

La innovación hidroagropecuaria en la 4T

José Agustín Breña Naranjo

&

Coordinación de Riego y Drenaje



GOBIERNO DE
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

¿Que es la innovación?

- **Transformación de una idea producto o servicio que crea valor agregado, o por el cual existe un mercado dispuesto a pagar su costo**
- **Replicable a un costo competitivo**
- **Resuelve un problema específico**
- **Continua vs disruptiva**
- **Universidades/CPI comercialización**

Las tecnologías exponenciales en la agricultura

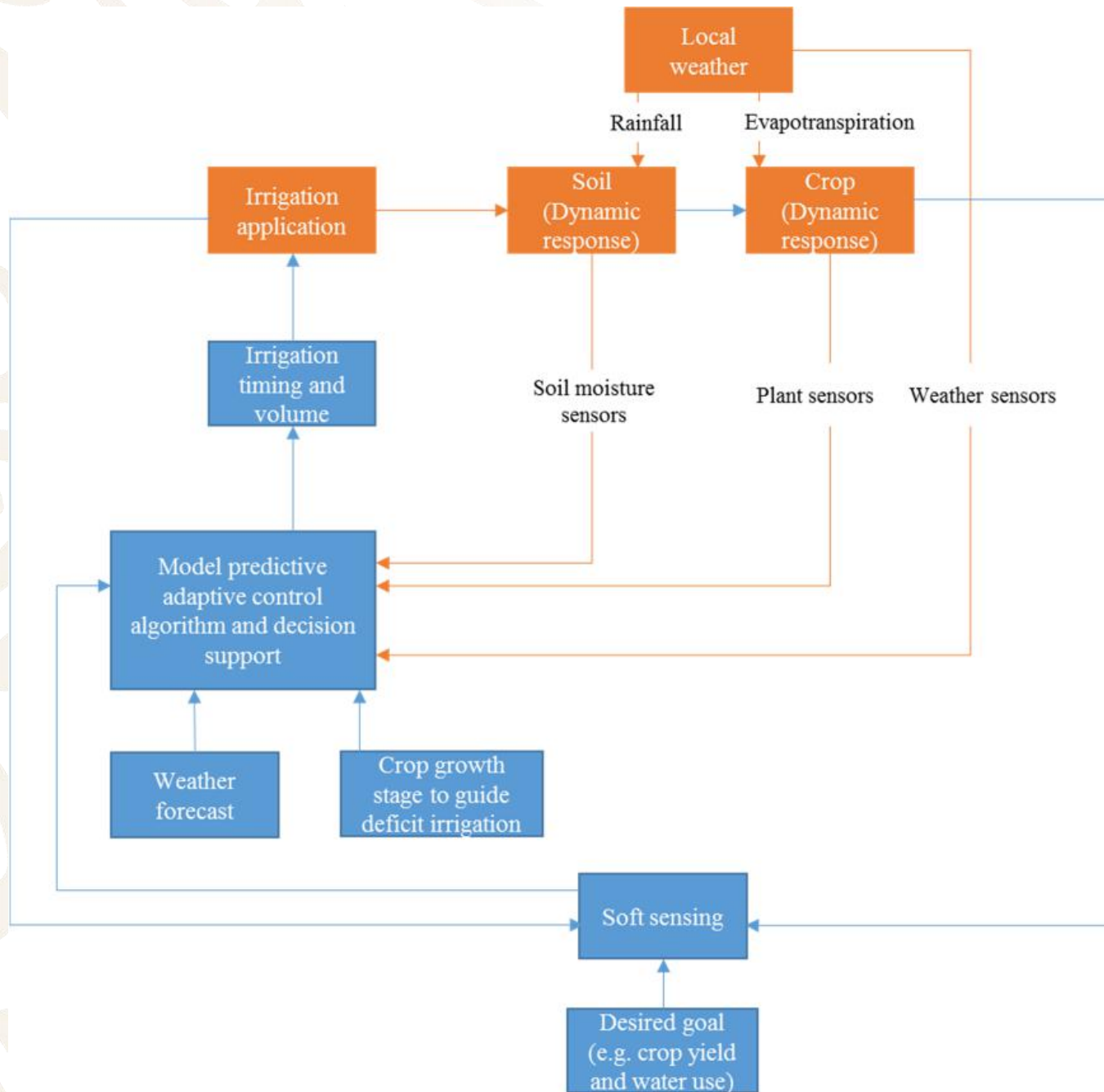
- Agricultura de precisión
- Internet of Things
- Ciencia de datos & IA
- Cadenas de bloques

Generación

Adquisición y almacenamiento de datos

Refinamiento de datos

Verificación y transparencia de datos



Sistemas ciber-físicos

- Sensores inteligentes (smart sensors)
- Datos a gran escala (big data)
- Modelos predictivos (predictive analytics)
- Gobernanza de la información (blockchain)

La innovación hidroagrícola en el mundo: agricultura de precisión



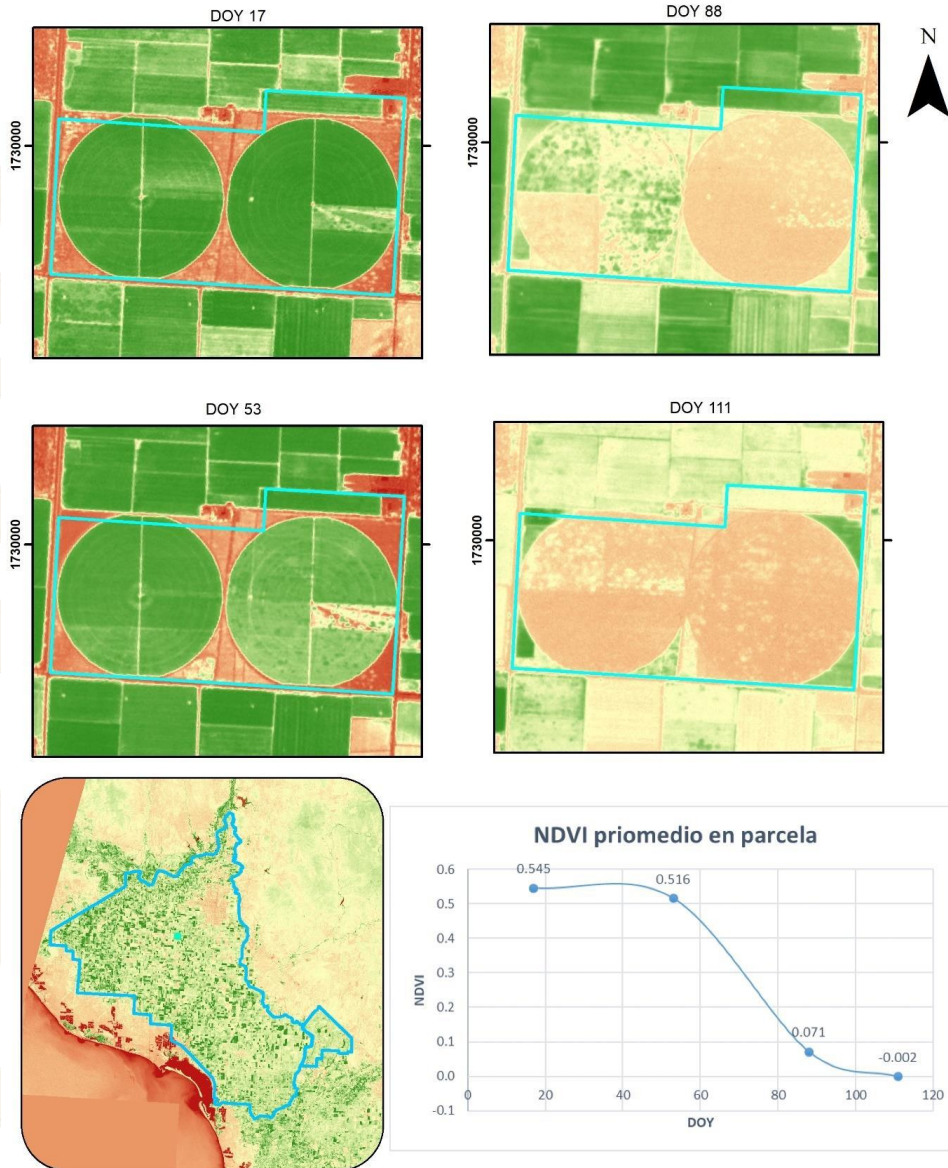
GOBIERNO DE
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

