



**FONDO DE AGUA**  
Metropolitano de Monterrey



Plan Hídrico N. L. 2050

Eugenio Clariond Reyes

Reporte de avances

# Visión

Para alcanzar la seguridad hídrica es necesario abordar el tema no solo desde la perspectiva de oferta de agua (incrementar el abasto), sino de forma integral y de largo plazo. Para ello es necesario incorporar la perspectiva de demanda (reducción de consumo); eficiencia de la gestión; cultura del agua; conservación de cuencas; mitigación de riesgos por inundaciones; etc.

# Plan Hídrico NL 2050

Por ello un Plan Hídrico que aborde la gestión integral del agua, basada en ciencia y con una visión de largo plazo, hace mucho sentido

## Integral

Incluye aspectos de oferta, demanda, gestión, riesgos, cultura del agua, entre otros.

## Ciencia

Se eliminan sesgos basando los análisis en datos y análisis robustos.

## Robusto

Los análisis incluyen miles de escenarios y se evita que cambios en supuestos alteren los resultados

## Largo Plazo

Claridad sobre el camino a seguir en el largo plazo, ajeno a los ciclos políticos.

## Avalado

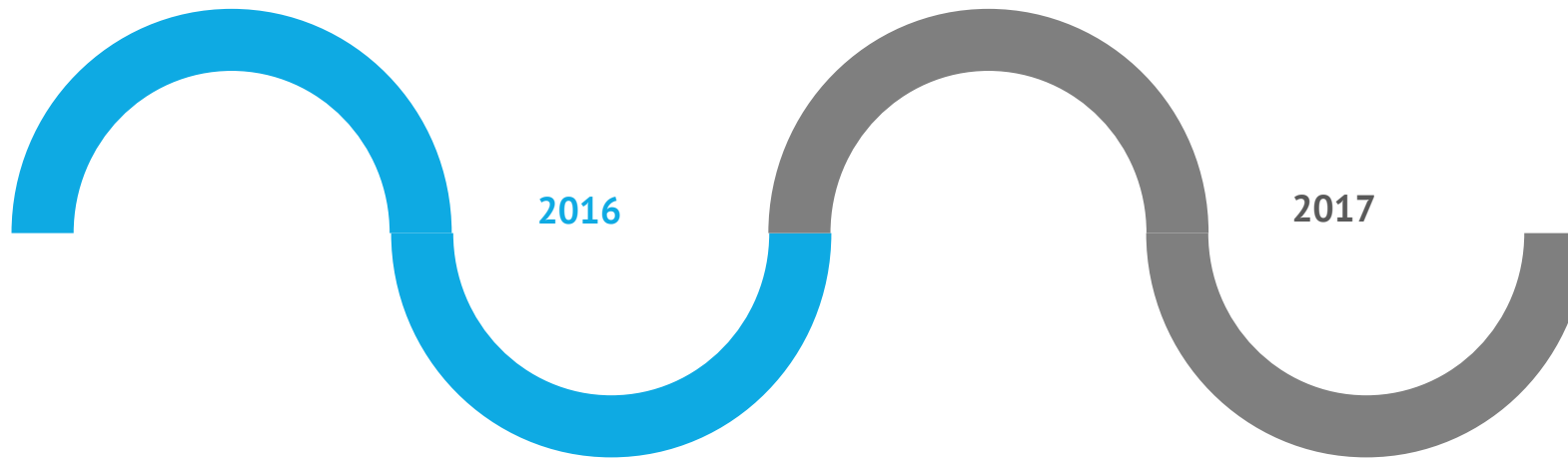
Revisado y validado por expertos nacionales e internacionales

## Transparente

El proceso y los resultados se han estado compartiendo a través de la página web y de sesiones informativas

# Dos etapas para el desarrollo del Plan Hídrico

Por petición del Gobernador el desarrollo del Plan se ha dividido en dos etapas:



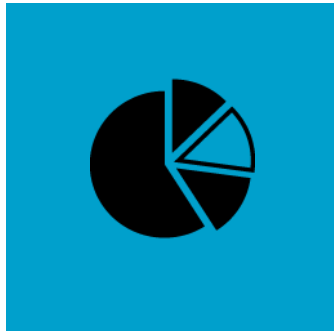
## Primera etapa

Enfocada analizar las alternativas para aumentar el abasto de agua

## Segunda etapa

Enfocado a analizar opciones de demanda de agua, riesgos por inundaciones y sequías, cultura de agua, conservación de cuencas, etc.

