

XIX
Reunión General de
Directores

La colaboración de la ANFEI
ante los nuevos escenarios
de desarrollo del país

 **IMTA**
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

La Ingeniería hidráulica en el desarrollo del País

M.I. Víctor Javier Bourguette Ortiz
Director General del IMTA

5 AL 7 DE NOVIEMBRE DE 2014
CANCÚN, QUINTANA ROO

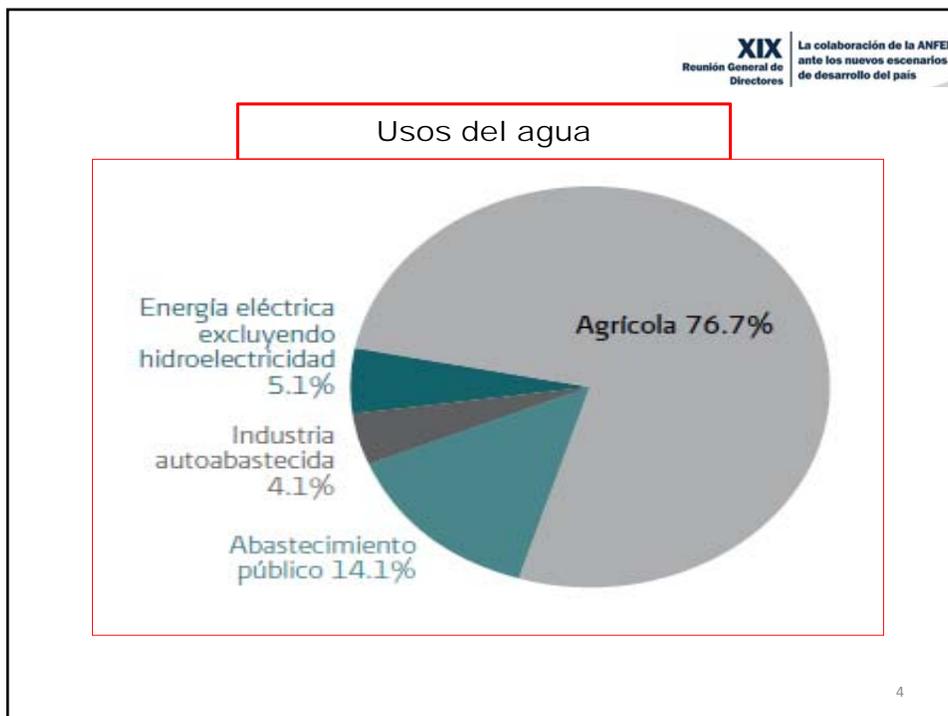
 **Asociación Nacional de Facultades
y Escuelas de Ingeniería**
Cincuenta años integrando la Educación Superior Mexicana en Ingeniería 1964 - 2014

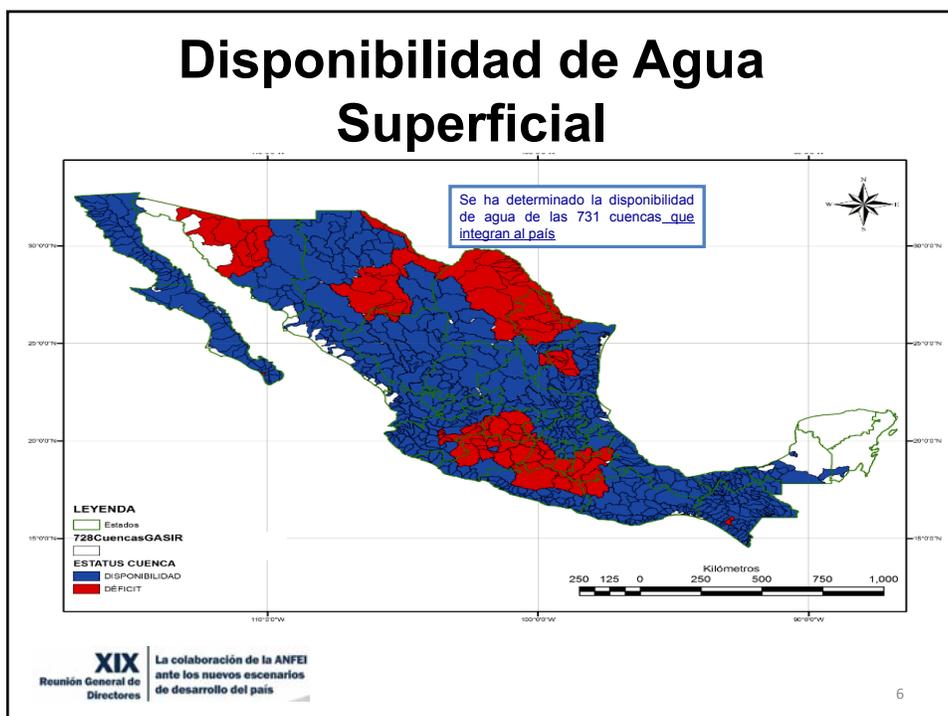
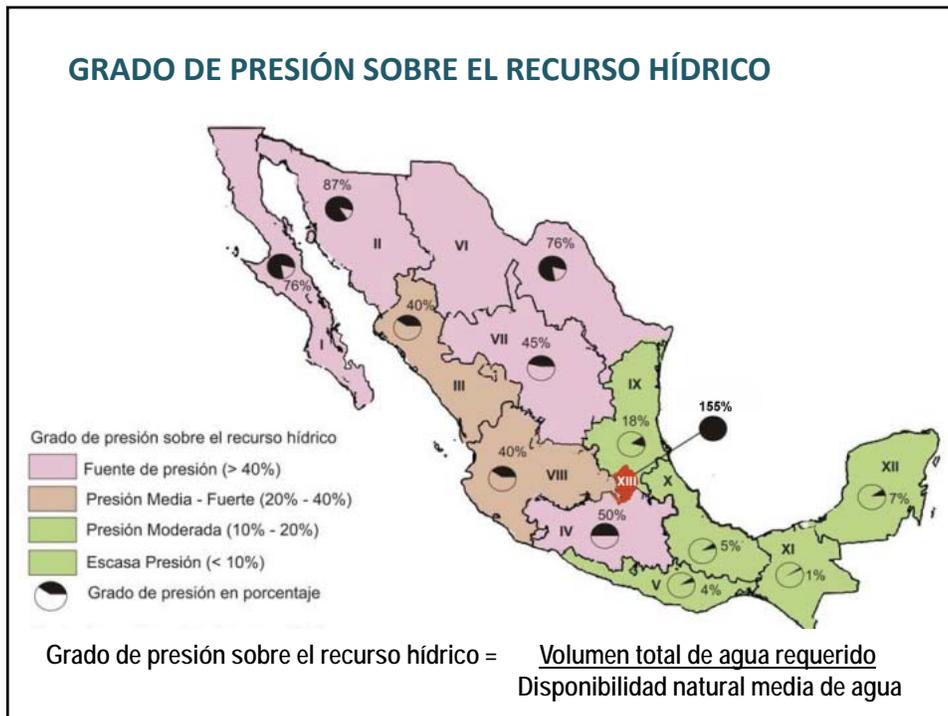
XIX
Reunión General de
Directores