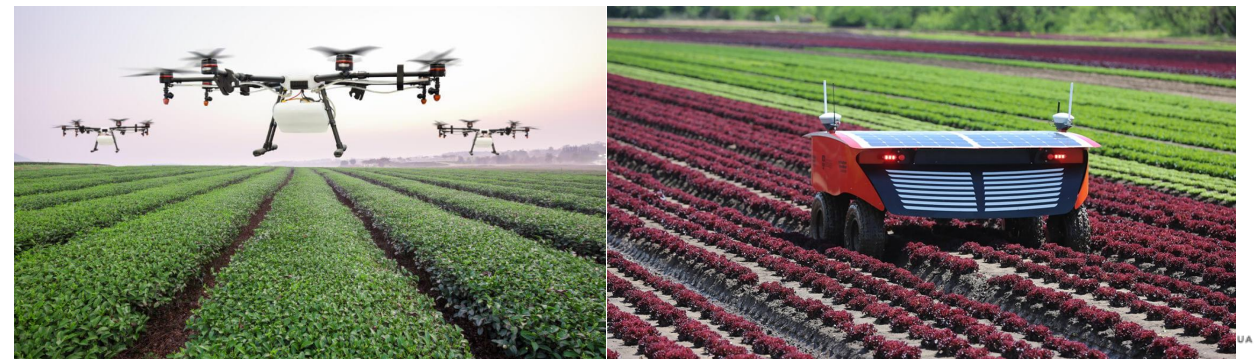


IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Agricultura de precisión

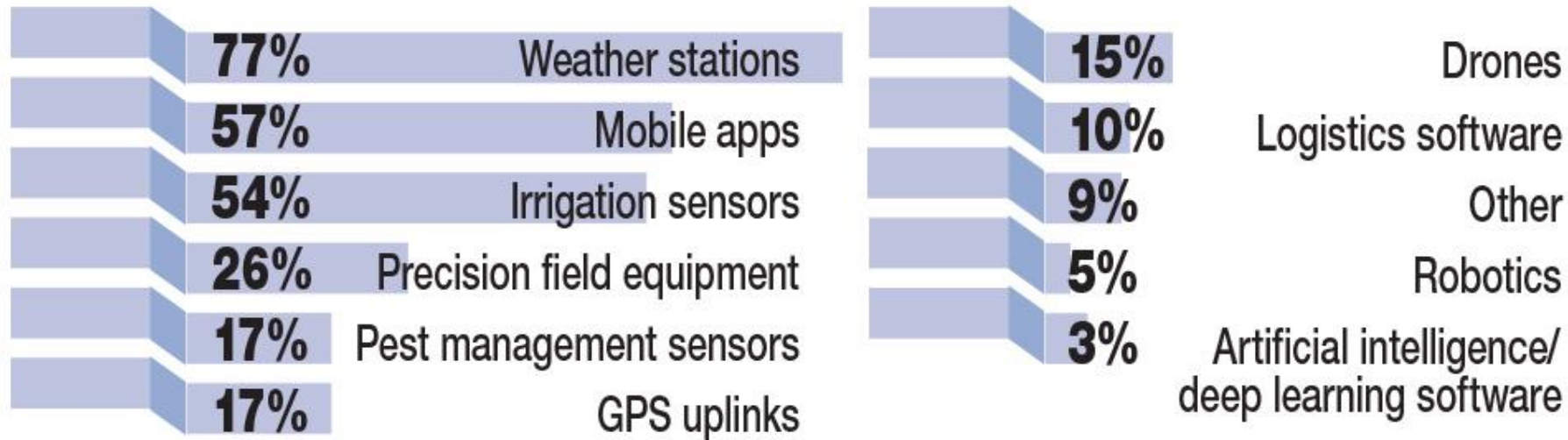


- Maximización de rendimientos agrícolas, minimización en el uso de recursos.
- Monitoreo de salud de cultivo y estrés hídrico/nutrientes a nivel parcelario.
- Detección de infraestructura hidroagrícola y extracciones de agua (huachicoleo)
- Sensores
- Tecnologías aeroespaciales (drones, nano-satelites)
- Robots



Agricultura de precisión: frutas

Precision Agriculture Tools Used:



Fuente: growingproduce.com

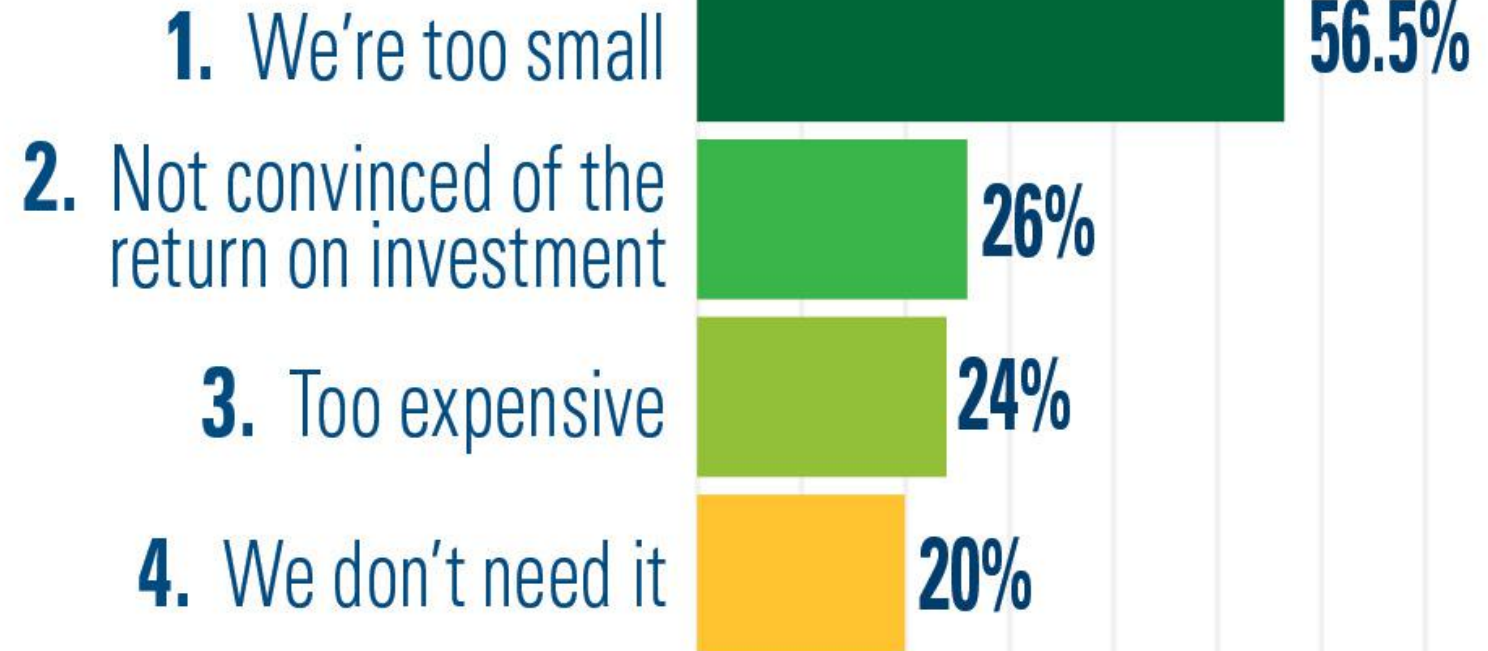
Dos sectores agrícolas: convencional con poca tecnología y otro dominado por sensores y robots en condiciones controladas

Agricultura de precisión: vegetales

- 47% de productores usan herramientas de precisión.
- 90% de productores (>2,500 acres) han adoptado tecnología de precisión.
- Menos del 25% de productores (<25 acres) no conocen/utilizan herramientas de precisión.

Fuente: growingproduce.com

Why Haven't You Adopted Precision Agriculture Tools?



Agricultura de precisión: vegetales

Most Commonly Used Precision Agricultural Tools

1. Weather Stations **66.2%**
2. Mobile Apps **57.9%**
3. Precision Field Equipment **42.9%**
4. Irrigation Sensors **39.1%**
5. GPS Uplinks **39.1%**



Growers Willing to Try It Out

Many of you not currently using precision methods plan to give them a try within the next few years — 34.7%. Here are the tools you plan to use first:

