INUNDACIONES EN EL VALLE DE MÉXICO
Y SU EXACERBAMIENTO POR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

MARIO LÓPEZ PÉREZ

Miércoles 17 de agosto de 2011

Cronología del agua en el valle de México

Época prehispánica

- 50 millones de años. Duración del periodo de intensa actividad volcánica en el que se forma la Cuenca de México.
- 6000-750 a.C. Ocupación de Zohapilco, asentamiento que como otros de su época se benefició de la riqueza biológica de la zona lacustre.
- Posclásico (900-1521 d.C.). La cuenca incluía siete lagos de diferentes propiedades, altimetría y tamaño: Apan, Techac, Tecocomulco, Zumpango, Xaltocan, Texcoco y Chalco-Xochimilco.
- 1300 d.C. (ca.). Se construye la calzada de Tenayuca, que, como otras levantadas posteriormente, también funcionaba como dique. En estas fechas tanbién se construye la calzada de Nonoalco.

- 1325 d.C. Se funda la ciudad de México-Tenochtitlan.
- 1382 d.C. La isla es presa de inundaciones.
- 1429 d.C. Se termina la calzada de Tepeyac.
- 1432 d.C. (ca.). Tras la caída de Azcapotzalco, los mexicas construyen la calzada de Iztapalapa.

- 1435 d.C. El río Cuauhtitlan es canalizado artificialmente.
- 1449 d.C. México-Tenochtitlan sufre inundaciones.
- 1449 d.C. Se construye el Albarradón de Nezahualcóyotl, que separa al lago de Texcoco del de México.
- 1466 d.C. Bajo la dirección del gobemante texcocano Nezahualcóyotl, se construye el acueducto que iba de Chapultepec a la isla de México-Tenochtitlan.
- 1499 d.C. Se construye el Albarradón de Ahuítzotl, con el fin de evitar más inundaciones de la isla de México.

Cronología del agua en el valle de México

Época colonial

- 1555, 1580, 1607, 1615 y 1623. En estas fechas, la ciudad de México padece inundaciones.
- 1536. Construcción del acueducto que salía del pueblo de Santa Fe y llegaba a la fuente de Mariscala.
- 1555. Primera ***gran inundación durante la Colonia*** en la ciudad de México. Se intenta restaurar el albarradón construido en la época prehispánica.

Siglos XVII y XVIII

- En estos siglos, los acueductos de arcos fueron la principal fuente de agua potable para la ciudad de México.
- 1607-1608. El destacado científico Enrico Martínez dirige las obras en Nochistongo, el ***primer desagüe artificial*** de la Cuenca de México.
- 1620-1790. Se construye el acueducto de Arcos de Belén
- 1623. El **socavón de Nochistongo** es clausurado por órdenes del virrey conde de Gelves.
- 1629. Tiene lugar en la ciudad de México una de las peores inundaciones de su historia, que se
- prolonga por cinco años.
- 1640 (ca.). Se reanudan los trabajos en Nochistongo para convertir la **galería en un tajo a cielo abierto**.
- 1789. Se concluye ***la salida de Nochistongo***, a tajo abierto y con más profundidad.

Cronología del agua en el valle de México

Siglo XIX

- 1857. El gobierno federal otorga un premio a Francisco de Garay, quien presentó un proyecto que proponía aprovechar la sobreabundancia de agua para generar transporte, canalización e irrigación, así como lograr la plena desecación de los lagos.
- 1878. Comienzan los trabajos de un *nuevo sistema de drenaje* para la Cuenca de México, conformado por el Gran Canal del Desagüe y el Túnel de Tequixquiac,
- 1886-1900. Se construye el Gran Canal, el Túnel de Tequixquiac y otras obras a fin de evitar las inundaciones en la ciudad de México.

  Fines de siglo. Comienzan a utilizarse caños de barro cocido, plomo, fierro y piedra para la distribución y abastecimiento de agua potable.
- 1879. Empieza a funcionar el primer abastecedor de agua potable subterráneo de la ciudad.

Siglo XX

- 1900. Se inaugura el Túnel de Tequixquiac.
- 1906. Comienza la construcción del acueducto que transportaría agua de los manantiales de Xochimilco a la ciudad de México. Se cava en Nativitas el primer pozo profundo de la ciudad, que alcanza los nueve metros de profundidad.

