIMPIA
Y SANEAMIENTO



8 TRABAJO DECENTE
Y CRECIMIENTO
ECONÓMICO



13 ACCIÓN
POR EL CLIMA



15 VIDA
DE ECOSISTEMAS
TERRESTRES



17 ALIANZAS PARA
LOGRAR
LOS OBJETIVOS





OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



“Para cumplir los Objetivos Sostenibles de Desarrollo, para los Servicios de Agua y Saneamiento, los gobiernos de los países de Latinoamérica y el Caribe, deberán explorar y **desarrollar modelos de colaboración sinérgica entre el Gobierno, la sociedad civil y el sector privado**”

Banco Interamericano de Desarrollo



Un árbol es igual a:

10

Aires Acondicionados

400

Litros de Agua Diarios

12500

Hojas de Papel





TEHUACÁN
GOBIERNO DE LA CIUDAD
2016 - 2021

SAPAT

Organismo Operador de los Servicios de
Agua Potable y Alcantarillado del
Municipio de Tehuacán, Puebla.

RENACE CON TODOS

Rescate Hídrico del Acuífero Valle de Tehuacán

Ing. Rubén Huitrón López

Director General | OOSAPAT

¡Gracias!

direccion@oosapat.gob.mx

siga@oosapat.gob.mx



Tehuacán

RENACE CON TODOS





RED TEMÁTICA
Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua

Otorga la presente



CONSTANCIA A:

RODRIGO SUÁREZ HERRERA

Por su participación en la Conferencia “Axolotl” impartida dentro de las actividades del Foro “Desafíos y oportunidades en la Gestión del Agua”, efectuado en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, los días 9 y 10 de agosto de 2019.

DR. AMADO ENRIQUE NAVARRO FRÓMETA

Responsable Técnico de la Red Temática de Gestión de la
Calidad y Disponibilidad del Agua



RED TEMÁTICA
Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua

Otorga la presente



CONSTANCIA A:

ANTONIO SUÁREZ HERRERA

Por su participación en la Conferencia “Axolotl” impartida dentro de las actividades del Foro “Desafíos y oportunidades en la Gestión del Agua”, efectuado en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, los días 9 y 10 de agosto de 2019.

DR. AMADO ENRIQUE NAVARRO FRÓMETA

Responsable Técnico de la Red Temática de Gestión de la
Calidad y Disponibilidad del Agua



RED TEMÁTICA
Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua

Agosto de 2019



Otorga la presente

Constancia

Alanis Barba Naydali Marelli

por su participación en el Foro “ Desafíos y Oportunidades en la Gestión del Agua”, efectuado en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, los días 9 y 10 de agosto de 2019.

DR. AMADO ENRIQUE NAVARRO FRÓMETA

Responsable Técnico de la Red Temática de Gestión de la Calidad y
Disponibilidad del Agua



RED TEMÁTICA
Gestión de la calidad y
disponibilidad del agua

Agosto de 2019



Otorga la presente
Constancia a

Ing. David Navarrete Rosas

por su participación con la ponencia “ **Gestión del agua en la producción ganadera bajo un enfoque agroecológico:**” en la mesa de “ Problemas de las cuencas hidrográficas: La cuenca Zahuapan-Atoyac”, dentro de las actividades del **Foro “Desafíos y Oportunidades en la Gestión del Agua”**, efectuado en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, los días 9 y 10 de agosto de 2019.

DR. AMADO ENRIQUE NAVARRO FRÓMETA

Responsable Técnico de la Red Temática de Gestión de la Calidad y
Disponibilidad del Agua

Evidencia Gráfica

Inauguración:



Conferencia Magistral día 9, Dr. Singh:



Conferencia Magistral Dra. Teresa Rojas, día 9 de agosto:



Mesa de trabajo 1:



Mesa de trabajo 2:



Mesa de trabajo 4:



Plática de salud y agua:



Plática para niños:



Demostración tecnológica, riego con cañones:



Conferencia magistral Dr. Eusebio Ventura, día 10 de agosto:



Relatoría de las mesas de trabajo, expone la mesa 2:



Foto final en la clausura del evento:



CONACYT
Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología

RED TEMÁTICA
Gestión de la calidad y disponibilidad del agua

COMISIÓN COORDINADORA
TECNOLÓGICA DEL
ESTADO DE
PUEBLA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE
IZÚCAR DE MATAMOROS

**FORO
"DESAFÍOS Y
OPORTUNIDADES
EN LA GESTIÓN DEL
AGUA"**

**9 Y 10 DE
AGOSTO 2019**

CONFERENCIAS
MAGISTRALES

MESAS DE
TRABAJO

aguanet.com.mx

The poster features a central image of water being poured into a glass. The background is a soft-focus green. Logos for CONACYT, the thematic network, the state of Puebla, and the organizing university are displayed on the left. The event title, dates, and activities are listed in a dark green box at the bottom.

Visita ECOCAMPUS BUAP