1. Irrigation Sensors **44.4%**

2. Weather Stations **33.3%**

3. Precision Field Equipment **27.8%**

4. Mobile Apps **25.9%**

Fuente: growingproduce.com

La innovación hidroagrícola en el mundo: Ciencias de datos & IA



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

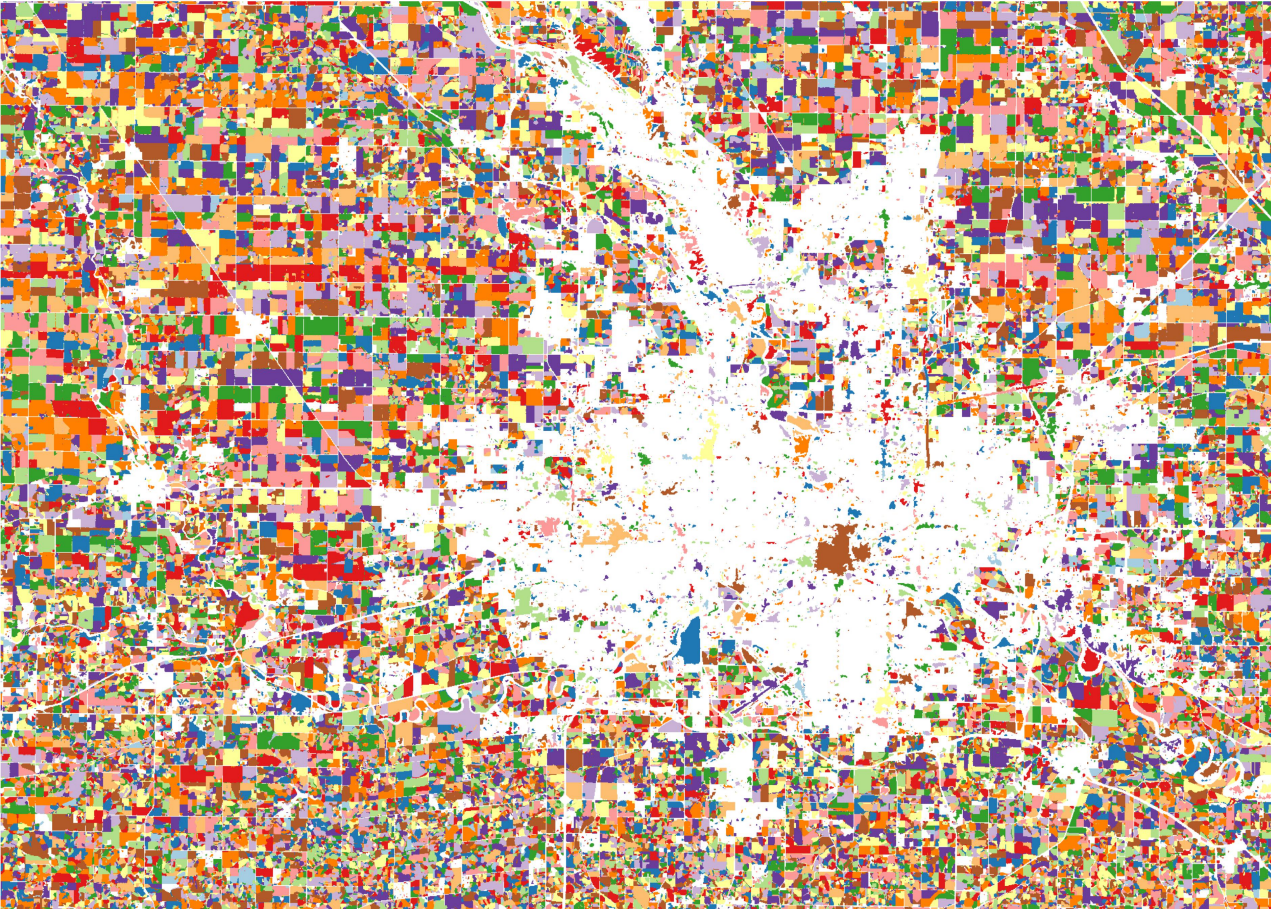
MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Refinamiento de datos para clasificación de cultivos

Iowa (agricultura de temporal)



Nuevo Mexico (riego por pivotes)



Fuente: Descartes Labs

Big data para la gestión de agua en zonas agrícolas



Fuente: SWIIM

Optimización e intercambio de derechos de agua

Airbnb del agua

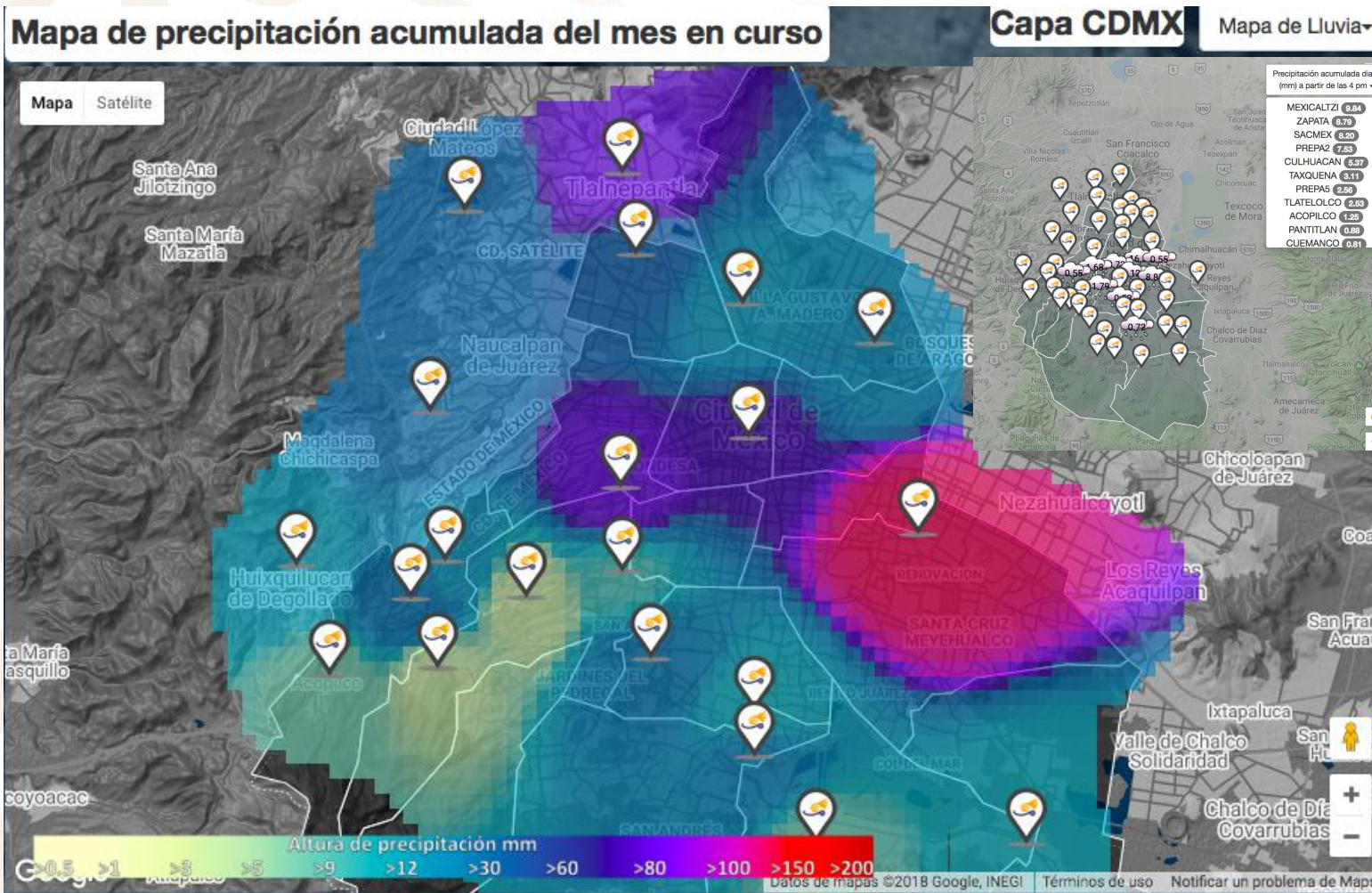
Big data para prever los impactos ocasionados por eventos extremos



- Sensores locales que adquieren hasta 3000 mediciones por segundo (viento, lluvia, granizo, índice de calor, heladas).
- Ciencia de datos para mejorar las predicciones de los impactos del clima en el sector de las aseguradoras, agricultura & cadenas de suministro.

Fuente: Understory Weather

Big data para prever los impactos ocasionados por eventos extremos



Fuente: <https://www.oh-iiunam.mx/mapalluvia2.html>

- La red pluviométrica urbana más densa del mundo. $dt = 1$ min.
- 500 MB de datos generados y almacenados al día.
- Datos abiertos y disponibilidad en tiempo real.
- Apto para Sistemas de Alerta Temprana
- ¿Observatorio Hidroagrícola?