  Década de 1920. La ciudad **vuelve a inundarse**.
- 1927, Se excavan pozos con bombas en los manantiales de San Luis Tlaxialtemalco.
- 1930. Se extraía agua de 350 pozos profundos.

Cronología del agua en el valle de México

- 1936. Se perforan los primeros 18 pozos profundos, de entre 100 y 200 m, lo que marca el comienzo de la explotación intensiva del manto acuífero.
- 1937-1942, Se construye un túnel adicional al de Tequixquiac,
- 1950. Los pozos de los que se extraía agua llegaban a 700.

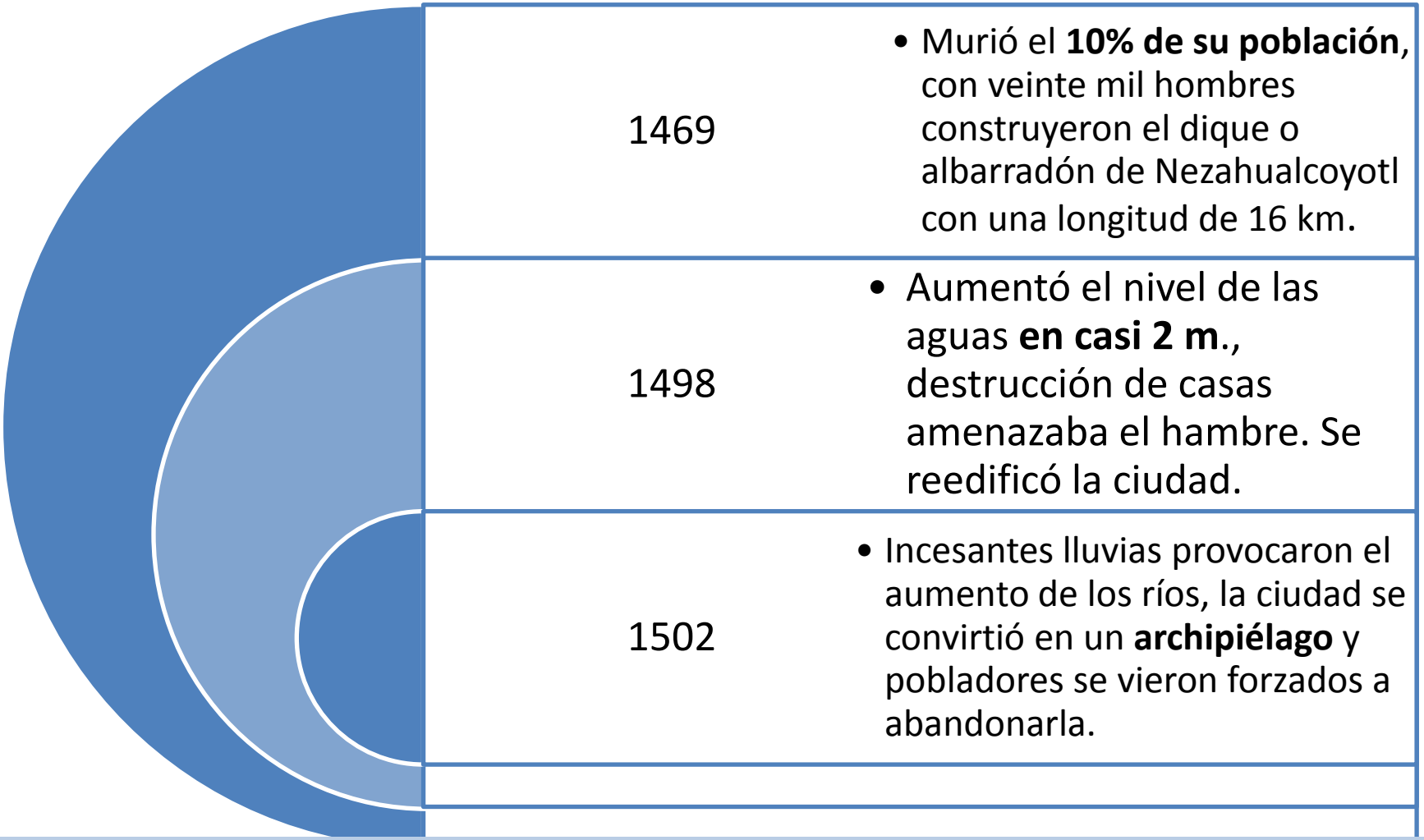
Década de 1950. La ciudad experimenta graves inundaciones provocadas por las intensas lluvias.

