



Guatemala



Instituto Privado de Investigación
sobre Cambio Climático



El Salvador

Manejo integrado del agua y la disponibilidad del recurso superficial y subterráneo en la agroindustria azucarera

Alex Guerra Noriega, PhD
Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático

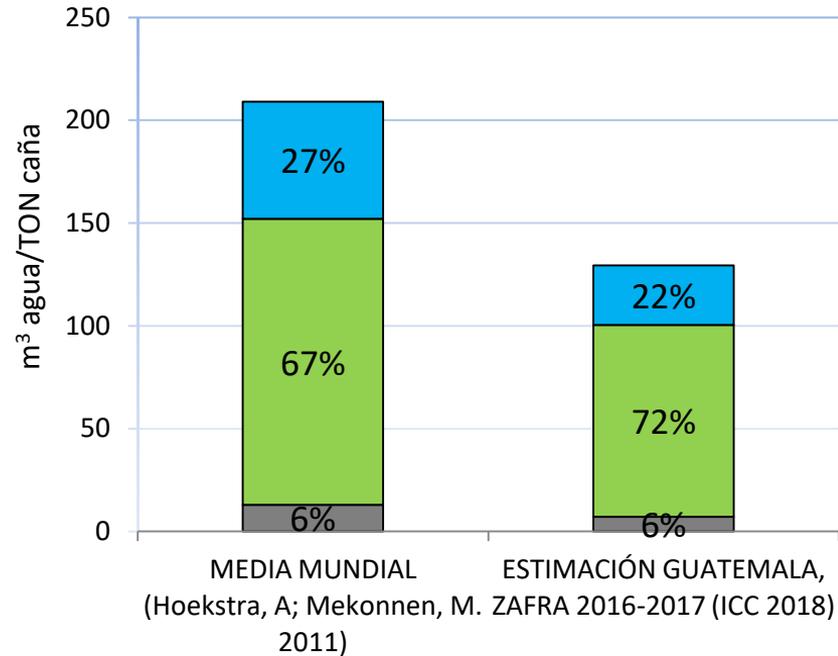
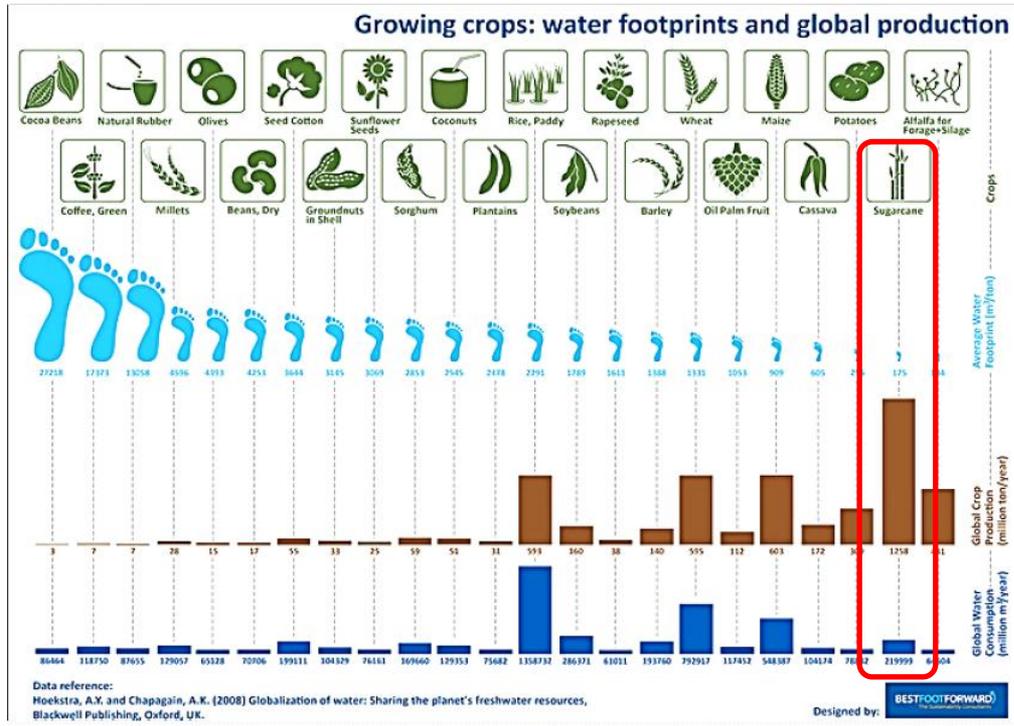
San Salvador, 26 de julio de 2019

Retos relativos al agua para el sector azucarero

- Mayor presión (social y política) por el uso del agua de los ríos
- Conflictos sociales por el uso del agua
- Riesgos por la creciente explotación del agua subterránea
- Una ley restrictiva o que implique costos altos por el uso del agua
- Inversiones significativas por el uso del agua
- Reducción de la productividad
- Menor disponibilidad de agua en años secos (por El Niño, por Cambio Climático o por demanda creciente río arriba).

**En general: que el agua sea una limitante
para la producción o que sea cara**

Huella Hídrica de la caña de azúcar



Huella hídrica de la caña de azúcar: 175 m³/ton

La Seguridad Hídrica

Se considera la capacidad de la población para salvaguardar el acceso sostenible de agua en cantidad y de calidad adecuada para todos los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socio-económico, garantizar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con el agua y conservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política.

(ONU-Agua, 2013; UNESCO, 2014).

Las tres i's

Para alcanzar objetivos de seguridad hídrica se destaca la necesidad de contar con tres ("i" s):

Información mejor y más accesible;