Detección de infraestructura hidroagrícola con aprendizaje de datos



ML- training



Retraining



La innovación hidroagrícola en el mundo: Blockchain



GOBIERNO DE
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

NATURE | COMMENT

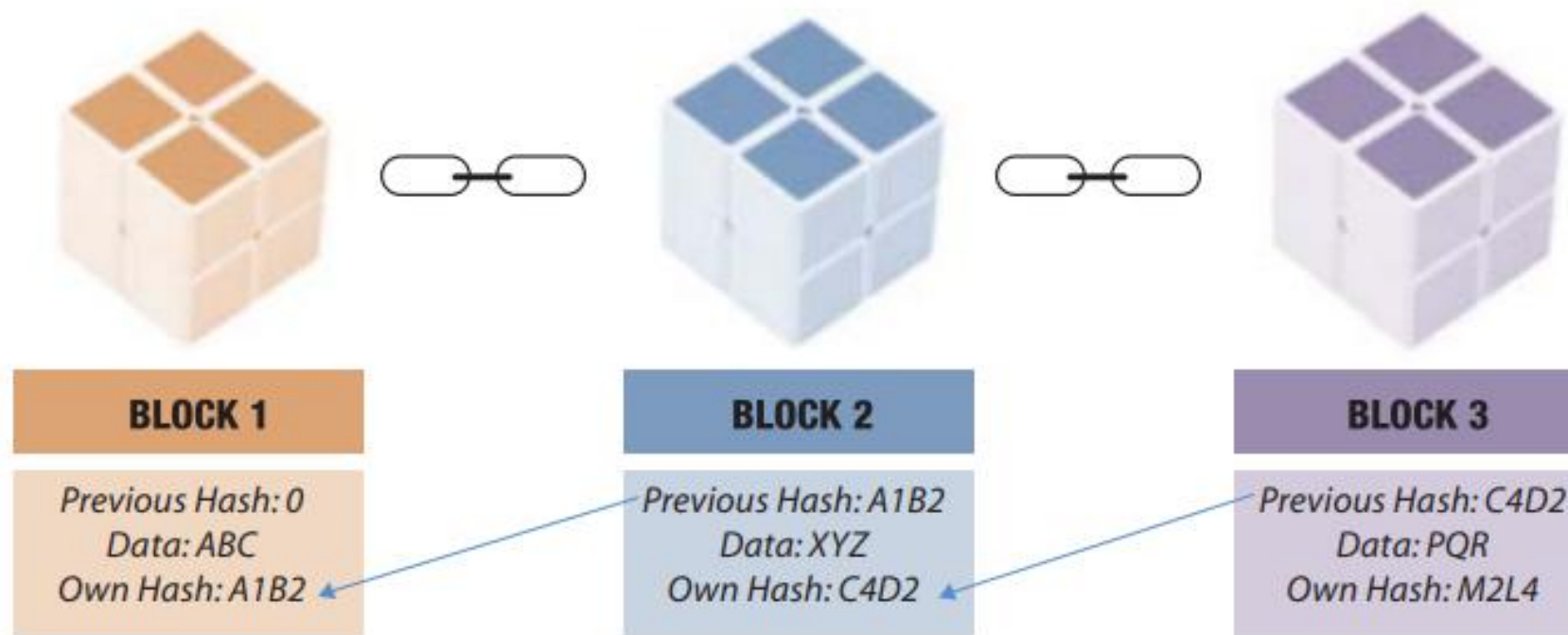
The environment needs cryptogovernance

Guillaume Chapron

22 May 2017

The blockchain technology that underpins cryptographic currencies can support sustainability by building trust and avoiding corruption, explains Guillaume Chapron.

- “If humans repeatedly fail to build trust, perhaps algorithms should replace them”
- Cripto-gobernanza: Confianza, transparencia y trazabilidad dentro de un registro digital
- Nueva herramienta para el monitoreo, reporte y verificación



- Un registro distribuido la autoridad central (quien almacena y valida los datos) no es necesaria, en su lugar es una red de usuarios quien recaba y valida los datos.
- Un blockchain utiliza criptografía para asegurarse que los datos no sean alterados de manera ilegal sistema altamente confiable para almacenar y transferir la información.

¿Cuándo de necesita un blockchain?

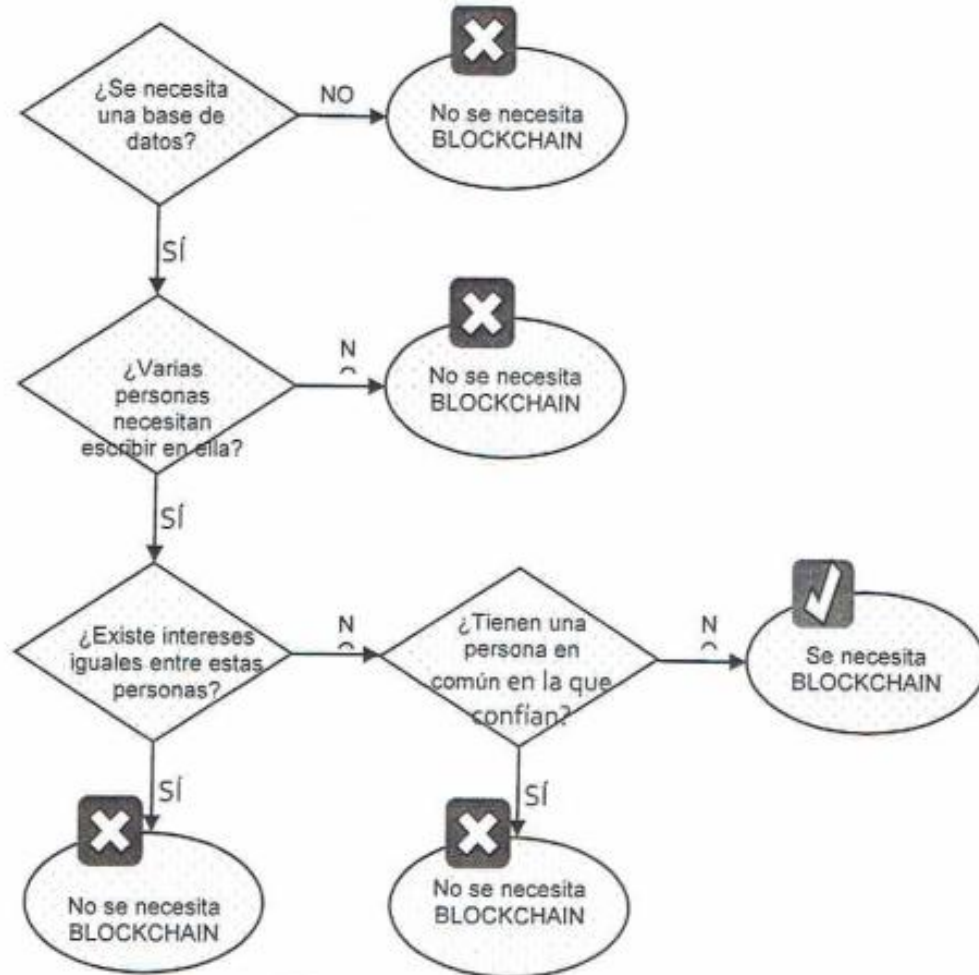
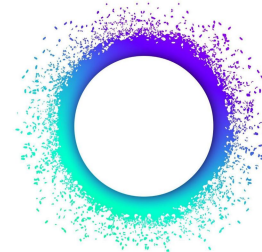


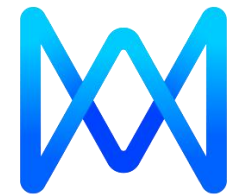
FIGURA 1. PROCESO DE JUSTIFICACIÓN DE BLOCKCHAIN

Blockchain examples	Primary focus	Developers and managers	Tokens	Speed (transactions per second (tps))	Coding language
Bitcoin	Digital cash system	Community of code developers	Bitcoin	7	C++,
Ethereum	Smart contracts	Ethereum Foundation	Ether	15	Solidity
Ripple	Connecting different payment systems	Large venture based startup	Ripples (XRP)	1 500	JavaScript
NEO	Smart contracts	Onchain	NEO, GAS	1 000+	C#, NET
Stellar	Unbanked	Community of code developers	XLM	1 000	JavaScript
Hyperledger Fabric	Smart contracts	Linux Foundation backed project	n/a	Depending on chosen type (maximum 700)	Golang
EOS	Smart contracts	Community of code developers	EOS	3 000+	C++

Source: Jean-Marc Seigneur (personal comm.); authors



H O L O C H A I N



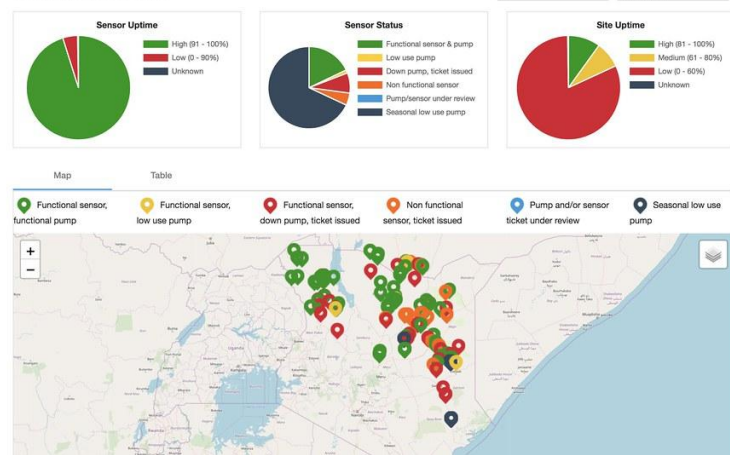
QuarkChain

100,000 TPS

Water security

- Water monitoring and management
- Micropayments for water meter donations

Sensors Overview



- Decentralized, catchment-based approach to improving water quality
- Water quality control in catchment areas

Libelium World:

Published in: Case Studies, Plug & Sense!, SmartWater, Waspnote



Drones, Sensors and Blockchain for water quality control in the Volga river to promote trustworthy data and transparency

November 28th, 2018 - Libelium

In Russia, approximately 70% of drinking water comes from surface, while the rest comes from groundwater. Twenty-five per cent of the world's fresh water is located in Russian territories.