- 1951. Se inaugura el Sistema Lerma.
- 1952. Se crea la Comisión Hidrológica del Valle de México, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- 1953. Se establece la Dirección General de Obras Hidráulicas del Distrito Federal.
- 1967. Comienzan los trabajos del drenaje profundo de la ciudad de México.
- 1956. Se concluye el sistema de pozos Chiconautla, al norte de la ciudad.
- 1975. Comienza la construcción del Drenaje Profundo.
- 1976. Empiezan los trabajos del Sistema Cutzamala.
- 1980. La pendiente del Canal, que permitía el escurrimiento de las aguas, ha pasado de los 19 cm/km que tenía en 1910 a 0 cm/km.

Siglo XXI

- 2008-2012. Inicia Túnel Emisor Oriente
- 2010. La ciudad de México requerirá de 43 metros cúbicos de agua por segundo.

Los aztecas poseían el conocimiento de todos los elementos que conforman el ecosistema del VM y las áreas frecuentemente ocupadas por las crecientes, y así respetando las leyes de la naturaleza y espacio de este, **evitaron las inundaciones,** así la capital del imperio azteca sufrió escasas **inundaciones** y las tres más grandes ocurrieron:



1469	• Murió el **10% de su población**, con veinte mil hombres construyeron el dique o albarradón de Nezahualcoyotl con una longitud de 16 km.
1498	• Aumentó el nivel de las aguas **en casi 2 m**., destrucción de casas amenazaba el hambre. Se reedificó la ciudad.
1502	• Incesantes lluvias provocaron el aumento de los ríos, la ciudad se convirtió en un **archipiélago** y pobladores se vieron forzados a abandonarla.

Las obras hidráulicas realizadas por los mexicas mantuvieron al VM casi sin **inundaciones**, situación que cambió con la llegada de los españoles