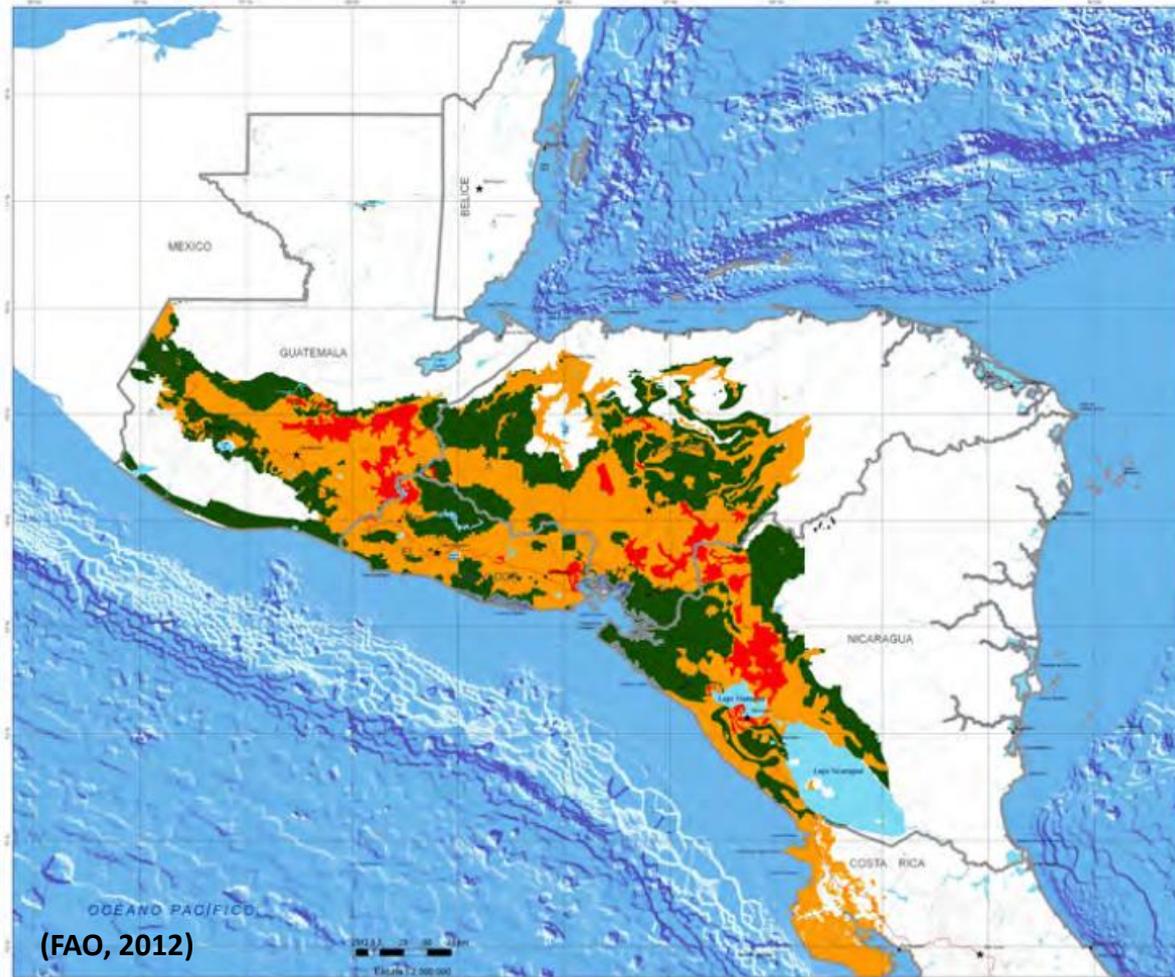
Instituciones más fuertes y adaptables;

Infraestructura natural y artificial para el almacenamiento, transporte y tratamiento del agua.

(Sadoff y Muller, 2010).

A escala global, Centroamérica está entre las regiones con menos área sujeta al estrés hídrico





(FAO, 2012)

CORREDOR SECO CENTROAMERICA

CORREDOR SECO



LEYENDA

- ★ Capital País
- Principales poblados
- ✱ Principales Elevaciones
- Carretera Panamericana
- Carreteras Principales
- Carreteras Secundarias
- Principales Ríos
- Cuerpos de Agua
- Limite Internacional

Grados de Sequia

- Baja
- Alta
- Severa

LOCALIZACIÓN MUNDIAL



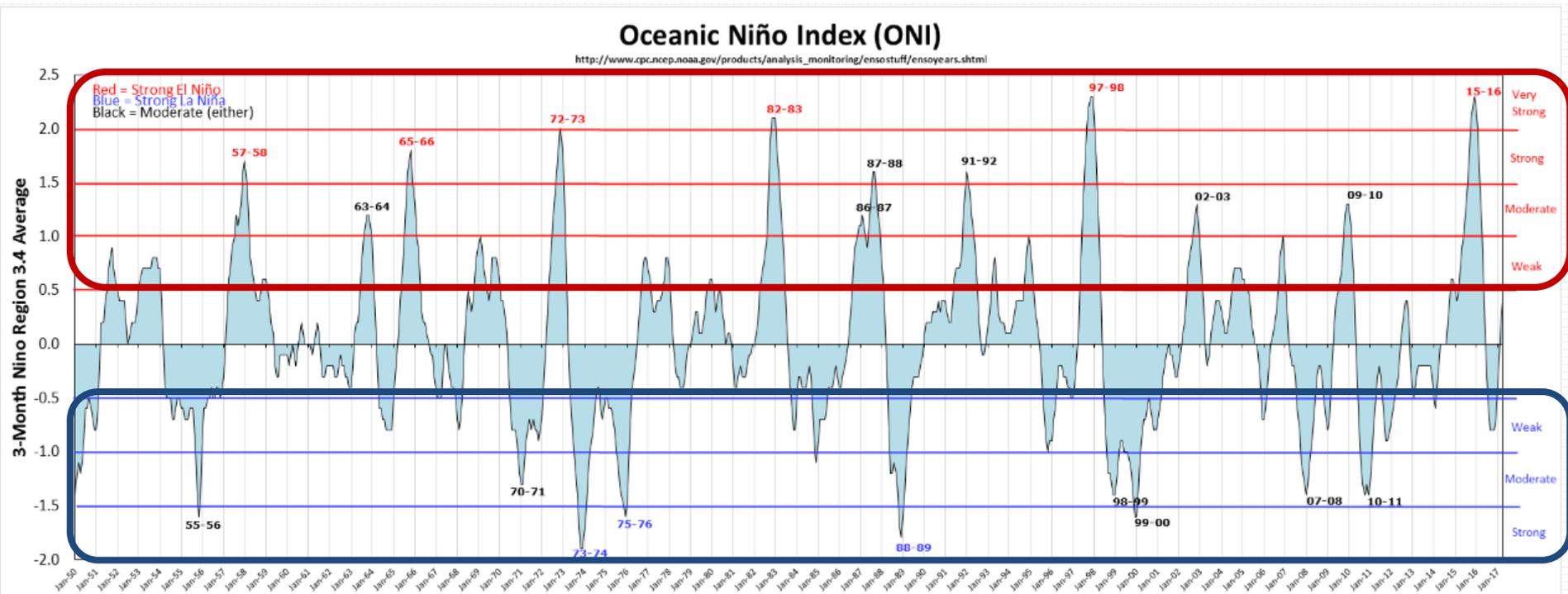
Elaborado a partir del Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Resiliencia Ambiental (PRO-VA) -Procesamiento satelital y SIG, CITA/CIAT.
 Proyección Geográfica, Datum WGS84.
 Fuente: Modelo Digital de Elevación (MDE) - General Bathymetric Chart of the Ocean (GBCO) - Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) - Centro de Investigación del Trópico Húmedo para América Latina y El Caribe (CITA/CIAT).

Grados de severidad potencial de las sequías en Centroamérica

Severidad potencial del efecto de sequía	Características
Severo	Precipitación pluvial baja (800-1,200 mm / año), mas de 6 meses secos. Evaporación potencial alta, promedio mayor de 200 mm/mes. Arbustales, sabana de gramínoides con arbustos deciduos, bosques deciduos con muchas especies de hojas compuestas microfoliadas.
Alto	Precipitación pluvial media (1,200-1,600 mm/año, de 4-6 meses secos. Evapotranspiración media, promedio alrededor de 130 mm/mes. Bosques deciduos, sabana de gramínoides con arbustos deciduos, pinares, bosques mixtos.
Bajo	Precipitación pluvial alta (1,600-2,000 mm / año), 4-6 meses secos. Evapotranspiración baja, promedio menor de 100 mm / mes. Bosques deciduos, bosques siempreverde estacional (submontano, montano y altimontano), algunos pinares y bosques mixtos, bosques riberos.