Unfortunately, water pollution is a major issue in this country, with more than 10 million Russians currently lacking access to quality drinking water. According to the Russian regulatory bodies, around 35 to 60% of total reserves of drinking water do not meet sanitary standards. This fact favors the proliferation of health issues in many cities and villages across the country, as only 8% of the wastewater is correctly treated before being returned to the waterways.

THE LAND

NEWS SPECIAL FEATURES CATTLE SHEEP CROPPING WEATHER CLASSIFIEDS SEND L
NEWS EVENTS PROPERTY PHOTOS LIFE & STYLE OPINION POLITICS NEXT CROP MORE

Water trading in minutes with blockchain

Olivia Calver

18 Jul 2019, 4 p.m.

News



Civic Ledger hopes to pilot blockchain technology in the Mareeba-Dimbulah Irrigation Area water market. Photo: courtesy Tropical Tablelands Tourism

- Precipitation intensity monitoring and forecasting

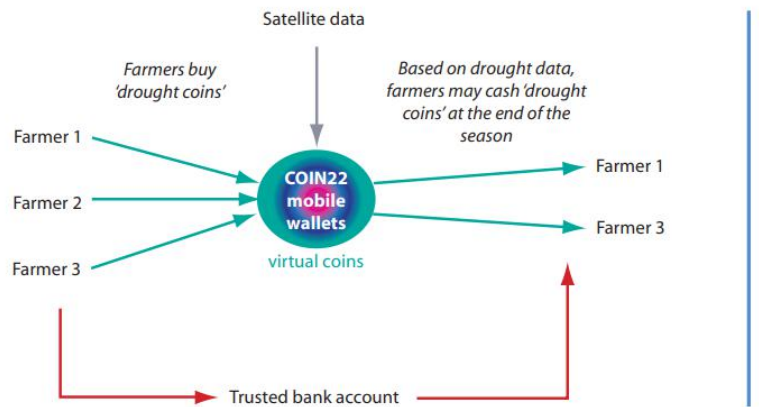
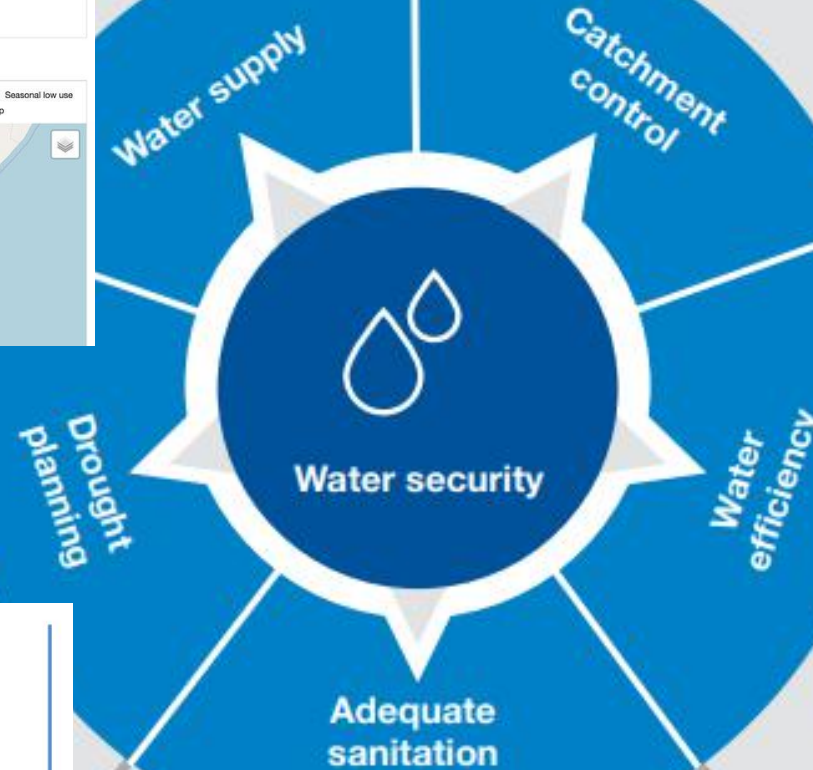


Figure 5: Overview of the FARMS technology solution

Source: COIN22



- Asset-backed token system for clean, accessible drinking water
- Hyperlocal water data for monitoring water quality
- Efficient water treatment systems

- Blockchain-enabled peer-to-peer trading of excess water resources
- Cryptocurrency-enabled smart meters

El papel de IMTA en la innovación hidroagrícola



GOBIERNO DE
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



RIGRAT EN EL ORGANISMO DE CUENCA PACÍFICO NORTE



- DR 076 Valle Del Carrizo
- DR 075 Río Fuerte
- DR 063 Guasave
- DR 074 Mocorito
- DR 010 Culiacán-Humaya
- DR 109 Río San Lorenzo
- DR 108 Elota - Piaxtla
- DR 053 Estado de Nayarit

El IMTA coordina desde 2014, la implantación, seguimiento y la evaluación de 31,000 ha en la Componente RIGRAT en los Estados de Sinaloa y Nayarit. 9 Distritos de Riego, 20 ACURS, 4 Supervisores y 31 responsables técnicos.

COMPONENTES DEL PROGRAMA RIGRAT EN DISTRITOS DE RIEGO

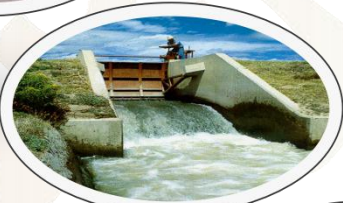
RIGRAT



I. ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN



II. TRAZO Y DISEÑO DEL RIEGO POR GRAVEDAD



III. ENTREGA Y COBRO DEL AGUA POR VOLUMEN A LOS USUARIOS



IV. SEGUIMIENTO DEL RIEGO EN TIEMPO REAL



V. ELABORACION Y SUPERVISION DE PROYECTOS DE NIVELACION DE TIERRAS



VI. EVALUACIÓN DEL RIEGO

Planeación técnico-económica para expansión de tierras de riego (caso Canal Nayarit)

Investigador(es): Grupo de la subcoordinación de Contaminación y Drenaje Agrícola

Problemática: En Nayarit, la agricultura depende en gran parte de cultivos de temporal y humedad residual, es decir, que existe demanda de infraestructura de riego y drenaje que permitirá incrementar rendimientos de los cultivos e intensificar el uso de la tierra estableciendo al menos dos ciclos de cultivo al año.

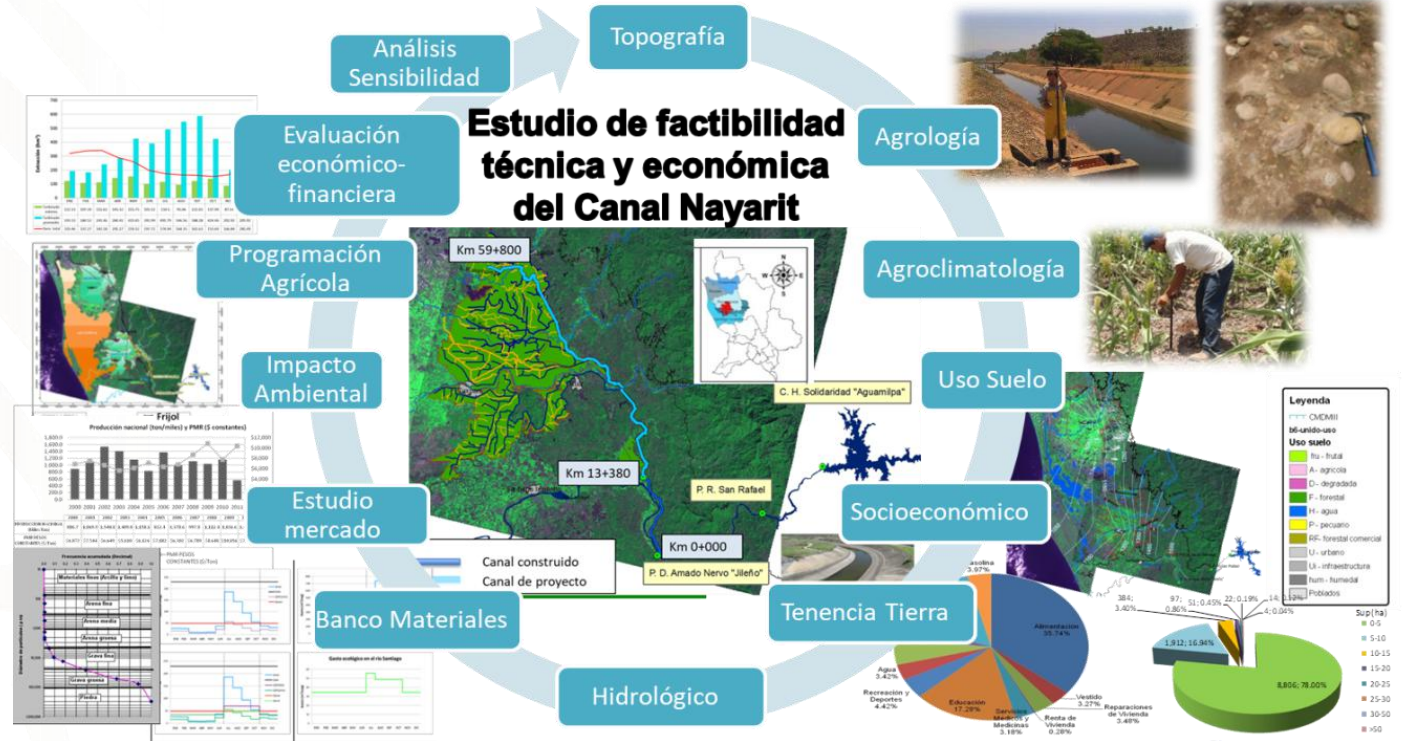
Resultados y entregables: Estudios topográficos, agrológicos, catastrales, de uso de suelo, hidrológicos, de mercado, de impacto ambiental, etc., que permitieron realizar una evaluación económico-financiera para establecer el proyecto de desarrollo hidroagrícola.