# Para la primera etapa era necesario saber



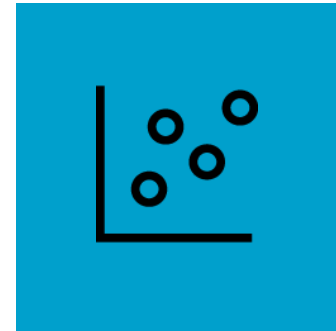
**¿Cuánta agua tenemos?**

Oferta firme sostenible actual por fuente



**¿Cuánta agua demandaremos?**

Pronósticos de demanda de agua potable a 2050



**¿Cuáles son las alternativas para incrementar el abasto de agua?**

Opciones del lado de la oferta que técnica y legalmente son viables

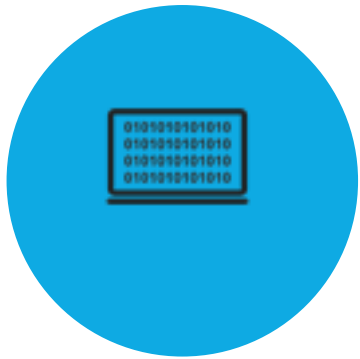


**¿Cómo cubrirnos ante la incertidumbre?**

Opciones de abasto que nos cubren ante la mayor cantidad de escenarios posibles

# Para los análisis

Creamos distintos grupos de trabajo enfocados a temas particulares. Para todos las estimaciones utilizamos



## Metodologías de vanguardia

- Métodos numéricos
- Métodos probabilísticos
- Métodos econométricos
- Métodos estadísticos
- Método para la toma de decisiones robustas



## Datos oficiales

- Series históricas de precipitación, escurrimientos, extracciones, infiltraciones, recarga, consumo, etc.
- Fuentes: SADM, CONAGUA, INEGI, CONAPO

Estas metodologías han sido exitosamente aplicadas en casos como

### Australia

El organismo operador de agua de Sídney utilizó métodos econométricos para definir sus pronósticos de demanda de agua

### California

El Plan Hídrico de California utiliza la metodología para la toma de decisiones robustas con el fin de llevar a cabo una planeación robusta ante la incertidumbre de múltiples variables.

El Pacific Institute por su parte utiliza Modelaciones de Monte Carlo para generar escenarios de demanda de agua potable

# 1. ¿Cuánta agua tenemos?



## Variables

- Lluvia
- Escorrentías
- Evaporación
- Infiltraciones
- Extracciones
- Recarga de los acuíferos
- Trasvases
- Acuerdos con otras entidades
- Concesiones

## Metodologías

- Métodos numéricos
- Métodos probabilísticos

### Confiabilidad del sistema:

Fracción del tiempo en que la demanda de agua potable es satisfecha completamente.

### Oferta firme sustentable:

Volumen explotable de las fuentes a ciertos niveles de confiabilidad, sin afectar a las propias fuentes.

# Oferta firme actual

Fuente	Oferta firme actual (97%)	Asignaciones (m3/s)
Pozos del AMM*	0.88	0.97
Campo Mina*	0.43	0.84
Campo Buenos Aires*	1.80	1.99
Huajuco (Santiago)*	0.81	1.10
La Estanzuela**	0.20	0.20
Elizondo**	0.06	0.06
Presa La Boca*	0.73	0.92
Presa Cerro Prieto*	3.63	5.33
Presa El Cuchillo <sup>1</sup>	4.78	4.78
<b>Total</b>	<b>13.32</b>	<b>16.19</b>



**Limitado por la recarga natural**



**Limitado por la asignación de CONAGUA**



**Para el caso del Cuchillo**

Está limitado por el volumen asignado por CONAGUA. Al 97% de confianza puede aportar 5.74 m<sup>3</sup>/s

Nota 1: Los cálculos toman en cuenta los compromisos actuales relacionados a los derechos de otros usuarios (incluyendo distritos de riego) y los compromisos derivados del acuerdo entre N.L. y Tamaulipas.

Nota 2: Los cálculos oficiales publicados en 2010 estimaban una oferta firme de 12.2 m<sup>3</sup>/s al 99% de confiabilidad.