(FAO, 2012)

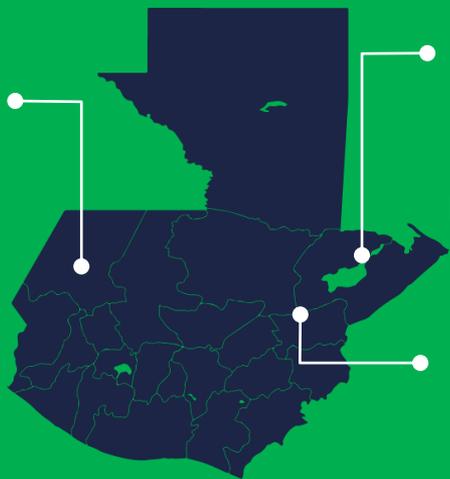
Eventos El Niño/La Niña en los últimos 67 años: una de las causas de variabilidad en precipitación



Fuente: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

- Hay un evento El Niño cada 2 a 5 años; con intensidad fuerte/muy fuerte 4 a 8 años
- Hay un evento La Niña cada 3 a 6 años; con intensidad fuerte a cada 11 a 18 años

Oferta de agua
en todo el país
97,120
millones m³/año



Vol. agua per cápita
6,875
m³/año

Vol. Límite de riesgo hídrico
1,000
m³/cápita



25 mil
m³/habitante/año



23 mil
m³/habitante/año



6 mil
m³/habitante/año



4 mil
m³/habitante/año



4 mil
m³/habitante/año



3 mil
m³/habitante/año



90
m³/habitante/año

Debido a la disponibilidad heterogénea en el tiempo y en el territorio, el manejo del agua es esencial para la seguridad hídrica.

¿Qué implica manejar el agua?

- Captación
- Conducción
- Distribución
- Tratamiento para consumo
- Aplicación (riego)
- Tratamiento de aguas residuales
- Administración
- Manejo de cuencas
- Información
- **Almacenamiento**

Problema principal:

No existe un manejo del agua, lo cual crea escasez dentro de la abundancia y conflictividad.

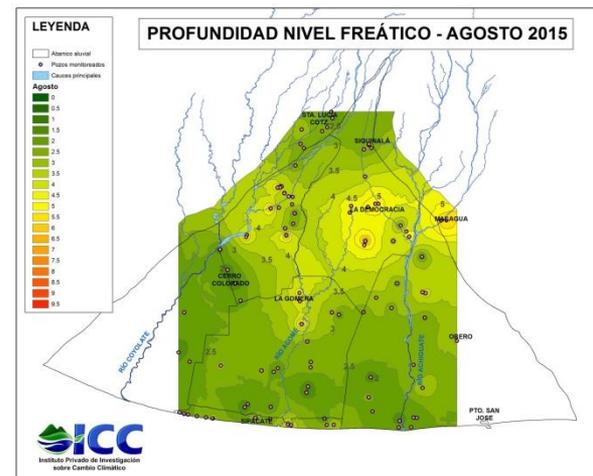
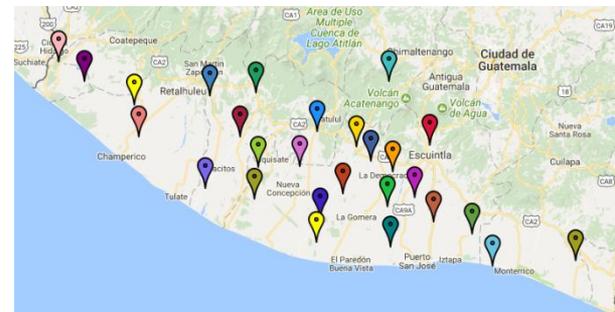
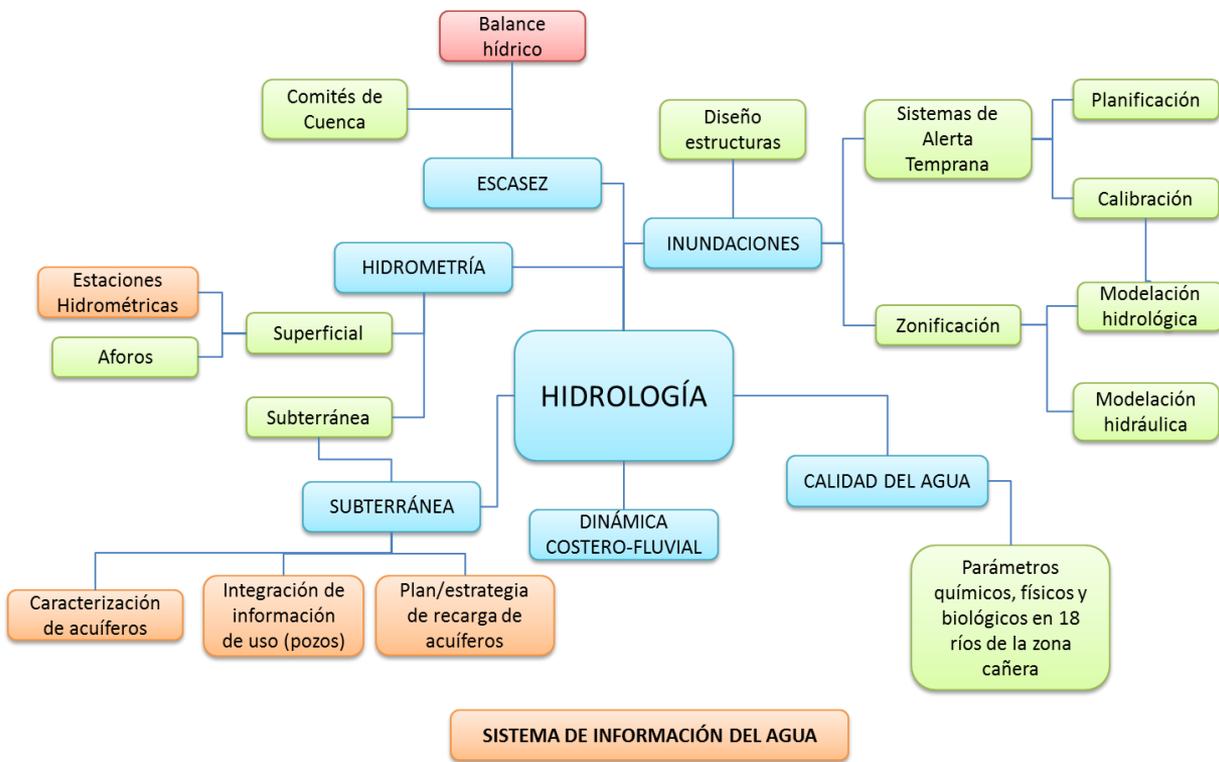
Condiciones para el Manejo Integrado del Recurso Hídrico

- El gobierno debe actuar como facilitador y regulador
- Legislación de aguas: marco de acción
- Diálogo entre distintos actores clave
- Financiamiento para la infraestructura del agua
- Tomar a la cuenca como base de planificación
- Instituciones a distintos niveles

(GWP, 2000)



Generación de información e investigación (ICC)



Estrategias territoriales: Manejo Integrado de Cuencas



La conflictividad por el agua de los ríos

En 2016 se crearon conflictos a nivel local, regional y nacional por razones físicas (sequía por El Niño), técnicas (falta de manejo del agua), sociales y políticas (promovidas por ONG's). Los efectos fueron:

- Señalamientos contra el sector privado (incluyendo el azúcar), dañando la **reputación**
- **Denuncias** ante el Ministerio Público contra varias empresas
- **Medidas de hecho** a nivel local
- Mayor presión para la aprobación de una **Ley del Agua** (con algunas propuestas muy nocivas)
- **Restricción en el uso del agua de los ríos**



Acciones ante la conflictividad

Se inició el diálogo entre distintos usuarios del agua (comités y mesas técnicas).