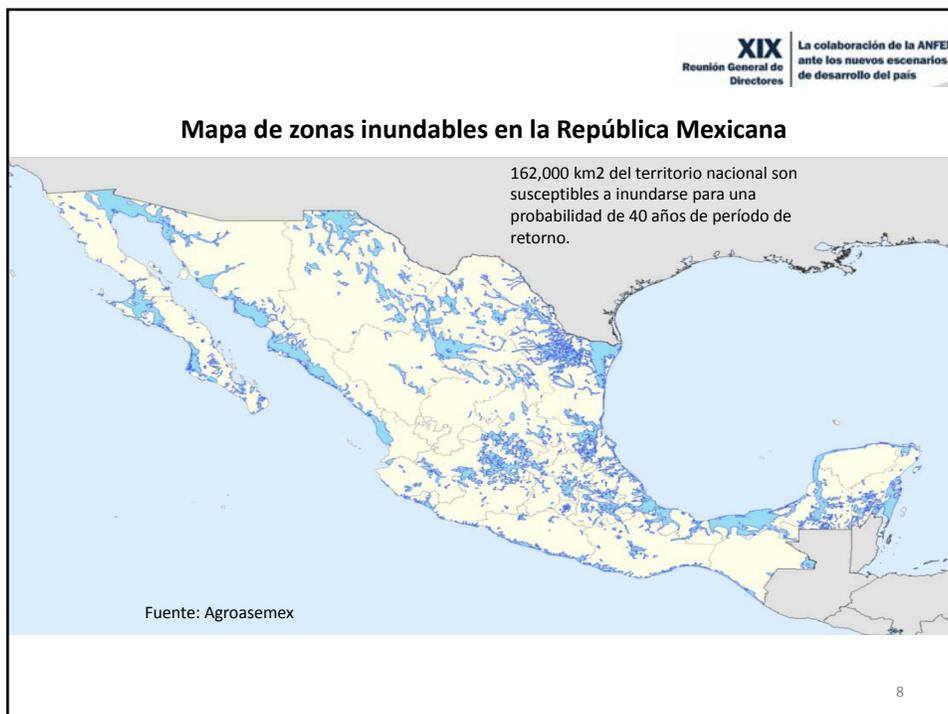
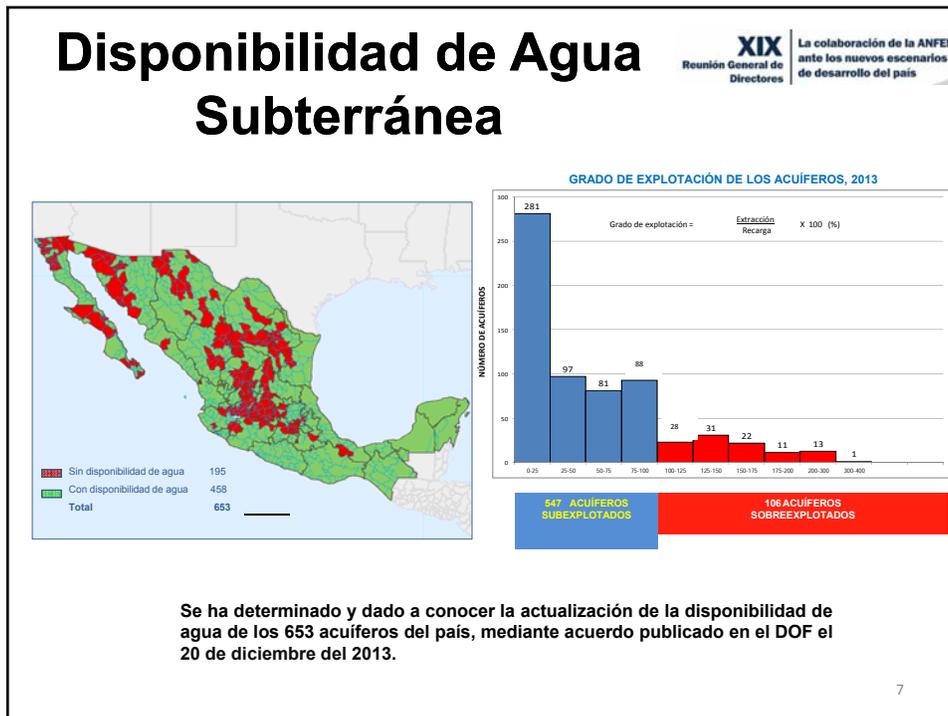
La colaboración de la ANFEI
ante los nuevos escenarios
de desarrollo del país