## 2. ¿Cuánta agua demandaremos?

### Variables

- Población
- Tarifas
- Lluvia
- Temperatura
- Actividad económica
- Ingresos
- Hacinamiento
- Agua no contabilizada

### Metodologías

- Métodos econométricos
- Métodos estadísticos



### Pronósticos de demanda a 2050

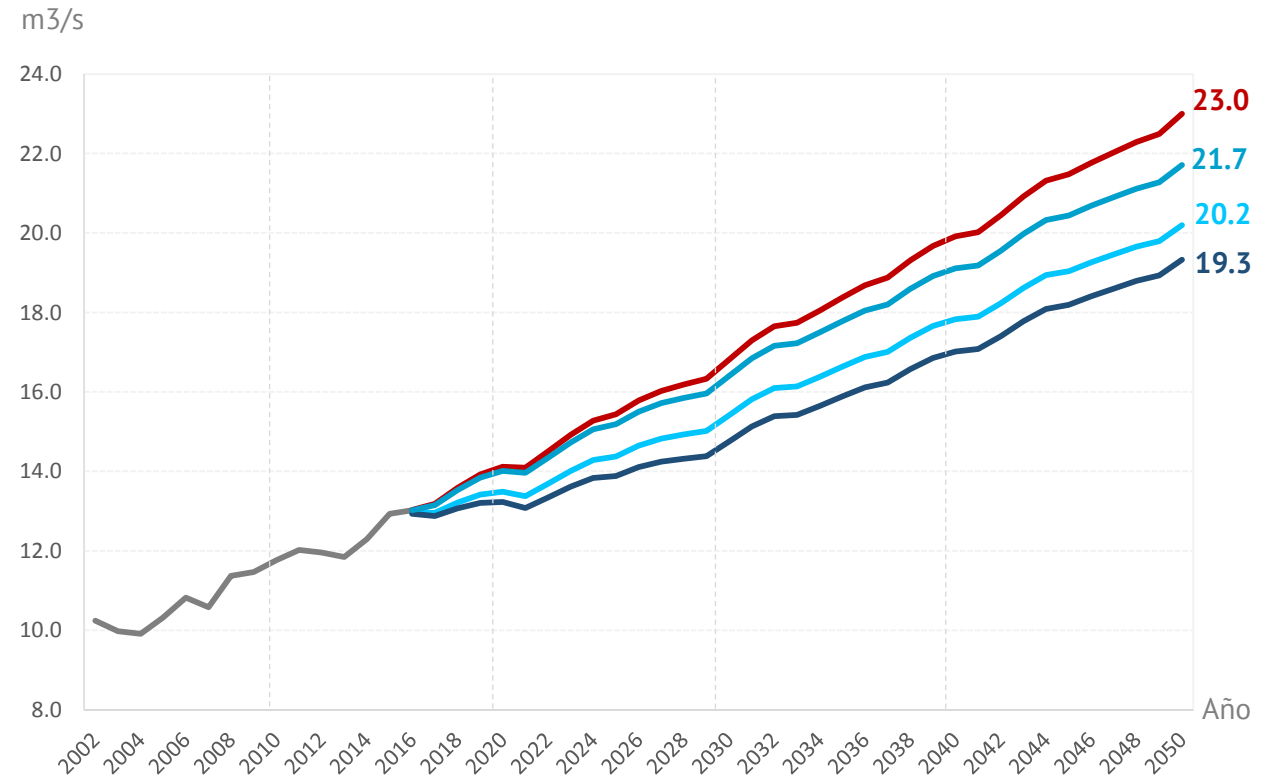
Cuatro trayectorias de demanda a 2050 dependiente de los escenarios de agua no contabilizada

### Escenarios futuros de demanda

20,000 escenarios obtenidos a través de Simulaciones de Monte Carlo

# Demanda de agua

Año	Escenarios de agua no contabilizada			
	Optimista	Positivo	Actual	Pesimista
2020	13.20	13.50	14.00	14.10
2025	13.90	14.40	15.20	15.40
2030	14.80	15.40	16.40	16.80
2035	15.90	16.60	17.80	18.40
2040	17.00	17.80	19.10	19.90
2045	18.20	19.00	20.40	21.50
2050	19.30	20.20	21.70	23.00
ANC	18%	22%	29%	35%



El agua no contabilizada (ANC) es una variable crítica para SADM.  
Disminuir su nivel se verá reflejado en inversiones evitadas de miles de millones de pesos

### 3. ¿Cuáles son las alternativas para incrementar el abasto de agua?

Revisamos documentos oficiales de SADM como el PIAAPAM, Análisis de Alternativas, etc.