Se generó información sobre disponibilidad de agua de los ríos y las demandas de los usuarios para poder coordinar su uso.

Se redujo el uso del agua por la adopción de sistemas de riego más eficientes.

Se redujo el riego en algunas fincas.

Muchos usuarios recurrieron a utilizar agua de pozos y norias.



Diálogo entre actores



• Río Madre Vieja

• Río Achiguate

• Río Ocosito

• Río Los Esclavos



Mesas Técnicas



- Gobernación Departamental
- Empresas locales
- Municipalidades
- Ministerios
- ONG'S
- Comunidades



Compromisos



Recuperar y mantener el caudal hasta la desembocadura.



Crear mecanismo de medición y verificación.

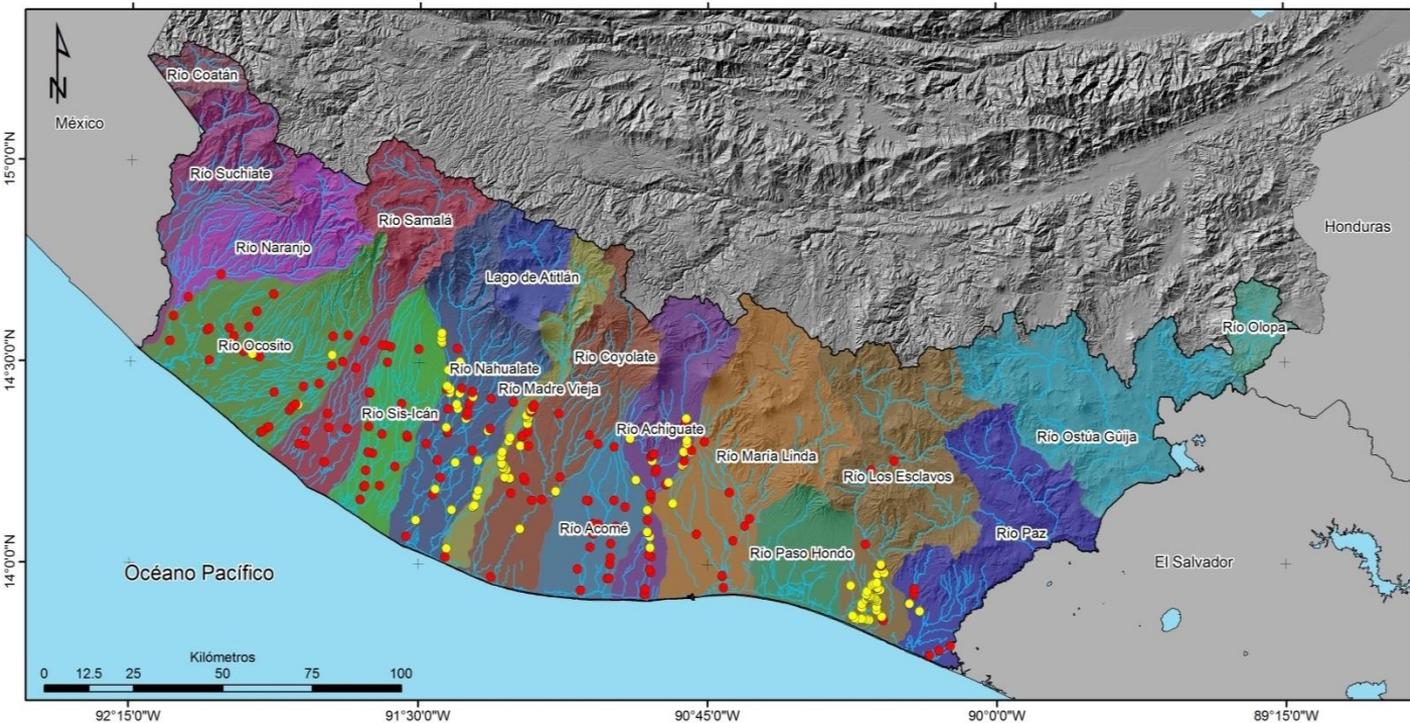


Reforestación de riberas de ríos.



Usar el diálogo.

Sistema de Monitoreo de los Ríos de la Vertiente del Pacífico de Guatemala



Leyenda

Tipo de aforo

- Derivación
- Punto de monitoreo TS 17-18

TOTAL TS 18-19: 340
 236 PM /104 Derivaciones
TOTAL TS 17-18: 331
TOTAL TS 16-17: 211

Proyecto: SISMARSUR
 Arreglo: ICC, Febrero 2018
 CGS-Datum: WGS84
 Shape: MAGA, 2003
 Hill: MGA, 2010
 Puntos de monitoreo TS 17-18



Más de 6,000 aforos
en 2019.

Resultados



Casos documentados

Sistematización de la experiencia de las mesas técnicas de los ríos **MADRE VIEJA Y ACHIGUATE** en el departamento de Escuintla

Dentro del marco del proyecto "Alianzas Público-Privadas para enfrentar el riesgo a desastres en Guatemala", Guatemala, Centroamérica

Financiado por Unión Europea
Asociación Civil y Apoyo Humanitario



Medios de comunicación

VERIFICAN AVANCES

Extranjeros, interesados en conocer el manejo del agua de los ríos, hicieron un recorrido por el cauce del río Madre Vieja. A. G. ...

Es un ejemplo de diálogo, todas las partes están comprometidas. Podría usarse como modelo de gestión".

Por su parte, el delegado comunitario de Terey, Antonio, afirmó que ha sido un proceso largo. "El proceso de gestión por el río comenzó en febrero, pero se prolongó hasta agosto, cuando se firmó el convenio de gestión comunitaria, todos los actores comprometidos con la recuperación del río", aseveró. ...

Es un ejemplo de diálogo, todas las partes están comprometidas. Podría usarse como modelo de gestión".

Bastiaan Engelhard

Unión Europea

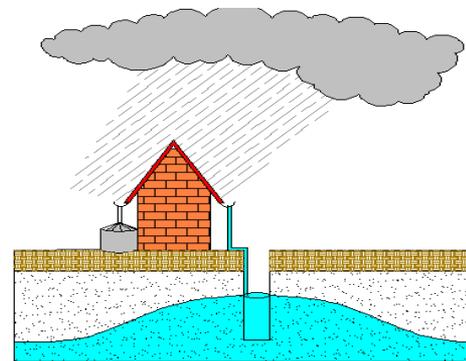
Representantes de embajadas Europeas conocen la experiencia en campo.