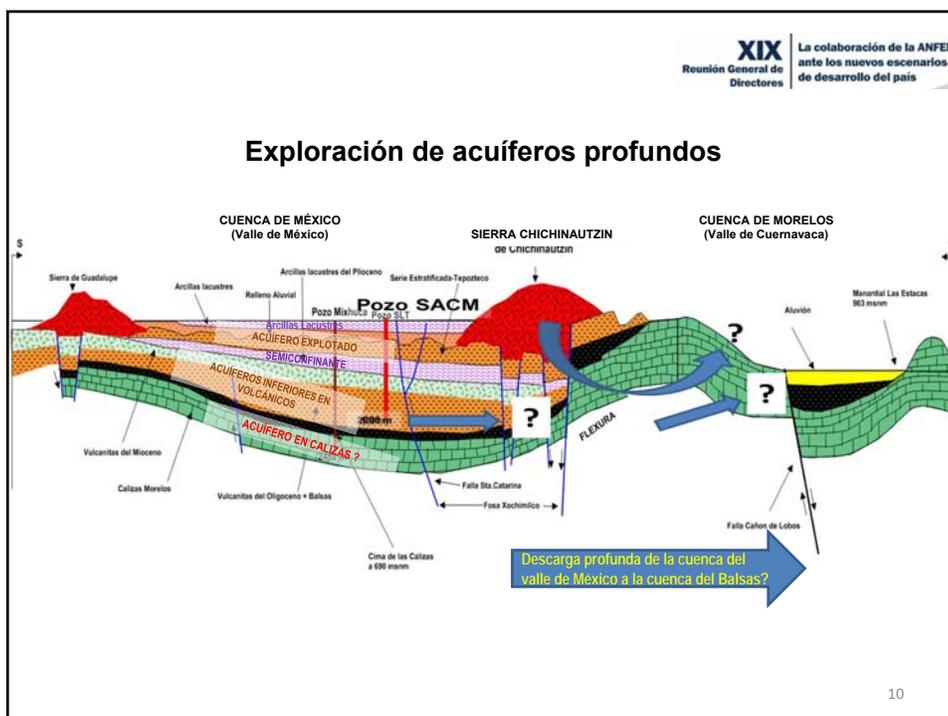
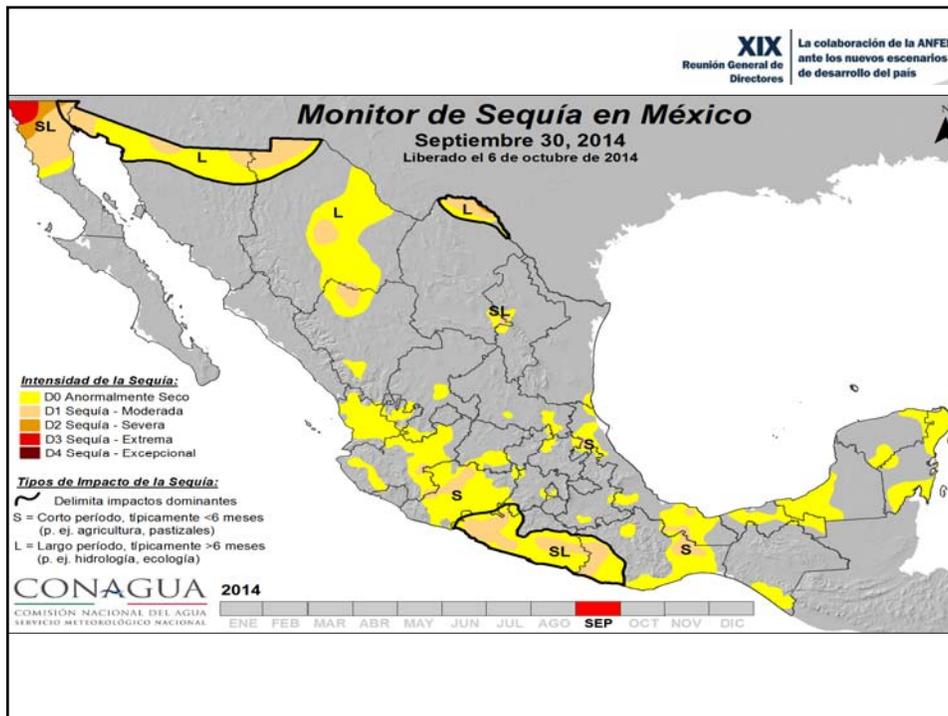
SITUACIÓN HÍDRICA ACTUAL

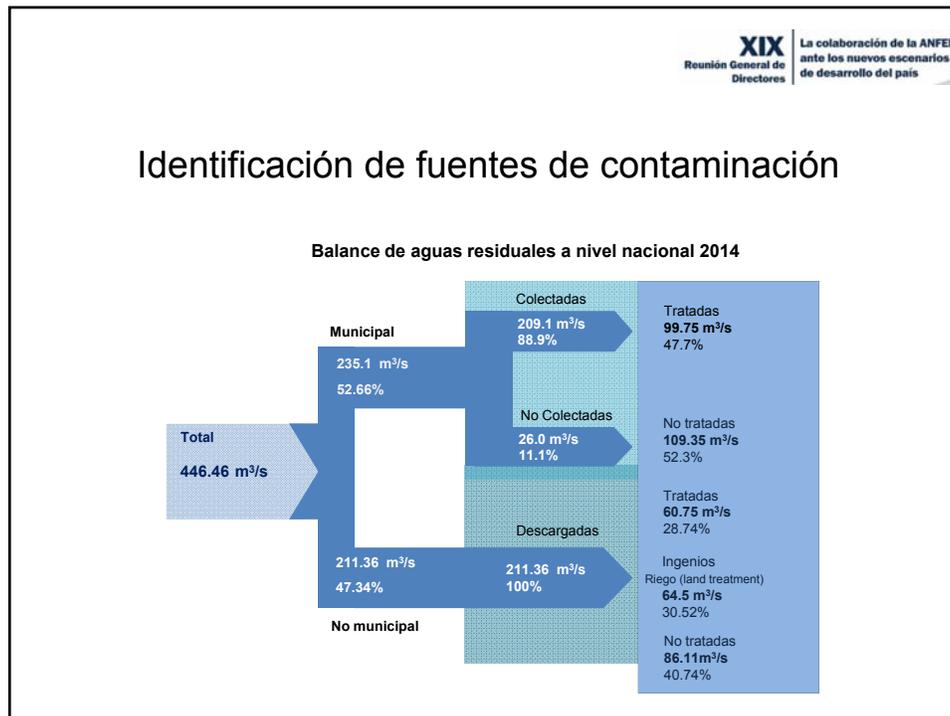
2











XIX
Reunión General de Directores | La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