Impacto: Fortalecimiento de la producción primaria, generación de empleos, retención de mano de obra en el sector rural.

Vinculación: Gobierno del Estado de Nayarit.

Beneficiarios: 7,643 productores

Financiamiento: FOFAE (Fideicomiso de Fomento Agropecuario del Estado de Nayarit)



Nexo Agua-Energía-Alimentos en suelos salinos

Investigador(es): M.C. Leonardo Pulido Madrigal; MSc. Jorge González Meraz; M.I. Erickdel Castillo Solís.

Problemática: En los módulos de riego 1, 2, 5 y 6 del Distrito de Riego 038 Río Mayo, Sonora, existen alrededor de 15,000 ha ensalitradas que se localizan en las partes bajas de la planicie costera. Es así que la única posibilidad de que los suelos puedan ser desalinizados para producir cosechas rentables, es a través de la integración del drenaje parcelario y del bombeo del drenaje. Los objetivos son desalinizar suelos localizados en las partes bajas, por medio de drenaje subsuperficial y bombeo del drenaje con energía eólica, y aumentar el rendimiento agrícola.

Resultados y entregables: Un informe. Un artículo para publicarlo en un congreso. Un libro sobre desalinización de suelos agrícolas. Un video que describa la metodología para desalinizar suelos e incrementar rendimientos mediante energías renovables.

Impacto: 1) Socioeconómicos: incremento en producción agrícola e incremento en ingresos. 2) Científicos: mejorar un modelo desarrollado en el IMTA para desalinizar suelos. 3) Ambientales: uso de energías renovables para enfrentar el cambio climático.

Vinculación: Distrito de Riego 038 Río Mayo de la Conagua; Sociedad de Responsabilidad del Distrito de Riego del Río Mayo.

Beneficiarios: Sociedad de Responsabilidad Limitada del Distrito de Riego del Río Mayo; módulos de riego 01, 02, 05 y 06 del Distrito de Riego 038 Río Mayo; aproximadamente 4000 usuarios que cultivan 29,700 ha.

Financiamiento: Conagua, Sociedad de Responsabilidad Limitada; módulos de riego.



Nexo agua-energía-alimentos en acuíferos salobres

- Sistema empleado para la producción de plántulas de jitomate en Villa de Cos, Zacatecas.
- Producción fresa y arándanos a nivel laboratorio.
- Producción de germinado de maíz como forraje.
- Unidad para consumo humano y/o animal

	Costo (US\$/m ³)
Inversión total de capital	0.57-0.25
Reemplazo de Membrana	0.37-0.17
Operación y mantenimiento costo anual	0.11-0.05
Costo unitario de producción	1.05-0.47

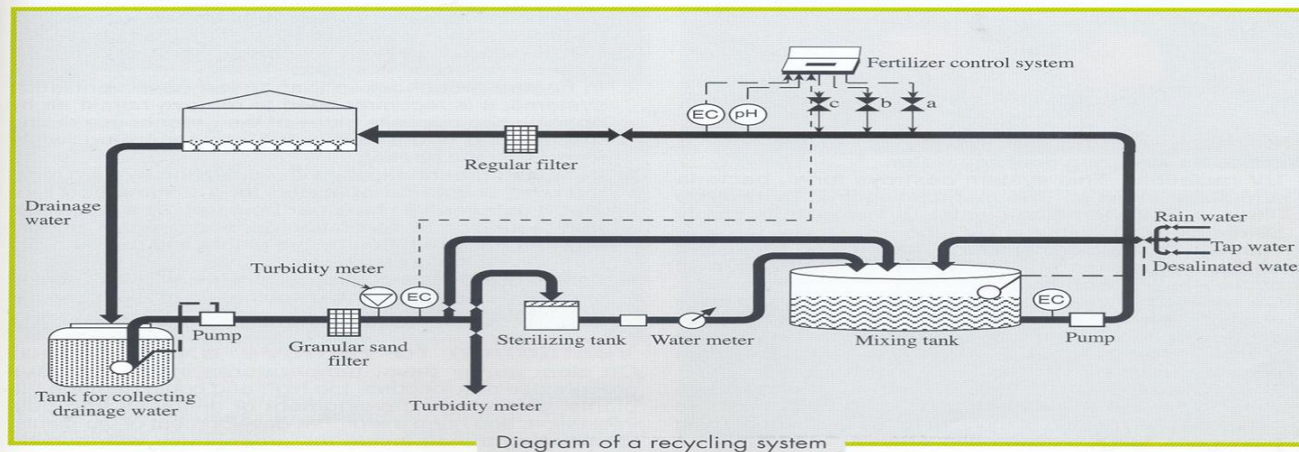


Agricultura en condiciones controladas y con sistema de recirculación



Con la finalidad de:

- ✓ Ahorro de agua
- ✓ Reducción de fertilizantes
- ✓ Disminuir contaminación



Impacto ambiental causado por agroquímicos en lagunas costeras

Investigador(es): M.C. Olga Xóchitl Cisneros Estrada

Problemática: Determinar si existe impacto ambiental por agroquímicos (Fertilizantes y plaguicidas), aportados a través de los drenes agrícolas del D.R. 076, Valle del Carrizo, Sinaloa, sobre las lagunas de Bacorehuis y Agiabampo.

La presencia de agroquímicos y otros contaminantes causan eutroficación y toxicidad afectando la biodiversidad e impactando negativamente la productividad y la economía local o regional.

Resultados y entregables: Se aplican 16 compuestos comerciales: 56% insecticidas, 31 % herbicidas, 13% fungicidas.

En sedimentos se encontraron DDT, Lindano y Aldrín, que están prohibidos

La entrada de agroquímicos al ecosistema lagunar se da a través de los drenes Metate y Jahuara.

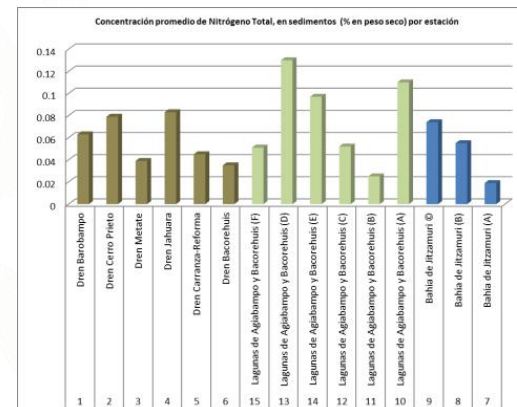
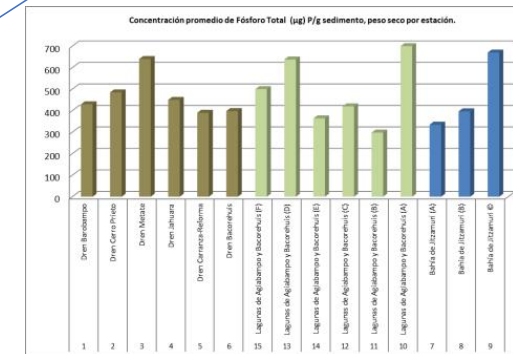
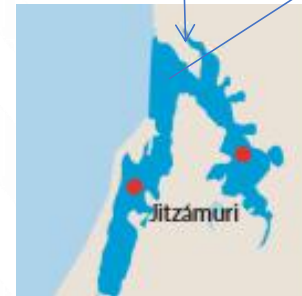
En general las lagunas no presentaron contaminación por nitrógeno y fósforo.

Se recomienda continuar con los estudios de contaminación para determinar si existe impacto por carbamatos, piretroides y organofosforados.