RESCATAN RÍO MADRE VIEJA

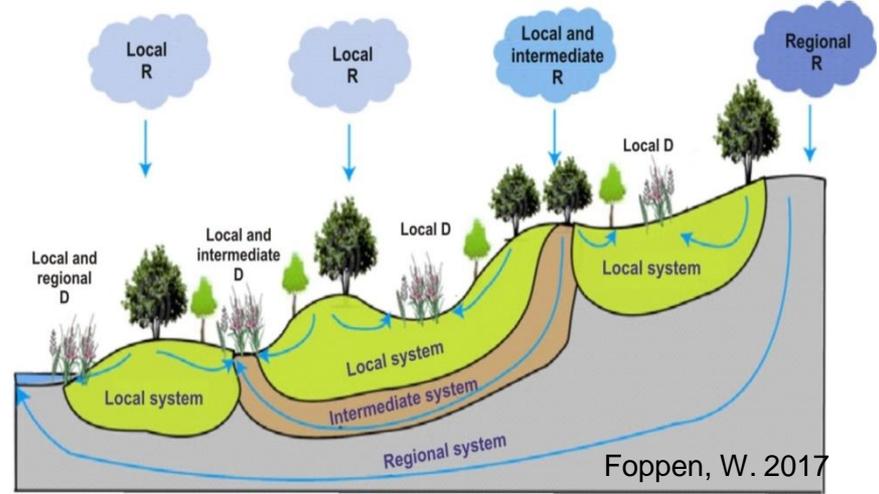
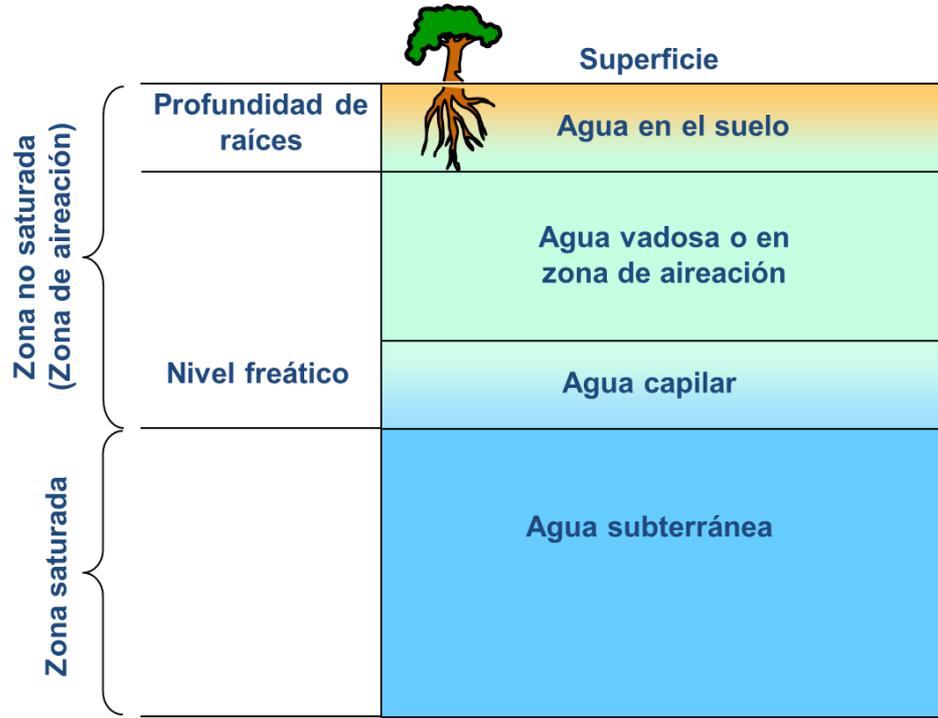
Labor conjunta entre comunitarios y empresarios logra que el afluente sirva para atender las necesidades vitales de los habitantes de 11 municipios en cinco departamentos y este mantenga un caudal óptimo.

Almacenamiento del agua a distintas escalas: un asunto de sostenibilidad y de seguridad nacional

- Almacenamiento superficial
 - Domiciliar, finca, local, regional
- Almacenamiento subterráneo
 - Acciones para incrementar la recarga de acuíferos en áreas boscosas, zonas de cultivos y áreas urbanas.