1

Consultamos a múltiples expertos a través de entrevistas a profundidad

2

Llevamos a cabo talleres de trabajo con expertos de SADM, CONAGUA, entre otros

3

#### Encontramos

Un universo de 28 alternativas. Al analizar la información disponible, se descartaron algunas de las opciones, y se agruparon otras con el fin de aumentar su viabilidad

En este análisis solo consideramos alternativas del lado de la oferta; en la segunda etapa del plan hídrico incluiremos opciones para reducir la demanda de agua

# Universo de alternativas

#	Fuente	Tipo	Gasto
Presa La amistad	Superficial	6.5 m <sup>3</sup> /s	
Presa I. Falcón	Superficial	5.8 m <sup>3</sup> /s	
3	Presa Vicente Guerrero	Superficial	5.0 m <sup>3</sup> /s
4	Presa Garita	Superficial	0.6 m <sup>3</sup> /s
5	Cuchillo II	Superficial	5.0 m <sup>3</sup> /s
6	Presa Campoamor	Superficial	0.3 m <sup>3</sup> /s
7	El Brinco - Jamuave	Superficial	1.6 m <sup>3</sup> /s
8	Presa Pedro J. Méndez	Superficial	0.25 m <sup>3</sup> /s
9	Presa Real de Borbón	Superficial	0.30 m <sup>3</sup> /s
10	Pánuco	Superficial	5.0 m <sup>3</sup> /s
11	Pozos del AMM	Subterránea	0.3 m <sup>3</sup> /s
12	Planta desaladora	Superficial	5.0 m <sup>3</sup> /s
13	Presa Libertad (A. Sur)	Superficial	1.5 m <sup>3</sup> /s
14	Pozos El Pajonal	Subterránea	0.3 m <sup>3</sup> /s

#	Fuente	Tipo	Gasto
15	Subálveo La Unión	Subterránea	0.5 m <sup>3</sup> /s
16	Subálveo del río Pilon	Subterránea	0.3 m <sup>3</sup> /s
17	Subálveo río Conchos	Subterránea	0.5 m <sup>3</sup> /s
18	Túnel San Francisco II	Subterránea	0.3 m <sup>3</sup> /s
19	Buenos Aires	Subterránea	1.5 m <sup>3</sup> /s
Congregación Calles	Subterránea	0.25 m <sup>3</sup> /s	
Pozos profundos - Tegra	Subterránea	0.6 m <sup>3</sup> /s	
22	Pozo El Obispado	Subterránea	0.1 m <sup>3</sup> /s
23	Sierra de Gomas	Subterránea	0.1 m <sup>3</sup> /s
24	Sierra de Lampazos	Subterránea	0.1 m <sup>3</sup> /s
25	Cañón Ballesteros-Escalera	Superficial	0.5 m <sup>3</sup> /s
26	Pozos en Contry Sol	Subterránea	0.1 m <sup>3</sup> /s
Presa Las Blancas	Superficial	2.3 m <sup>3</sup> /s	
Tajos Micare	Subterránea	2.5 ms/s	

Al analizar la viabilidad de cada alternativa, algunas fueron descartadas o agrupadas

## Alternativas depuradas

#	Fuente	Tipo	Gasto
1	Presa Vicente Guerrero	Superficial	5.0 m <sup>3</sup> /s
2	Presa Garita *	Superficial	0.6 m <sup>3</sup> /s
3	Cuchillo II	Superficial	5.0 m <sup>3</sup> /s
4	Presa Campoamor *	Superficial	0.3 m <sup>3</sup> /s
5	El Brinco - Jamuave *	Superficial	1.6 m <sup>3</sup> /s
6	Presa Pedro J. Méndez *	Superficial	0.25 m <sup>3</sup> /s
7	Presa Real de Borbón *	Superficial	0.30 m <sup>3</sup> /s
8	Pánuco	Superficial	5.0 m <sup>3</sup> /s
9	Pozos del AMM	Subterránea	0.3 m <sup>3</sup> /s
10	Planta desaladora	Superficial	5.0 m <sup>3</sup> /s
11	Presa Libertad (A. Sur) *	Superficial	1.5 m <sup>3</sup> /s