POLÍTICAS PÚBLICAS

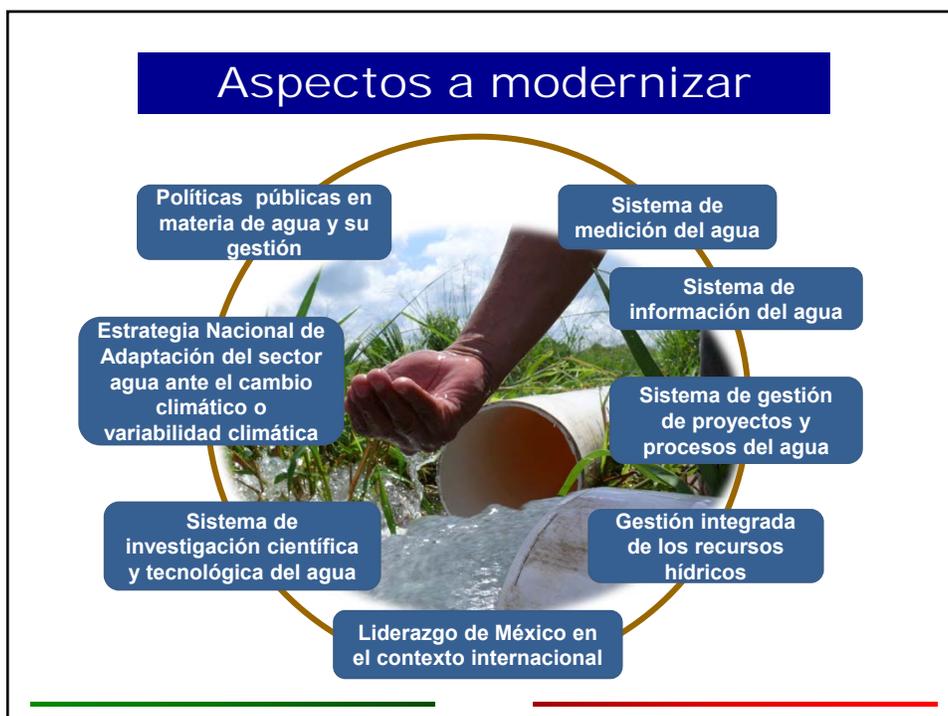
12

XIX Reunión General de Directores | La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Reformas Estructurales en México

- Energética
- Telecomunicaciones
- Laboral
- Educativa
- **Programa Nacional Hídrico 2014-2018**
(Nueva Ley General de Agua)







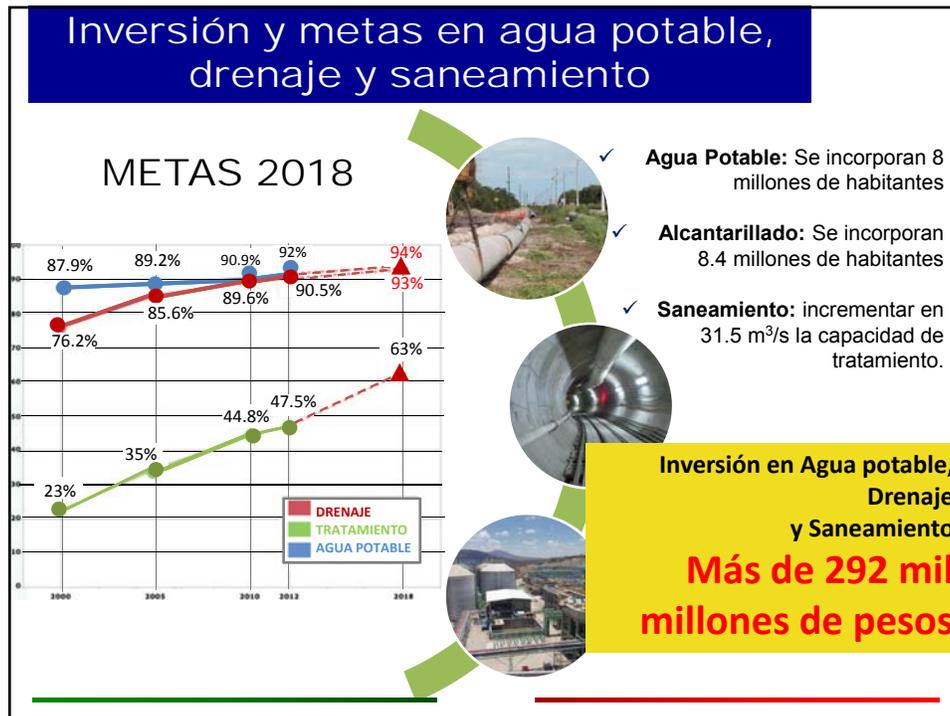
¿Cómo lo vamos a lograr?