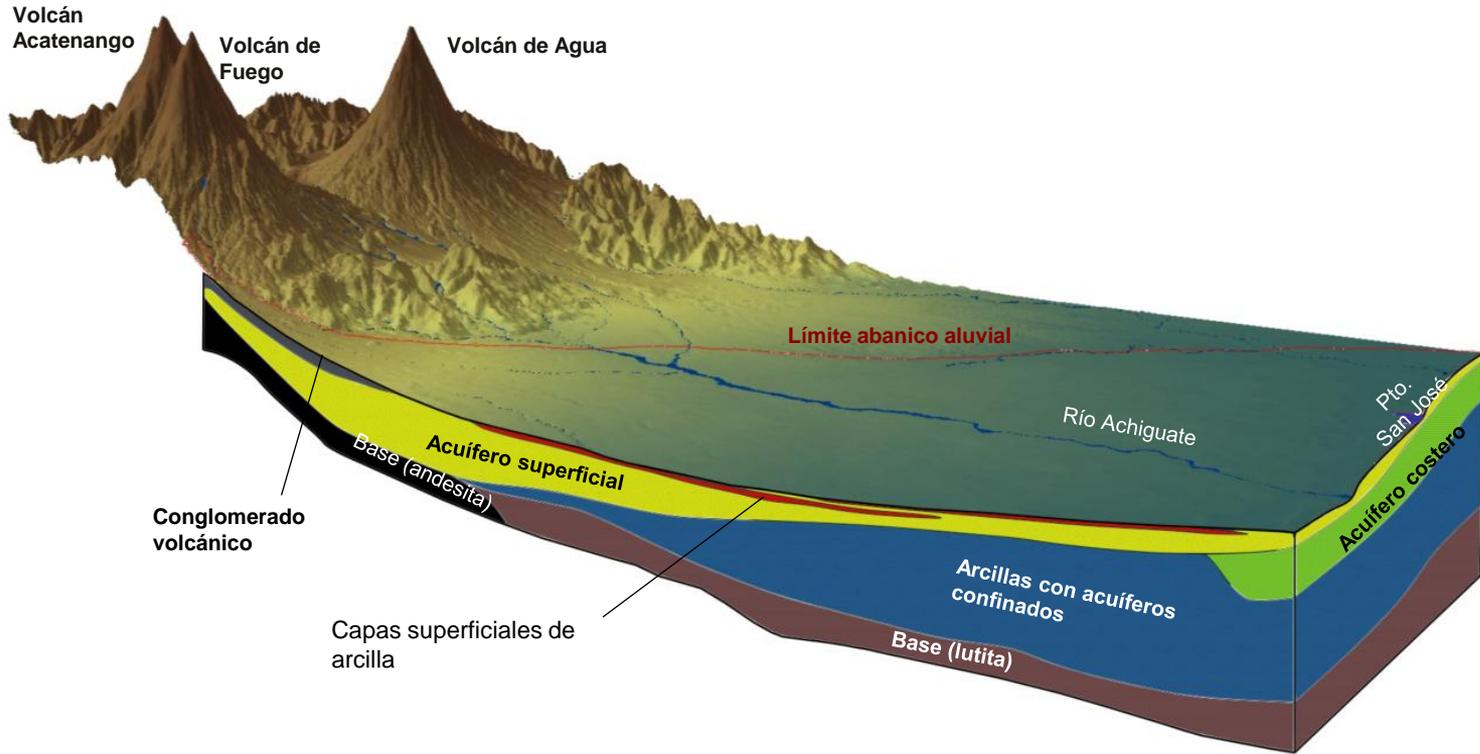


El agua subterránea: un recurso valioso que debemos cuidar



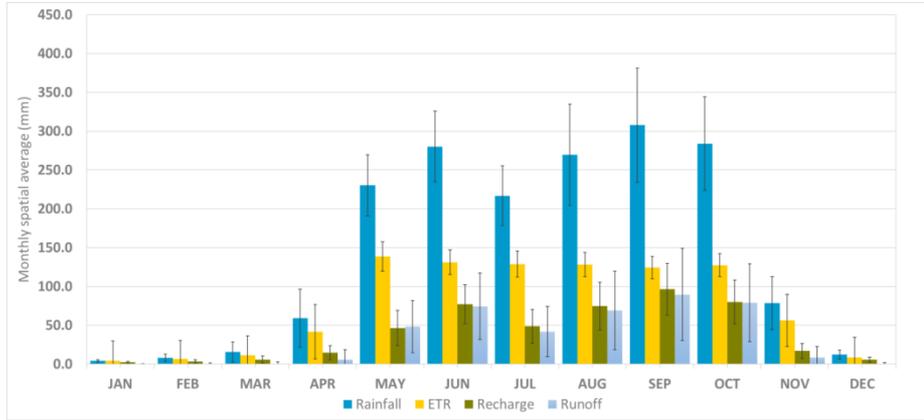
(Basado en New, 2006)

SECCIÓN LONGITUDINAL EN LA ZONA CENTRAL DEL ABANICO ALUVIAL DEL VOLCÁN DE FUEGO



(GIL, 2018)

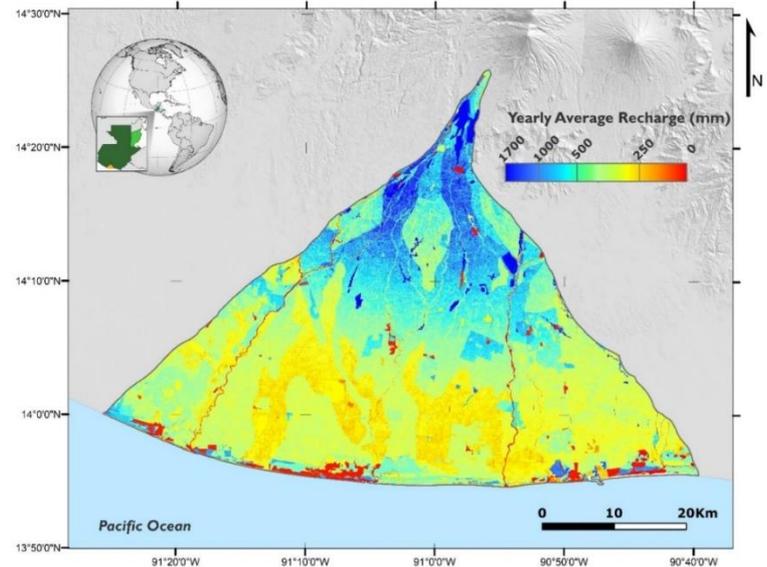
CÁLCULO DE LA RECARGA CON BALANCE HIDROLÓGICO DISTRIBUIDO



Factores principales en la determinación de la recarga:

1. Volumen de precipitación
2. Tipo de suelo
3. Uso de la tierra

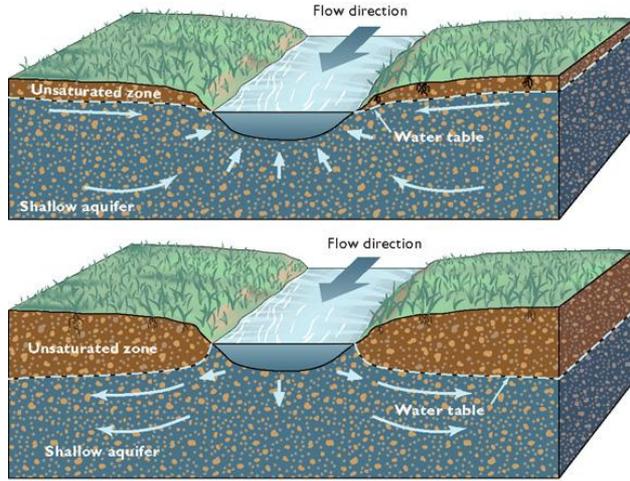
	TOTAL (hm ³)
P	3,684
ETR	1,892
R	984
S	872
Error	-65



Acuíferos más importantes de El Salvador (PNUD-ANDA, 1972)

COD	NOMBRE DE ACUÍFERO	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	EXTENSIÓN	ESPESOR	RECARGA
			km ²	m	m ³ /año x 10 ⁶
A-1	Singüil	Piroclastos cuaternarios redepositados	24	30	7,00
A-2	Texistepeque	Piroclastos cuaternarios redepositados	40	40	10,00
A-3	Santa Ana-Chalchuapa	Lavas cuaternarias y piroclastos	200	80	90,00
A-4	Aguilares	Piroclastos cuaternarios redepositados	60	60	30,00
A-5	Coatepeque	Piroclastos cuaternarios	45	60	23,00
A-6	San Salvador	Lavas cuaternarias y piroclastos	160	100	42,00
A-7	Zapotitán	Depósitos piroclásticos y sedimentos lacustres	200	100	200,00
A-8	Quezaltepeque-Nejapa	Lavas cuaternarias y piroclastos	130	60	100,00
A-9	San Vicente	Lavas cuaternarias y piroclastos	100	100	55,00
B-1	Chalchuapa-Ahuachapán	Lavas cuaternarias y piroclastos	250	80	114,00
B-2	Omoa	Piroclastitas cuaternarias y lavas intercaladas	100	60	9,00
C-1	Paz-Acajutla	Depósitos sedimentarios aluviales	185	60	81,00
D-1	Izalco	Lavas cuaternarias y piroclastos	160	40	55,00
D-2	Sonsonate	Lavas cuaternarias y piroclastos	300	40	143,00
D-3	San Julián	Lavas cuaternarias y piroclastos	20	20	41,00
E-1	Libertad-Comalapa	Depósitos sedimentarios aluviales	85	40	30,00
F-1	Comalapa-Lempa	Depósitos sedimentarios aluviales y piroclastitas cuaternarias	400	60	418,00
F-2	Ilopango	Piroclásticos cuaternarios	40	100	20,00
G-1	Lempa-Usulután	Sedimentos costeros, piroclastitas cuaternarias y lavas	450	100	298,00
H-1	Usulután	Piroclásticos cuaternarios	150	100	200,00
H-2	El Jocotal	Lavas y depósitos sedimentarios aluviales	130	60	100,00
H-3	San Miguel	Lavas cuaternarias y piroclastos	150	100	57,00
H-4	Olomega	Depósitos aluviales	100	60	30,00
H-5	Quelepa	Lavas cuaternarias y piroclastitas	150	60	30,00