II.- INUNDACION EN LA ÉPOCA COLONIAL 1629

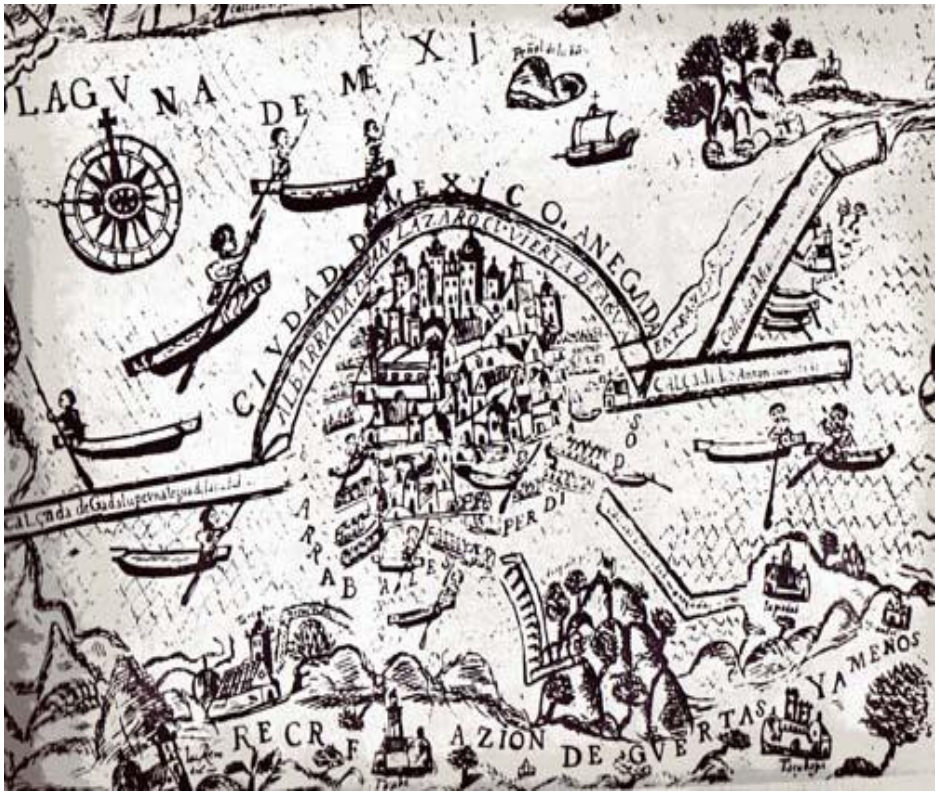
SIGLOS XVII Y XVIII

A la llegada de los españoles a la cuenca, no conocían el funcionamiento hidráulico y perdieron más de la mitad los lagos, tratando de desecar los vasos y así librar las terribles inundaciones .

El 20 de septiembre de 1629, impresionante tormenta.

Durante **treinta y seis horas** ininterrumpidas el agua cayó sobre la ciudad de México, interrumpiendo la tranquila vida colonial.

Quedó completamente inundada, sólo una pequeña parte de Tlatelolco y otra de la plaza mayor quedaron a salvo de las aguas.



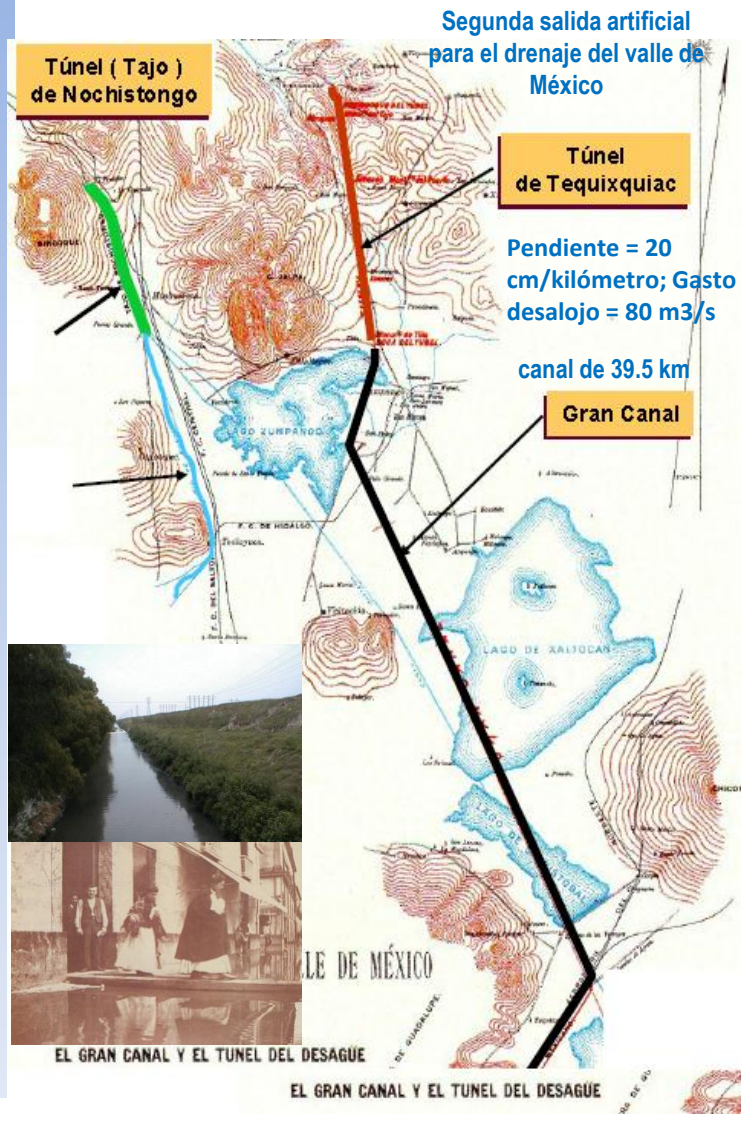
La inundación fue la peor de que se tenga memoria en toda la historia de la ciudad de México. Cobró **treinta mil víctimas** entre los indios; desalojó a cerca de veinte mil familias españolas que emigraron a Puebla y la lluvia colmó el espacio urbano **durante cinco años**. Cuando las aguas regresaron a sus límites naturales, la capital de Nueva España sólo contaba con **cuatrocientas familias**. Había transcurrido poco más de un siglo desde la conquista de México y parecía que la ciudad capital estaba cerca del fin de sus días