3 GRANDES RUBROS:

- Agua y saneamiento
- Infraestructura hidroagrícola
- Protección a centros de población

Inversión programada para El sexenio: más de 417 mil millones de pesos





PROBLEMÁTICA RECURSOS HUMANOS CALIFICADOS

21

Programa Nacional Hídrico (2014-2018)

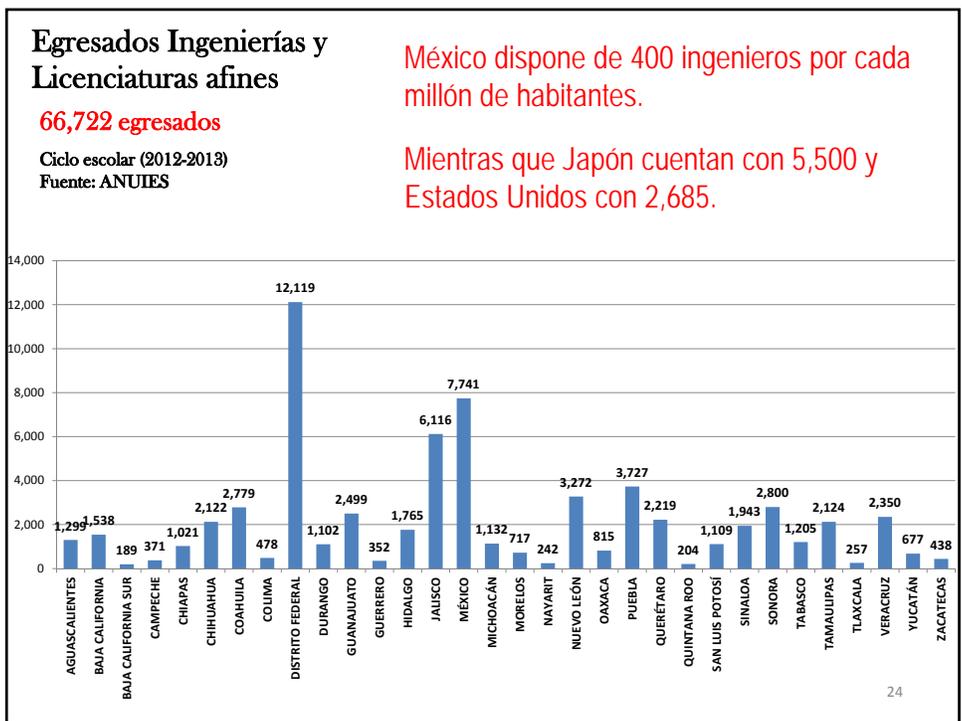
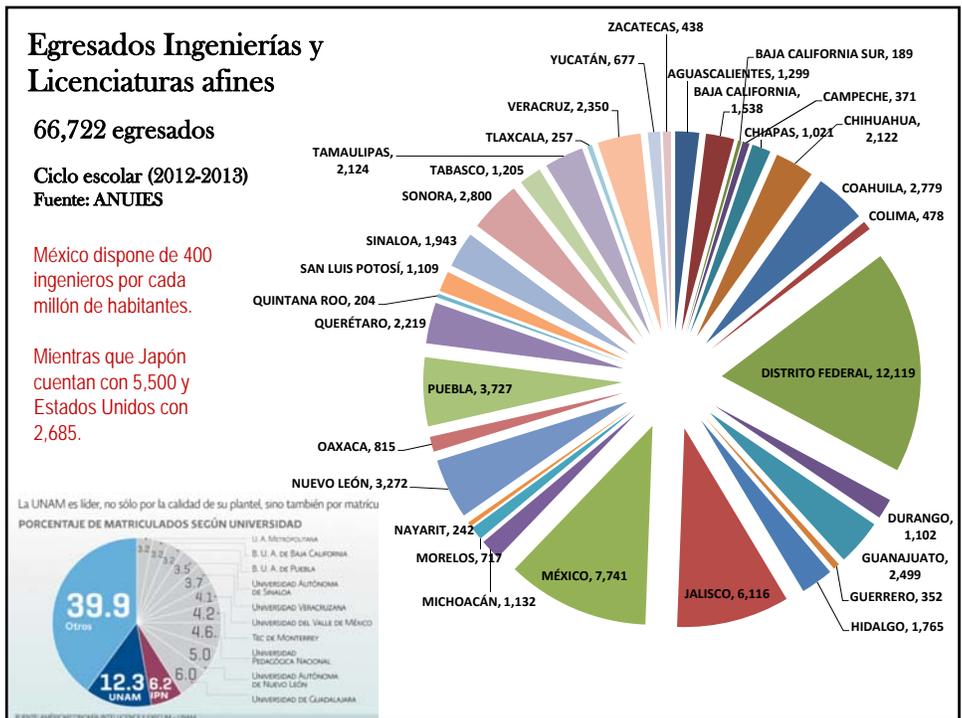
Al interior del actual Programa Nacional Hídrico (2014-2018) se menciona lo siguiente:

Por otro lado, los cuadros técnicos y directivos del sector agua, incluyendo a los de la CONAGUA y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), **se han ido empobreciendo gradualmente.**

El personal profesional con experiencia, con maestría y con doctorado es cada vez más escaso (AGUA).

La captación sistemática de jóvenes talentos de universidades y tecnológicos es reducida debido a los bajos niveles de ingreso y a las condiciones desfavorables para realizar una carrera dentro del sector hídrico.