Impacto: En México existen 86 Distritos de Riego de los cuales 29 se ubican aledaños a zonas costeras. Se estima una superficie agrícola de 1'686,360 ha, cuyos agroquímicos usados en ellas tienen impactos en las zonas costeras.

Vinculación: 29 Distritos de Riego, cuyas AR son vertidas a cuerpos de agua costeros.

D.R. 076 Valle del Carrizo, Sin.



Aprovechamiento de las aguas residuales e intercambio de volúmenes de agua.

Objetivo: Estudio complementario sobre la tecnificación integral del D.R 009, Valle de Juárez, e intercambio de agua residual tratada por agua de primer uso en el Valle de Juárez, Chihuahua.

Resultados:

- De noviembre a enero se generan alrededor de 3.6 m³/s de aguas residuales tratadas que actualmente no son aprovechadas en la agricultura. Este volumen representa potencial de intercambio hacia la ciudad o de reúso en agricultura, si se construye infraestructura para su almacenamiento y posterior reúso.
- Los efluentes tratados de las plantas Norte y Sur, cumplen satisfactoriamente los límites de contaminantes que marca la NOM-003-SEMARNAT-1997 en cuanto a Coliformes, Fecales, DBO5, y Metales pesados. La planta Norte cumple además con los límites de Huevos de Helmintos, Grasas y aceites y Sólidos Suspendidos Totales. Por lo que las aguas tratadas de esta planta pueden ser totalmente reutilizadas para servicios al público en sus dos modalidades y/o en riego agrícola.
- Se recomienda que la Planta Sur, revise el funcionamiento de la trampa de grasas y aceites y de su proceso de sedimentación para que pueda cumplir con los límites que establece la NOM-003-SEMARNAT-1997.



Reutilización de aguas residuales para riego

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE LAS AGUAS NACIONALES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO. 1ª ETAPA

Componente de reúso del Agua tratada para agricultura



De las Plantas de Tratamiento con potencial de reúso para la zona de influencia del D.R. 023 se elaboraron proyecciones con fines de planeación en el corto, mediano y largo plazo

PTAR	Municipio	Año 2014 (m³/año)	Año 2030 (m³/año)	Año 2060 (m³/año)	Año 2080 (m³/año)	Año 2115 (m³/año)
Pedro Escobedo	Pedro Escobedo	214,648.00	356,867.04	348,262.49	365,595.22	404,832.02
San Pedro Ahuacatlán I	San Juan del Río	3,058,992.00	3,058,992.00	3,058,992.00	3,058,992.00	3,058,992.00
San Pedro Ahuacatlán II	San Juan del Río	8,173,948.00	13,768,489.91	18,012,206.90	20,082,083.81	23,379,908.56
Kimberly-Clark*	San Juan del Río	3,273,068.00	3,273,068.00	3,273,068.00	3,273,068.00	3,273,068.00
Total		14,720,656.00	20,457,416.95	24,692,529.39	26,779,739.03	30,116,800.57

Priorizando su uso en cultivos forrajeros, de granos básicos y frutales de cáscara.

Drenaje agrícola en zonas áridas



Instalación del sistema de drenaje subterráneo controlado.



Estructura de control para manejo del nivel freático.



Descarga de los excedentes agua de los drenes subterráneos.



Agosto 2005, rend. 40 ton/ha, zafra 2005-2006, DTT 035, Los Naranjos, Ver.



Septiembre 2006, rend. 120 ton/ha, zafra 2006-2007, DTT 035, Los Naranjos, Ver.

Drenaje agrícola en zonas áridas



Instalación de un sistema de drenaje subterráneo parcelario



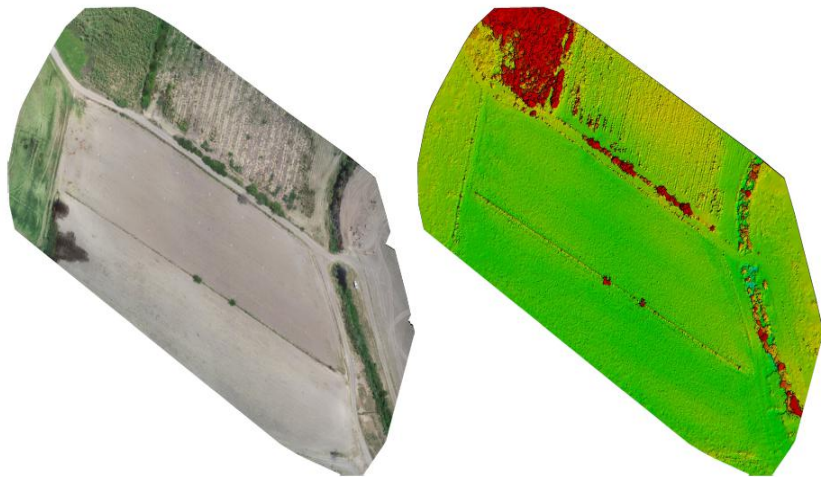
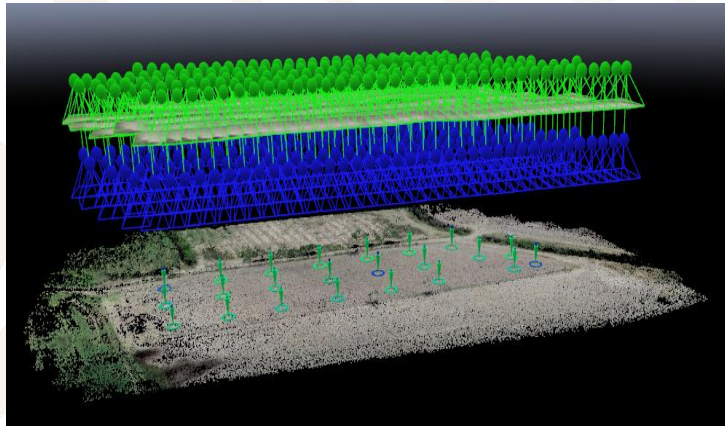
Descarga de los excesos de agua del perfil del suelo



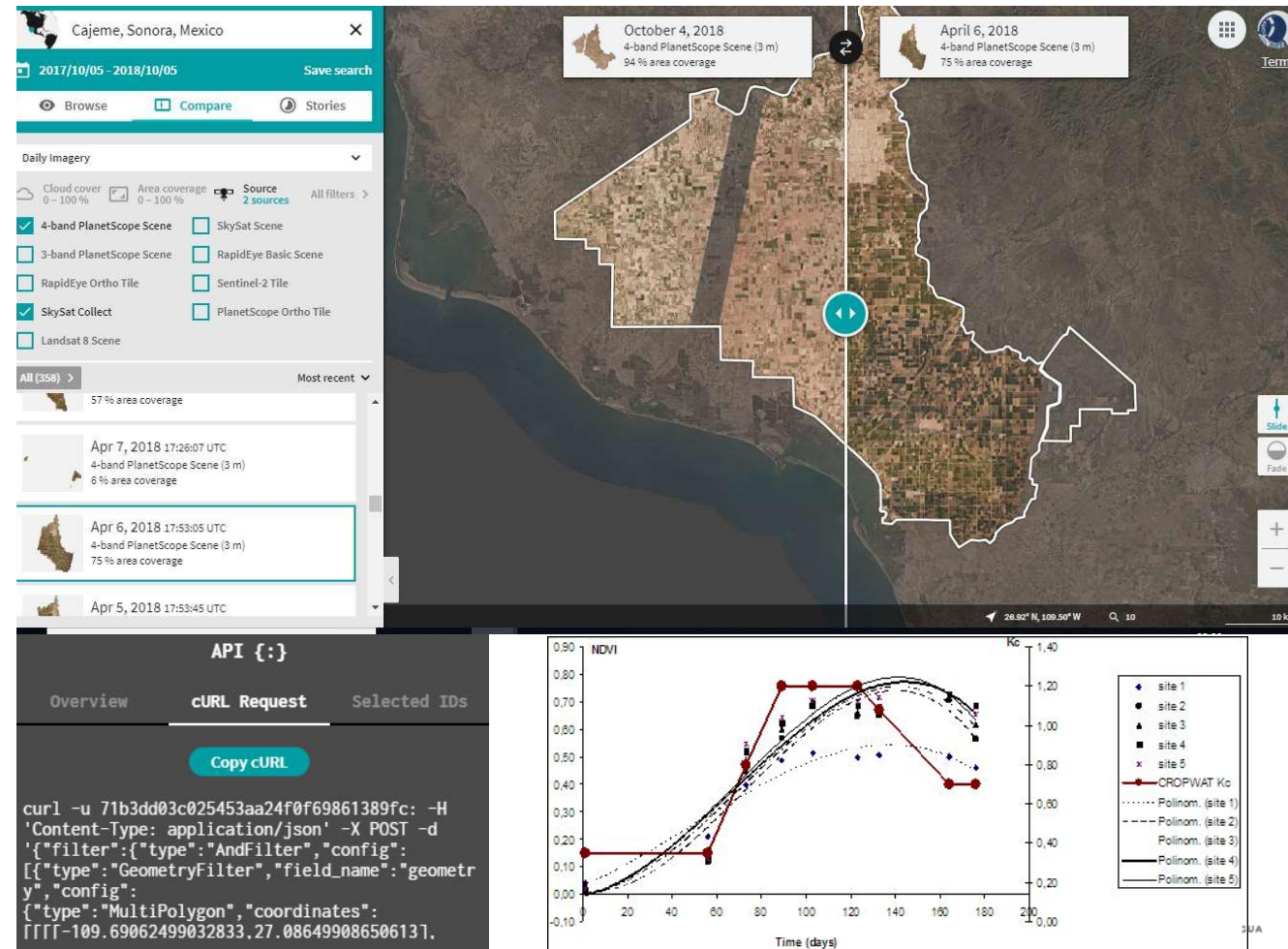
- En la actualidad se han instalado 100,000 ha, beneficiando a 10,000 familias.
- Se tiene un Manual de drenaje , con lo que se ha capacitado a técnicos de los Módulos de Riego y CONAGUA