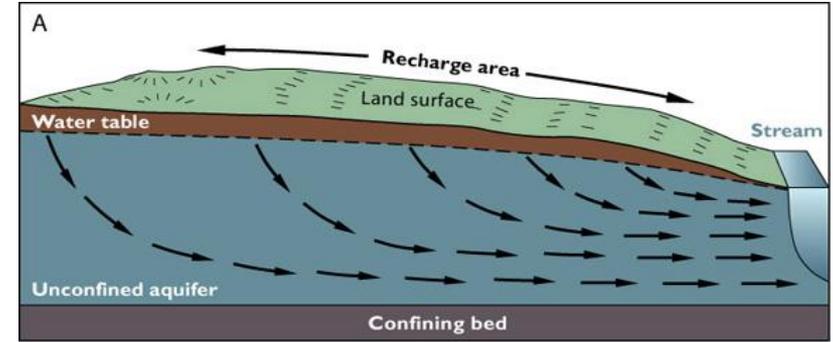
La extracción de agua subterránea afecta el caudal de los ríos



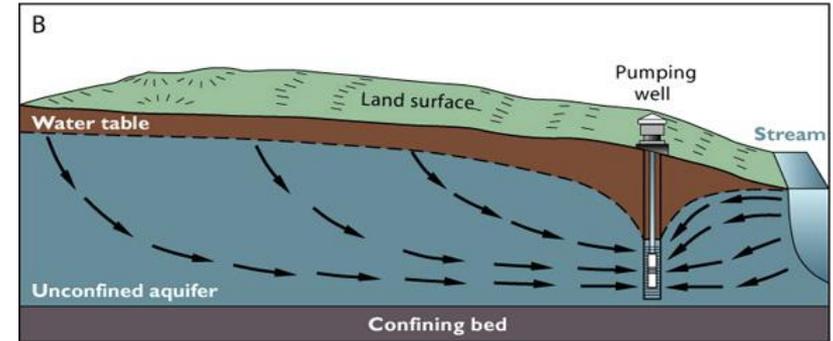
From Winter and others, 1999

Implicaciones y riesgos en zonas bajas de las cuencas:

- Si las norias o pozos se perforan cerca de los ríos, es posible que estemos extrayendo agua de estos y, así, reduciendo su caudal.
- El agua de un río recarga el acuífero en zonas adyacentes y contribuye a que haya agua en los pozos comunitarios.



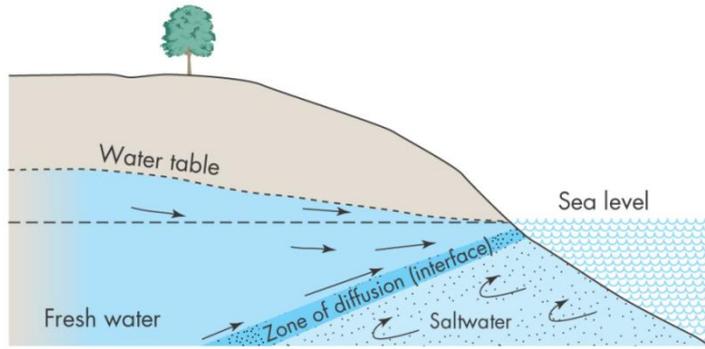
Ground-water discharge to a stream



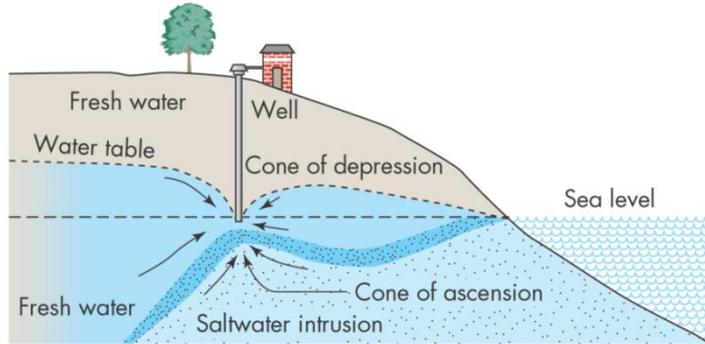
Pumping well intercepting discharge to a stream

From Winter and others, 1999

La extracción de agua subterránea cerca del mar puede crear intrusión salina



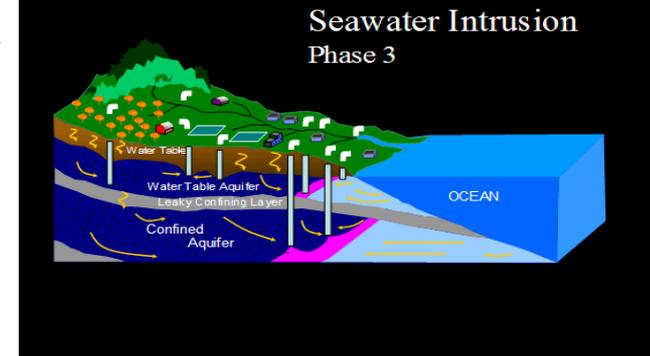
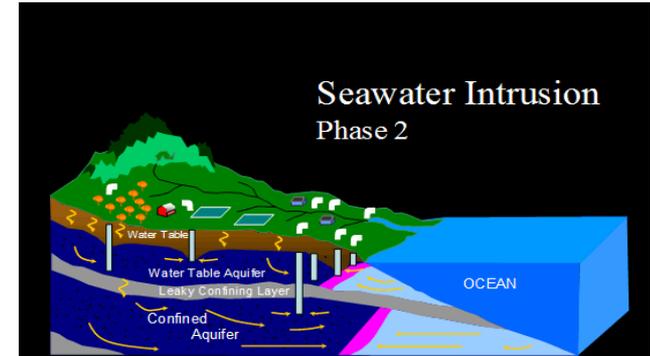
(a)



(b)

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

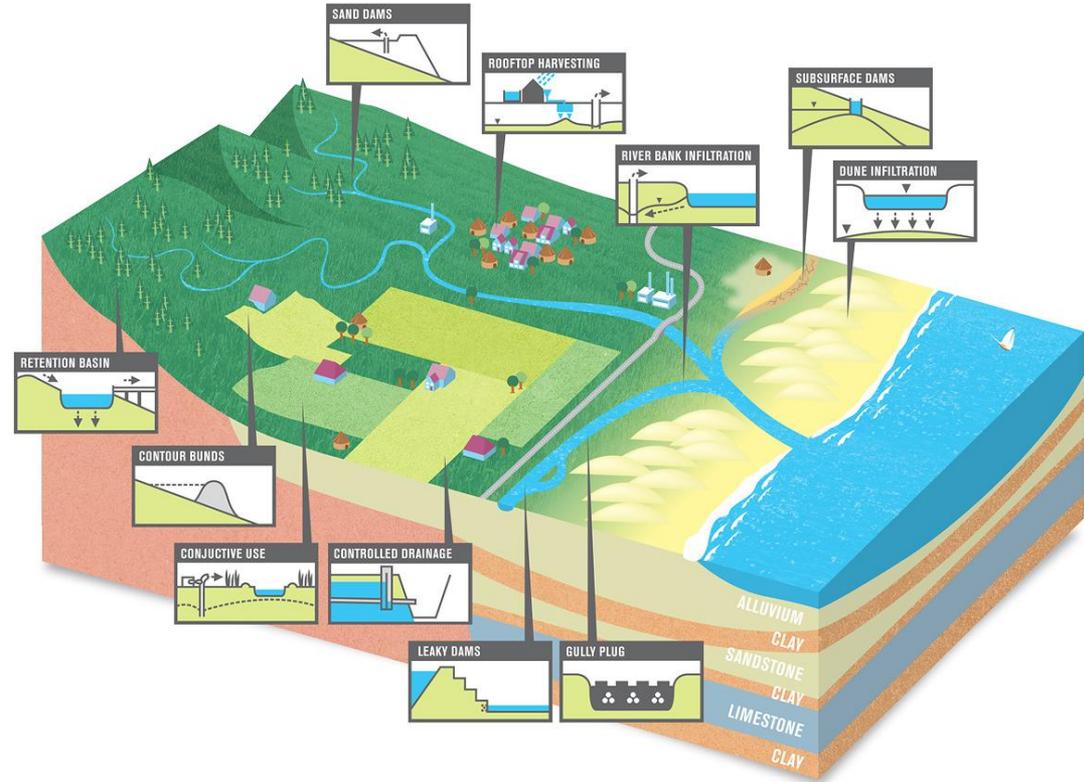
Los pozos profundos, al ser sobreexplotados pueden tardar mayor tiempo en recobrar niveles que permitan la explotación. Además, están sujetos a un mayor riesgo de salinización (por cuestión de densidad y presión hidrostática).