Sistema Nacional de Investigadores – área de Conocimiento

MIEMBROS DEL SNI POR ÁREA DE LA CIENCIA

Members of the SNI by field

2003-2013

Número / Number

Año / Year	Fís.-Mat. y ciencias de la Tierra / Phys.-Math. & Earth sciences	Biología y química / Biology & chemistry	Medicina y ciencias de la salud / Medicine & health sciences	Humanidades y ciencias de la conducta / Humanities & behavioral studies	Sociales / Social sciences	Biotec. y ciencias agropecuarias / Biotech. & agricultural science	Ingeniería / Engineering	Total
2003	1,770	1,661	926	1,552	1,097	1,011	1,182	9,199
2004	1,878	1,767	1,040	1,702	1,234	1,131	1,437	10,189
2005	1,969	1,776	1,168	1,798	1,369	1,256	1,568	10,904
2006	2,075	1,890	1,343	1,964	1,609	1,440	1,775	12,096
2007	2,277	2,179	1,429	2,169	1,854	1,587	1,990	13,485
2008	2,478	2,443	1,445	2,326	2,187	1,711	2,091	14,681
2009	2,908	2,643	1,436	2,361	2,371	1,675	2,171	15,565
2010	2,708	2,905	1,592	2,465	2,616	1,866	2,448	16,600
2011	2,854	3,084	1,758	2,622	2,687	1,993	2,641	17,639
2012	3,004	3,162	1,914	2,773	2,747	2,177	2,778	18,555
2013 ^{p/}	3,202	3,360	2,035	2,918	2,996	2,327	2,909	19,747

p/ Cifras preliminares. / Preliminary data.

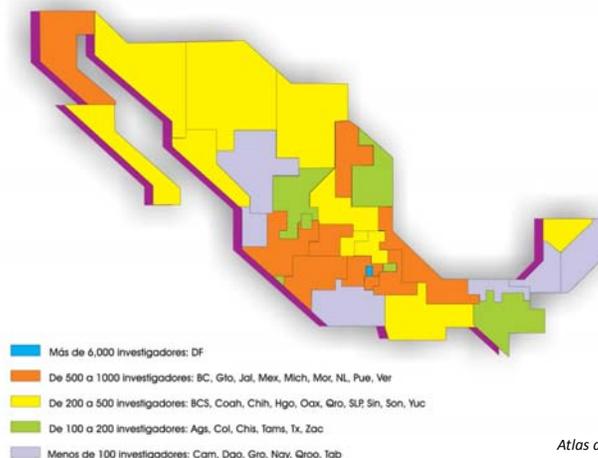
Fuente / Source: Conacyt, Base de datos del SNI, 2003-2013.

Sistema Nacional de Investigadores

XIX
Reunión General de
Directores

La colaboración de la ANFEI
ante los nuevos escenarios
de desarrollo del país

Distribución geográfica del número de investigadores por entidad federativa



Atlas de la Ciencia Mexicana

Número de investigadores en México en materia de AGUA

TEMA - ESPECIALIDAD	NÚMERO DE INVESTIGADORES
AGUA	57
HIDRÁULICA	12
HIDROLOGÍA	41
AMBIENTAL (INGENIERÍA)	64
AMBIENTAL (CIENCIAS)	15
RIEGO Y DRENAJE	13
MECÁNICA DE FLUIDOS	49
GEOHIDROLOGÍA	16
GESTIÓN	6

TOTAL 276

Sistema Nacional de Investigadores - Número de integrantes por nivel en cada tema o especialidad

TEMA - ESPECIALIDAD	C	1	2	3	TOTAL
AGUA	11	34	10	2	57
HIDRÁULICA	4	7	1	0	12
HIDROLOGÍA	7	27	6	1	41
AMBIENTAL (INGENIERÍA)	14	38	10	2	64
AMBIENTAL (CIENCIAS)	7	4	3	1	15
RIEGO Y DRENAJE	0	8	5	0	13
MECÁNICA DE FLUIDOS	12	18	15	4	49
GEOHIDROLOGÍA	6	6	4	0	16
GESTIÓN	1	4	1	0	6
TOTAL	63	148	55	10	276

¿QUÉ HACEMOS?

29



XIX Reunión General de Directores
La colaboración de la ANFEI
ante los nuevos escenarios
de desarrollo del país

IMTA

¿QUÉ HACEMOS?

El objetivo principal es el desarrollo de ciencia y tecnología y la generación de proyectos y estudios de alto nivel con apego a las políticas hídricas de desarrollo del país



IMTA - Centro Público de Investigación

30

 **IMTA**
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

XIX
Reunión General de
Directores

La colaboración de la ANFEI
ante los nuevos escenarios
de desarrollo del país

Peritaje técnico sobre fallas en acueductos de agua potable

El IMTA y su personal realiza los peritajes técnicos para determinar las causas de los diferentes modos de falla en acueducto (gran tamaño).

Solo existen dos grupos de trabajo que realicen ello en México. IMTA- IINGEN UNAM.

IMPACTO:
Garantizar el abasto de agua potable a centros urbanos.





XIX
Reunión General de Directores

La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Programas nacionales contra la sequía (PRONACOSE) y contra inundaciones (PRONACH)

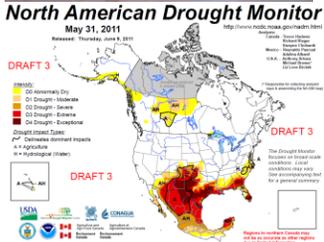
Consejos de Cuenca-CONAGUA

El IMTA colabora en la elaboración de los planes dentro de los ambos Programas.

IMPACTO:

PRONACOSE:
Anticiparse a los impactos potencialmente catastróficos de la sequía, para proteger a la población y a las actividades económicas que dependen del agua, reduciendo su vulnerabilidad.

PRONACH:
Proteger a centros de población y zonas productivas provocado por inundaciones, evitando pérdidas de vidas humanas y disminuyendo daños económicos desde la perspectiva de GIC.



XIX
Reunión General de Directores

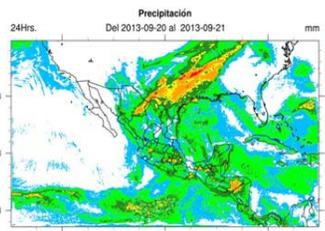
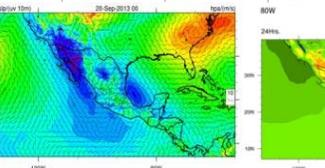
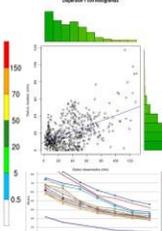
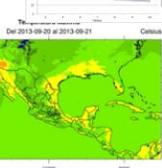
La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Desarrollo de herramientas de meteorología

El IMTA realiza los pronósticos de hasta 96 horas del modelo WRF de 30 a 12 Km empleado por el Servicio Meteorológico Nacional.