Agricultura de precisión

Levantamiento topográfico
para renivelación de parcelas

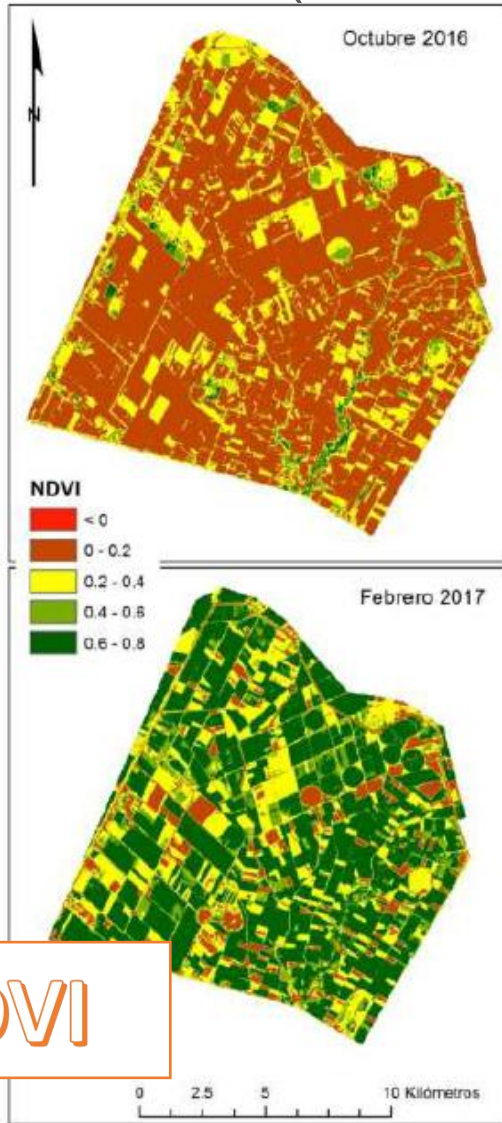


Mapas de evapotranspiración real a nivel
de parcela (Valle del Yaqui, DR 041)

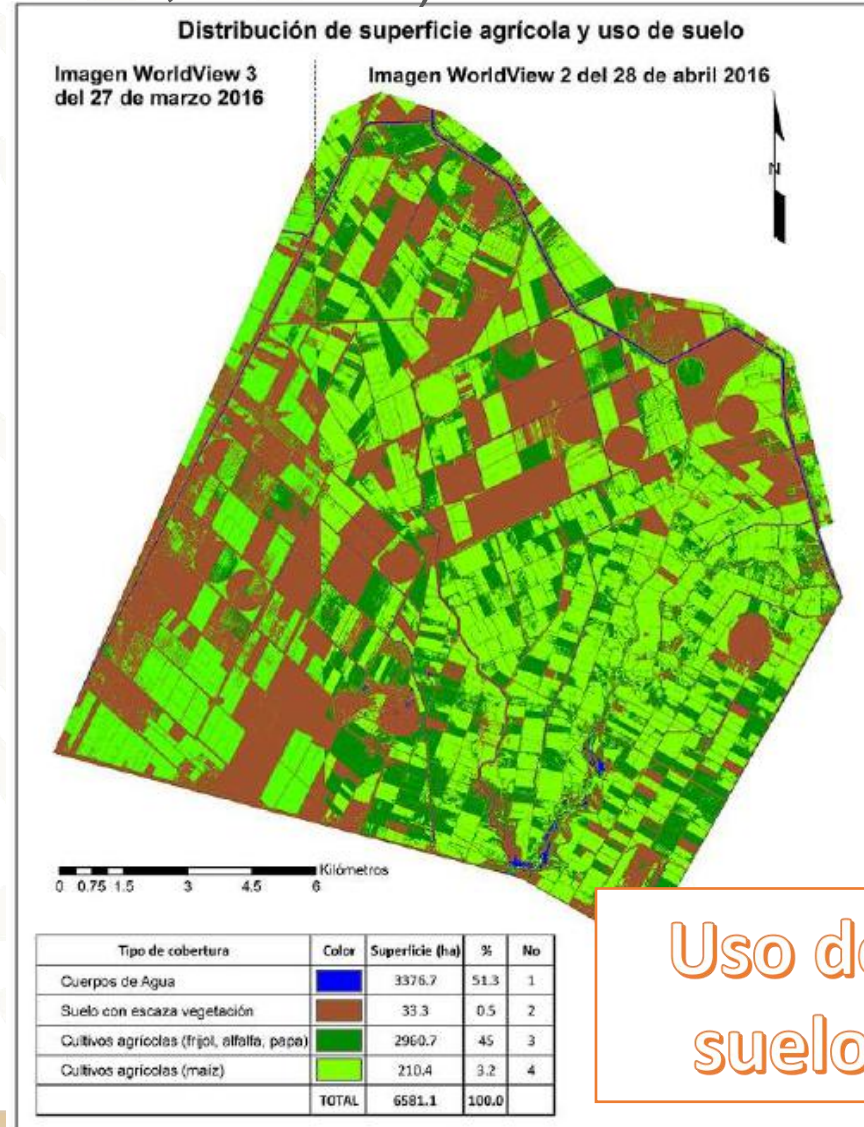


Agricultura de precisión

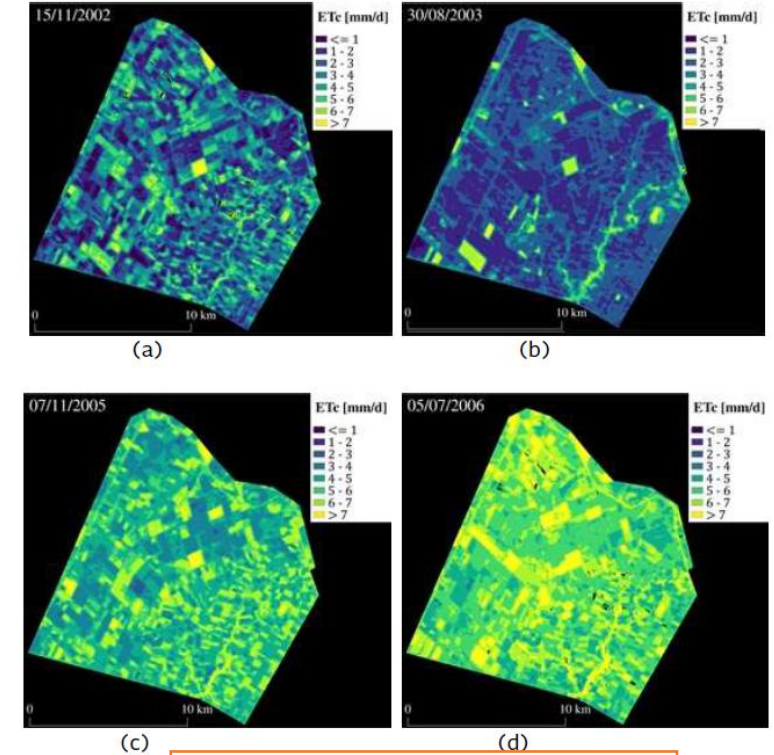
Mapas de evapotranspiración real
(Valle del Fuerte, DR 075)



NDVI



Uso de
suelo



Valores de
ETc usando
SEBAL

- La innovación se está llevando a cabo mediante el uso de tecnologías exponenciales:
- Los datos necesitan procesamiento (ciencia de datos apoyada por IoT, sensors inteligentes, drones, satelites & ciencia ciudadana) para mejorar la toma de decisiones en la gestión del agua.
- Integración of herramientas de monitoreo y control utilizando las nuevas TICs (agricultura de precisión) para un uso del agua más sustentable. Tasas de adopción en México?
- Herramientas ciber-físicas descentralizadas (blockchain) para informar a la sociedad y autoridades sobre la gestión del agua (cuanto, como y quienes).

Gracias por su atención



GOBIERNO DE
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA DEL AGUA