LAS INUNDACIONES EN EL MÉXICO INDEPENDIENTE

1856 las inundaciones eran cada vez **más alarmantes**: en algunas zonas hasta tres metros de altura. El Ing. Francisco de Garay, propuso construir un canal que saliera desde San Lázaro atravesar los lagos de Texcoco, San Cristóbal y Zumpango, canalizando sus aguas y las de los ríos que cruzara a su paso. Un túnel, al final del canal, conduciría las aguas hacia el río Tequixquiac.

El proyecto buscaba un aprovechamiento integral del agua del valle que, sin desecarlo totalmente.

El tiempo pasó y las turbulencias políticas impidieron las obras; durante el Imperio de Maximiliano se abocó a iniciar la costosa y larga tarea, que se prolongó durante la época de la Restauración de la República y el Porfiriato.



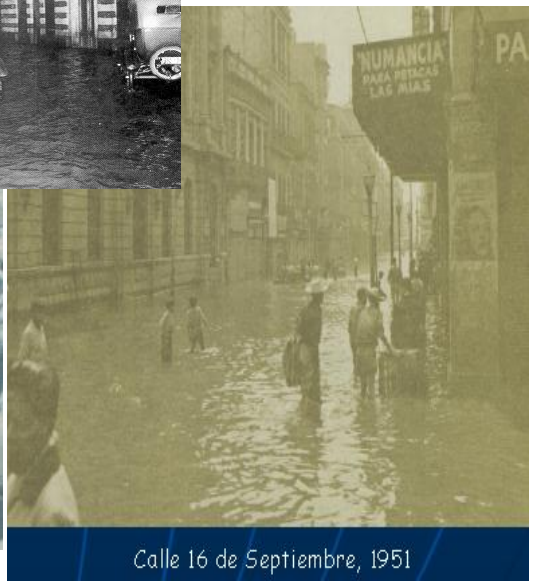
El sistema funcionó más o menos bien hasta 1925, año en el que se presentaron nuevamente inundaciones de gran magnitud.

SIGLO XX

1950, el periódico El Universal dice que se **inundaron de agua y lodo** dos terceras partes de la Ciudad de México y murieron cinco personas. Nuevamente se trabajó en soluciones "globales", dentro de las que destacan la construcción de grandes plantas de bombeo de los colectores principales al Gran Canal y el incremento sustancial de la capacidad de éste mediante la ampliación de las secciones y la construcción del segundo túnel de Tequixquiac, que se terminó en 1954.

Entre 1954 y 1967 se construyeron nuevamente miles de kilómetros de colectores, plantas de bombeo con capacidad acumulada de más de 100 m3/s, el interceptor del poniente, el entubamiento de los ríos Churubusco, de la Piedad, Consulado, Mixcoac, etc.