Impacto/beneficio

- Con este insumo técnico, se anticipa la presencia de fenómenos atmosféricos extremos aunado a acciones de mitigación de daños.
- Con ello se ofrece estabilidad y productividad de los diferentes sectores socioeconómicos del país.





La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Incrementar el abastecimiento de agua potable para el Distrito Federal, mediante la modernización y construcción de infraestructura hidráulica

- Recientemente se creó la Comisión para la Operación de la Infraestructura Metropolitana de Drenaje.
- El IMTA está formulando junto con la CONAGUA, las reglas de operación de esta Comisión.
- Se creará un Comité Técnico que fungirá como asesor de la Comisión y donde participa **el IMTA y el IINGEN - UNAM.**

CAPACIDAD DEL SISTEMA DE DRENAJE



En 2011:

Capacidad total del sistema, incluyendo Casa Colorada Superficial:

183 m3/seg

35





La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Evaluación de tecnologías para remover Cromo

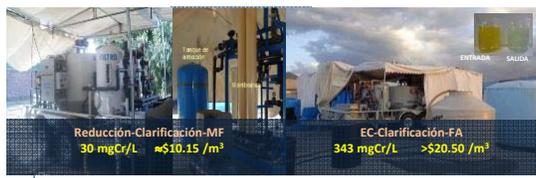
SEMARNAT, CONAGUA, OCAVM, Población de Lechería en el municipio de Tultitlán, Estado de México

EL IMTA evaluó en campo distintas tecnologías para remover Cromo a varias concentraciones presentes en el acuífero Cuautitlán-Pachuca.

IMPACTO:

El IMTA propuso alternativas tecnológicas para la remediación del acuífero, que reduzcan riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente.

Dotar de agua que cumpla con la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) a partir de una fuente contaminada con Cromo.



Reducción-Clarificación-MF
30 mgCr/L ≈ \$10.15 /m³



EC-Clarificación-FA
343 mgCr/L > \$20.50 /m³



15-20 pozos:
0.13 a 3 mgCr/L



Filtración Directa
0.13 mgCr/L ≈ \$0.70/m³



Filtración Directa
3 mgCr/L ≈ \$1.70/m³

36



XIX
Reunión General de Directores

La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Interconexión Laguna de Bojórquez- Mar Caribe: Cancún, Quintana Roo

- El IMTA se encuentra asesorando técnicamente al gobierno del estado de Quintana Roo.
- El IMTA emitirá su dictamen técnico en la elección de la mejor alternativa de conectar el Mar Caribe con la Laguna de Bojórquez.



Bojórquez abarca el 5.05 % de la superficie del SLN. El sistema contiene 71,000,000 m³, de los cuales 4.3 millones están en Bojórquez.

Sistema lagunar Nichupté	Superficie (hectáreas)
Laguna de Bojórquez	240.82
Laguna Caleta	26.66
Laguna de Nichupté	3,987.49
Laguna Somosaya, Río Inglés, Morales	511.72
Total	4,766.69



XIX
Reunión General de Directores

La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Abastecimiento por captación de la precipitación pluvial en una comunidad indígena autogobernada de Michoacán



- UBICACIÓN: Cima del cerro Kukundicata, altura aproximada de 2 650 msnm (beneficiados 8000 personas).
- Área de Captación de 20 000 m² aprox. Impermeabilizada con geomembrana de PVC
- Hoya de captación de agua de lluvia construida más grande de Latinoamérica para fines de consumo humano.
- Durante el periodo **2003-2014**, el IMTA ha beneficiado a **923,086 habitantes** ubicados en comunidades, a través de la transferencia de tecnologías apropiadas (agua potable y saneamiento)

38



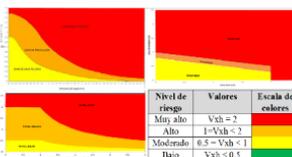
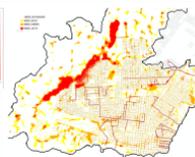
XIX
Reunión General de Directores

La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Criterios de peligro, vulnerabilidad y riesgo por inundación en zonas urbanas

PROYECTO CONJUNTO POR VEZ PRIMERA ENTRE EL IMTA Y EL IINGEN



Nivel de riesgo	Valores	Escala de colores
Muy alto	$V_{rh} > 7$	Rojo
Alto	$1 < V_{rh} < 7$	Naranja
Moderado	$0.5 < V_{rh} < 1$	Amarillo
Bajo	$V_{rh} < 0.5$	Verde




39



XIX
Reunión General de Directores

La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

IMTA – Ámbito Internacional

- El IMTA y el Institute for Water Education de la UNESCO firmaron un memorándum de entendimiento (Junio de 2014).
- Convenio de colaboración científica y tecnológica con varios países desarrollados: Australia (Curso de líderes jóvenes), Italia, Canadá, entre otros.
- El IMTA cuenta con la Cátedra-UNESCO y una participación activa en las Asambleas Generales de la UNESCO.
- En breve se realizará el Centro Categoría 2 entre el IMTA y el IINGEN.