#	Fuente	Tipo	Gasto
12	Pozos El Pajonal	Subterránea	0.3 m <sup>3</sup> /s
13	Subálveo La Unión	Subterránea	0.5 m <sup>3</sup> /s
14	Subálveo del río Pilon	Subterránea	0.3 m <sup>3</sup> /s
15	Subálveo río Conchos *	Subterránea	0.5 m <sup>3</sup> /s
16	Túnel San Francisco II	Subterránea	0.3 m <sup>3</sup> /s
17	Pozo El Obispado	Subterránea	0.1 m <sup>3</sup> /s
18	Sierra de Gomas	Subterránea	0.1 m <sup>3</sup> /s
19	Sierra de Lampazos	Subterránea	0.1 m <sup>3</sup> /s
20	Cañón Ballesteros-Escalera	Superficial	0.5 m <sup>3</sup> /s
21	Pozos en Contry Sol	Subterránea	0.1 m <sup>3</sup> /s
22	Presa Las Blancas	Superficial	2.3 m <sup>3</sup> /s

# 4. ¿Cómo cubrirnos ante la incertidumbre generada por el cambio climático, la dinámica de la demanda, etc.?

## Toma de decisiones robustas

A través de minería de datos y aprendizaje de máquina, se combinan miles de escenarios de oferta y demanda, se realizan optimizaciones y se selecciona los proyectos que son necesarios en la mayor parte de los escenarios futuros posibles.



### Decisiones robustas

Nos ayuda a tomar decisiones que nos protegen ante el futuro incierto que enfrentemos

### Visión de largo plazo

Esta herramienta facilita la toma de decisiones que minimizan el arrepentimiento futuro

### Nivel de confianza

Selecciona los proyectos que mantienen el nivel de confianza del sistema en al menos 97 %, minimizando costos

# Portafolio robusto

Este análisis solo considera opciones de oferta. Estamos trabajando para incorporar opciones de demanda, lo cual debe de reducir los costos de inversión manteniendo así el nivel de confianza del sistema en al menos 97 %, a menor costo

Portafolio óptimo	Corto plazo	Largo plazo
	Período 2016-2026	Período 2027-2050
Conjunto de proyectos que nos garantizan los niveles de confianza del sistema a niveles actuales (97 %)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuchillo II</li> <li>2. Acueducto Sur</li> <li>3. Unión</li> <li>4. Pozos Ballesteros</li> <li>5. San Francisco II</li> <li>6. El Pajonal</li> <li>7. Pozos en el AMM</li> <li>8. Pozos en Contry</li> <li>9. Chapotal Norte</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presa Vicente Guerrero</li> <li>2. Desaladora Matamoros</li> </ol>
	Volumen: 9.3 m <sup>3</sup> /s Costo: 12.8 mil millones MN	Volumen: 10.0 m <sup>3</sup> /s Costo: 33.4 mil millones MN

# Recomendaciones

Las recomendaciones que le presentamos al Gobernador del Estado son:

## 1. Reserva de N. L.

Convertir la asignación que tiene SADM en reserva de agua.

## 2. Contrato

Cancelar el proyecto del Pánuco.

## 3. Cuchillo II

Dada la importancia de este proyecto, es prioritario negociar con Tamaulipas los acuerdos vigentes; redimensionar los distritos de riego y revisar los volúmenes que se almacenan y transfieren a la presa Marte R. Gómez.

## 4. Fuentes subterráneas






Las fuentes subterráneas son fundamentales para la ciudad; es prioritario que se analicen a profundidad.





# Segunda etapa del Plan

Durante 2017 estaremos trabajando en

-  **Opciones de demanda**  
Incorporar proyectos encaminados a reducir la demanda de agua por persona; como análisis de tarifas, inyección inducida de agua, etc.
-  **Mitigación de riesgos por incertidumbre**  
Análisis de avenidas de agua, proyectos de infraestructura gris y verde.
-  **Gestión del agua**  
Análisis de optimización de extracciones por fuente.
-  **Cultura de agua**  
Plan para educar y concienciar a la población sobre el tema hídrico de nuestro estado
-  **Conservación de cuencas**  
Plan para la conservación de cuencas en el estado

# Gracias



Eugenio Clariond Reyes

Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey

22 de diciembre de 2016

Contacto

[rodrigo.crespo@famm.mx](mailto:rodrigo.crespo@famm.mx)

[www.famm.mx](http://www.famm.mx)

[www.planhidriconl.mx](http://www.planhidriconl.mx)