Ciudad de México, 1950



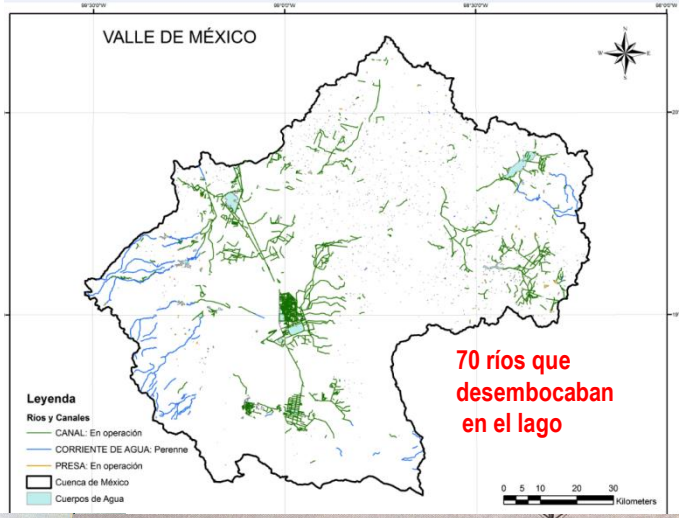
Calle 16 de Septiembre, 1951

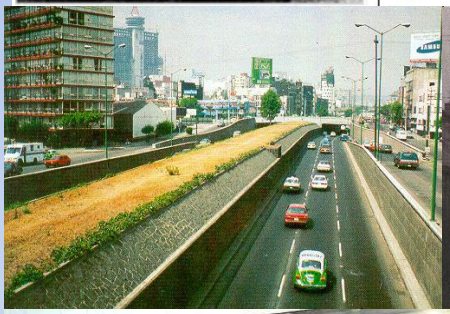
En 1952, se construyó el viaducto Miguel Alemán, al entubar el río La Piedad, lo que resolvía el problema de los desechos y aguas negras mandándolos al río. De ahí vino el entubamiento de muchos más ríos parte del río Mixcoac, la totalidad del río Churubusco, el río Consulado, La Piedad y parte del río de la Magdalena, convirtiéndolos en **drenajes**.

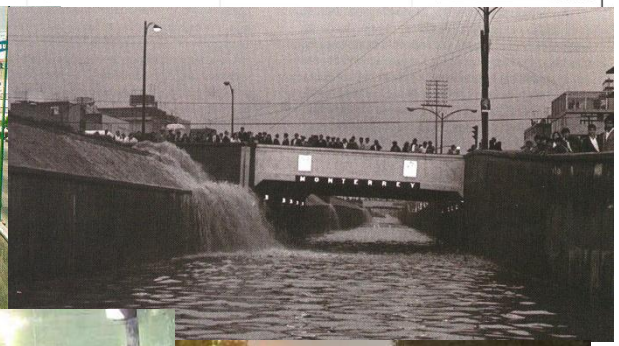
Ahora se está entubando parte del San Rafael, en el tramo conocido como canal de la Compañía, parte del río Ameca, parte del río de los Remedios, parte del río Hondo y del río Tlalnepantla, formando parte sistema de drenaje.

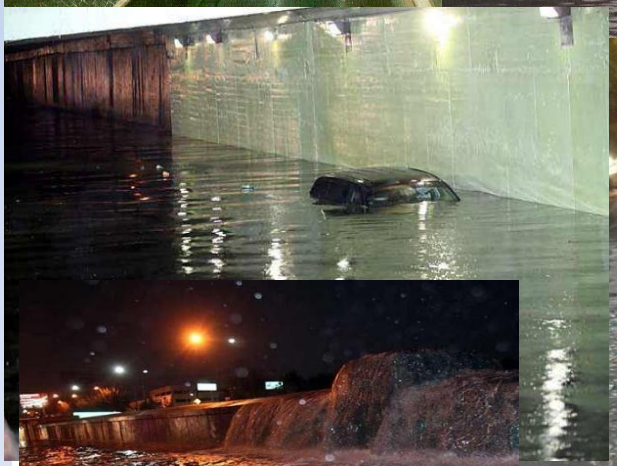
En 1519 había **70 ríos que terminaban en el lago**, en 2011, los 70 ríos siguen siendo los mismos, pero contaminados y entubados y sin lago.

La **ciudad perdió**. El **problema**, se pudo haber solucionado con separar las aguas negras, recuperar las aguas limpias de los ríos para aprovecharlas.









Estudio Inundaciones y cambio climático en el Valle de México

Valle de Anáhuac

Desde que se habito hasta la fecha siempre ha sufrido por:

Inundaciones y Falta de agua potable

por lo que se han efectuado grandes y costosas obras hidráulicas. Actualmente TEO

Causas históricas de las inundaciones

En la época de los aztecas la principal causa era por **intensas lluvias**

En la época de la colonia el efecto de las intensas lluvias era **agravado por la destrucción de las obras hidráulicas** de los aztecas.

Hoy en día además de las intensas lluvias por problemas:
Ambientales .-originados por cambio climático, deforestación, desvíos y entubamiento de ríos, obstrucción por basura, etc.
Técnicos.- desactualización o falta de planes de atención a emergencias, proyectos de prevención, atención de riesgos, etc.
Legales.- desorden territorial, carencia de contratación de seguros contra desastres naturales, etc.
Políticos.- falta de voluntad política para la reubicación de centros de población, emisión de leyes y reglamentos no articulados y laxos en su vigilancia, etc.