XIX Reunión General de Directores | La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

Posgrado IMTA



- Formar recursos humanos altamente calificados en materia de investigación y desarrollo tecnológico, con un conocimiento integral y multidisciplinario, capaces de contribuir a la sustentabilidad del recurso hídrico y sus recursos naturales asociados.
- Los egresados podrán incorporarse a un proceso de formación doctoral, a instituciones académicas o desempeñarse como asesores tecnológicos en el sector hídrico a nivel nacional o internacional

41



XIX Reunión General de Directores | La colaboración de la ANFEI ante los nuevos escenarios de desarrollo del país

DESAFÍOS Y PROPUESTAS DE MEJORA
PERFIL PROFESIONAL VS PROBLEMÁTICA

43

Documento básico

PROGRAMA ESPECIAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
EN MATERIA DE AGUA

Documento básico de líneas prioritarias de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos del agua en México

 **FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, AC**

 **CONACYT**

 **IMTA**
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

 **CONAGUA**
Comisión Nacional del Agua

Ejes temáticos

- 1) Cuencas en Equilibrio,
- 2) Ríos Limpios,
- 3) Cobertura Universal,
- 4) Asentamientos Seguros frente a Inundaciones
Catastróficas,
- 5) Sequías,
- 6) Observación e Instrumentación,
- 7) Modelación Predictiva y,
- 8) Formación de Recursos Humanos.

Cuencas en equilibrio

Acuíferos en equilibrio

Las investigaciones requeridas para atender la problemática del manejo sustentable para el aprovechamiento de las aguas subterráneas son las siguientes:

- Recarga de acuíferos con agua de lluvia bajo una GIRH que considere el caudal ecológico y el seguimiento sobre la función y alcances de obras de retención de flujo de agua.
- Rehabilitación, conservación y protección de las zonas de recarga, considerando la delimitación y aplicación de servicios ambientales en acuíferos.
- Recarga en zona urbana.
- Métodos alternativos para determinar la recarga en acuíferos con limitada información.
- Modelación numérica de la dinámica y transporte del flujo de acuíferos con interacciones superficial-subterráneo.
- Dinámica de los acuíferos costeros como zonas de intercambio de masas de agua.
- Uso de satélite para estimar el almacenamiento y detección de variaciones en acuíferos.
- Estudios de impacto, vulnerabilidad, riesgo y sustentabilidad de recursos hídricos bajo consideraciones de variabilidad y cambio climático.

Asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas

Línea de Investigación: Sistemas de alerta y prevención con tecnología de punta

- Modelos atmosféricos, de lluvia-escorrentamiento, de cuenca y tránsito de avenidas, incluyendo transporte de sedimentos e inundación costera.
- Mapas de riesgo de inundación, incluyendo zona costera.
- Diseño y operación eficiente de redes hidrometeorológicas para pronóstico y manejo de inundaciones en cuencas y zonas costeras.
- Desarrollo, estandarización y validación de bases de datos hidrometeorológicos, uso de suelo, elevación del terreno, sedimentos.
- Diseño innovador de infraestructura para la prevención, control y mitigación de inundaciones incluyendo vías de comunicación con un enfoque multidisciplinario.
- Sistemas de alerta que incluyan manejo de presas ante avenidas, definición de niveles de riesgo y difusión de la información hidrometeorológica.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- La atención de los múltiples problemas del agua requiere de técnicos, profesionales, especialistas e investigadores que se dediquen al estudio de ésta y sus procesos.
- Es importante actualizar y, en su caso, crear nuevas currículas en la materia, que capaciten al capital humano en las diferentes instituciones de educación.
- Otro aspecto importante de este esfuerzo es que se promueva una convocatoria a nivel nacional para atraer más recursos humanos.
- Al igual que en otras áreas de investigación, México requiere hacer un esfuerzo sustancial para ampliar la formación de recursos humanos a nivel superior en materia de agua.
- Se requiere mejorar las perspectivas de los trabajadores en materia de agua, para hacerla una carrera atractiva para los jóvenes.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- Formación y capacitación de profesionales orientados a la gestión del agua en zonas urbanas.
- Desarrollo de capacidades y formación de recursos humanos en manejo sustentable del agua.
- Capacitaciones para facilitar la transferencia de nueva tecnología hidroagrícola.
- Desarrollar ofertas innovadoras de capacitación y certificación para los prestadores del servicio.
- Fomentar en la cultura de agua el respeto y cumplimiento de la normatividad.

Programa de CONAGUA

El diagnóstico de capacidades del Sector indica una deficiencia de más de 7,000 especialistas,

- Para lo cual en este momento se está desarrollando un programa para la contratación y certificación de una generación de transformación en la gestión del agua en México
- Las entidades que están desarrollando este proceso son la UNAM y el IMTA
- Este programa buscará tener especialistas no sólo en la CONAGUA, sino en los tres niveles de gobierno (Organismos Estatales y Municipales gestores en el manejo de Agua, Distritos de Riego, Asociaciones de usuarios, Organismos Operadores y sobre todo empresas consultoras)

Perfil deseable del Ingeniero hidráulico

- Independencia para la generación de oportunidades laborales (PyMEs)
- Capacidad de gestión en el manejo de los recursos. Es un cambio de perfil de un gran constructor hacia una visión mas holística. **Gestión integrada de los Recursos Hídricos.**
- Capacidad en el manejo de la información en la era de la sociedad del conocimiento
- Competencia en la autorregulación del aprendizaje.
- Actuar acorde con los principios para el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sustentable.

51

CONCLUSIONES

52

Conclusiones

- Promover y consolidar a las Universidades en materia de Hidráulica con el objetivo de resolver la problemática local.
- **Mayor impulso a las Universidad e Institutos, creación de nuevas plazas (jóvenes egresados), mayores recursos a los Fondos para la investigación básica y aplicada en materia de agua , etc., con el objetivo de que estas instituciones realicen los proyectos para incrementar las coberturas en los suburbios conectados a redes y conozcamos exactamente donde estamos.**

Conclusiones

- Propiciar que la comunidad científica y tecnológica contribuya de forma efectiva a la formulación y despliegue de la política de sustentabilidad hídrica.
- **Es fundamental dirigir el conocimiento hacia líneas de investigación "realistas" (básica y aplicada), para la resolución de los problemas que exige la sociedad (Fenómenos transitorios, Cambio Climático, Modelación de redes de distribución de agua y alcantarillado sanitario y pluvial (desarrollos propios especialmente para adquirir autonomía con respecto a la tecnología extranjera, etc) .**