(Folch, 2011)

El suelo: un embalse natural

El manejo integrado de la recarga está surgiendo como alternativa a los embalses superficiales. Se está viendo como “embalses subterráneos” con menores pérdidas de agua por evaporación, menor costo de infraestructura y menor impacto ambiental.



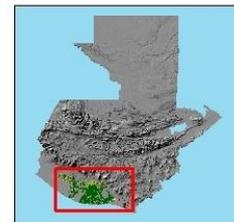
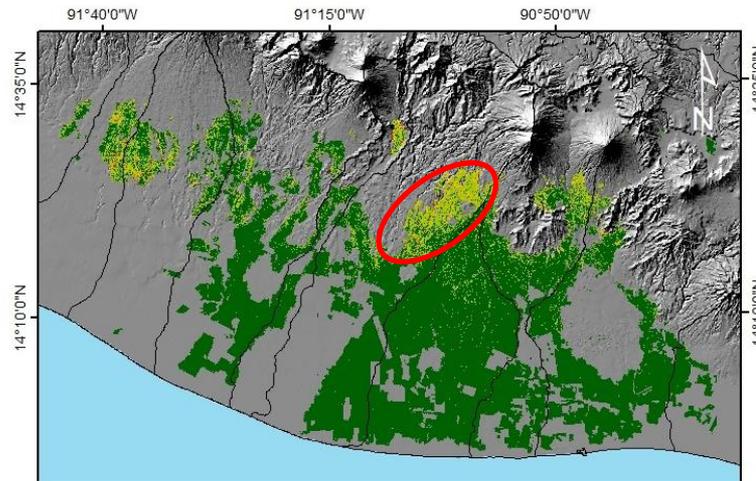
Opciones para el Manejo Integrado de la Recarga

MÉTODOS Y DISPOSITIVOS DE RECARGA ARTIFICIAL			
SUPERFICIALES	EN CAUCES	SERPENTEOS Y REPRESAS	Su objetivo es incrementar el tiempo y la superficie de contacto entre el agua y el terreo, la construcción de diques es una de las técnicas utilizadas.
		ESCARIFICACIÓN	Consiste en escarificar el lecho del río para mejorar la infiltración
		Vasos permeables	Son embalses de superficie cuya cerrada no es totalmente impermeable
	FUERA DE CAUCES	FOSAS Y BALSAS	Dispositivos alargados, poco profundo, y de gran superficie. La infiltración se produce predominantemente en el fondo.
		FOSAS	Son semejantes a las balsas, pero la superficie lateral es importante.
		CANALES	Son dispositivos poco profundos que siguen la topografía del terreno. La infiltración se produce tanto por el fondo como por los flancos.
		CAMPOS DE EXTENSIÓN	Se basa en extender el agua por las superficies del terreno, normalmente mediante riego.

Ventajas del almacenamiento subterráneo comparado con el superficial

Factor	Embalses	Acuífero
Evaporación	Pérdidas importantes	No hay pérdidas
Vectores de Enfermedades	Proliferación	En función del método de recarga
Costos	Alto costo de construcción	No se construyen estructuras de almacenamiento
Opinión Pública	Oposición	No visible o bien ocupa poco espacio superficial
Ecología	Interferencia con ecología del río	Interfiere con la dinámica del acuífero
Vida útil	Afectada por acumulación de sedimentos	Problemas de oclusión limita la infiltración de agua
Periodo de almacenamiento	Corto Plazo	Largo Plazo
Tratamiento del agua para uso posterior	Necesario	Reducido por la geopurificación

Estructuras de conservación de suelos que también aportan a recargar acuíferos



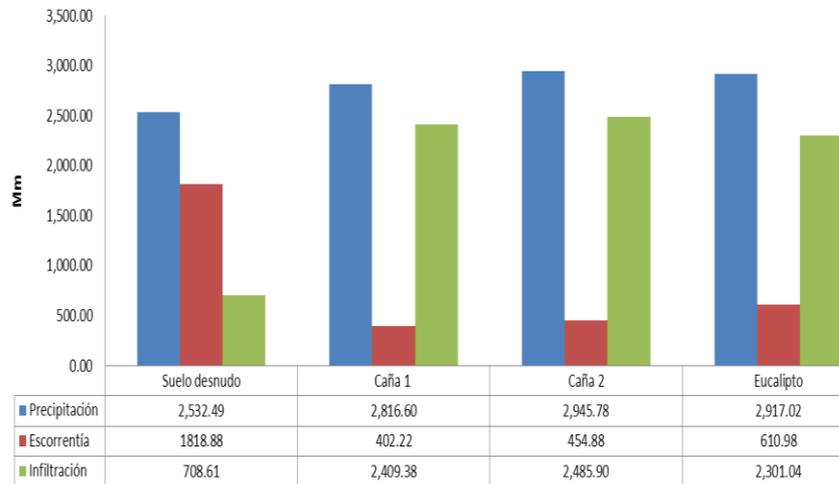
Estructuras para conservación de suelo y cosecha de agua en cultivo de caña de azúcar



Suelo	% Escorrentía	% Infiltración
Sin Cobertura Vegetal	72	28
Caña de Azucar	14	86
Eucalipto	20	80



Parcelas de escorrentía, microcuenca Los Sujuyes



Miembros ICC



Fundadores (2010)



Nuevos miembros (2015)



Nuevos miembros (2019)

Otras fuentes de financiamiento



Visítanos en www.icc.org.sv

<https://icc.org.gt/es/icc-2/>



Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático



English



Inicio

Nosotros

Noticias

Estaciones

Programas

Proyectos

Documentos

Galería

Contacto

¡Ciencia en acción para enfrentar el cambio climático!



Últimas Noticias



Personal de Gestión de Riesgo de Desastres del ICC presenta análisis de vulnerabilidad social

El licenciado Francisco Fuentes, técnico del Programa Gestión de Riesgo ...

[Leer más](#)



Estudiantes del CEDILU reciben charla sobre reproducción de peces nativos en la región

El licenciado Gabriel Rivas, especialista en acuicultura y calidad del ...

[Leer más](#)