Cómo se enfrentaban

Para mitigar las inundaciones, los aztecas hacían un **manejo de las lagunas.**

En la época de la conquista se **buscó dar salida al agua a otras cuencas**.

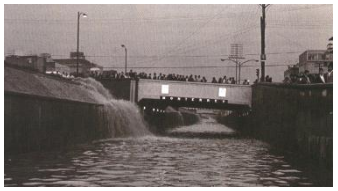
Se sigue buscando dar salida al agua a otras cuencas

III.- Inundaciones por impactos Cambio Climático

¿ Por qué nos inundamos ?

Hundimiento diferencial de la Ciudad 40 cm/año

Entubamiento Ríos con aguas negras

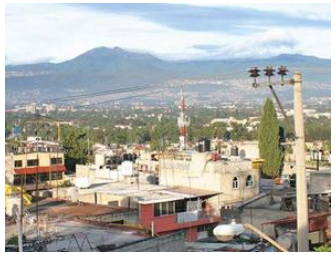


Basura vía pública obstruye drenaje

Desorden territorial asentamiento en zonas de riesgo

Cambio climático llueve con más intensidad en menos tiempo. Veneno para el drenaje

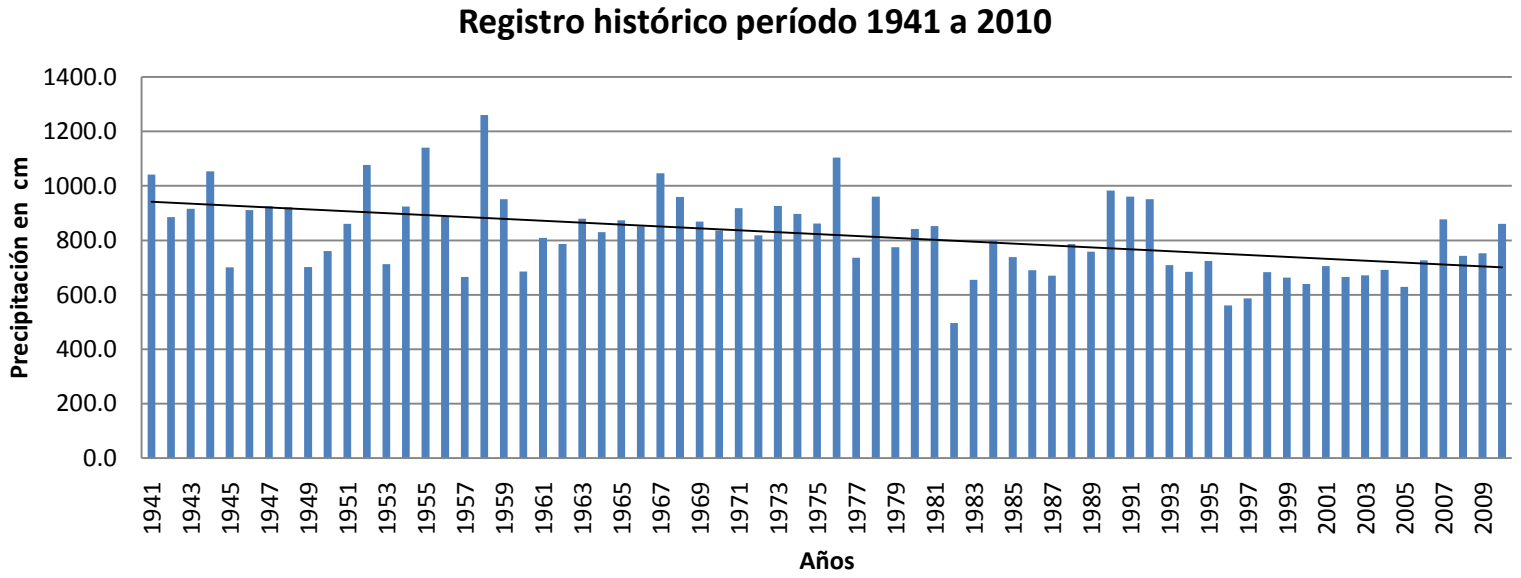
Deforestación por mayor urbanización

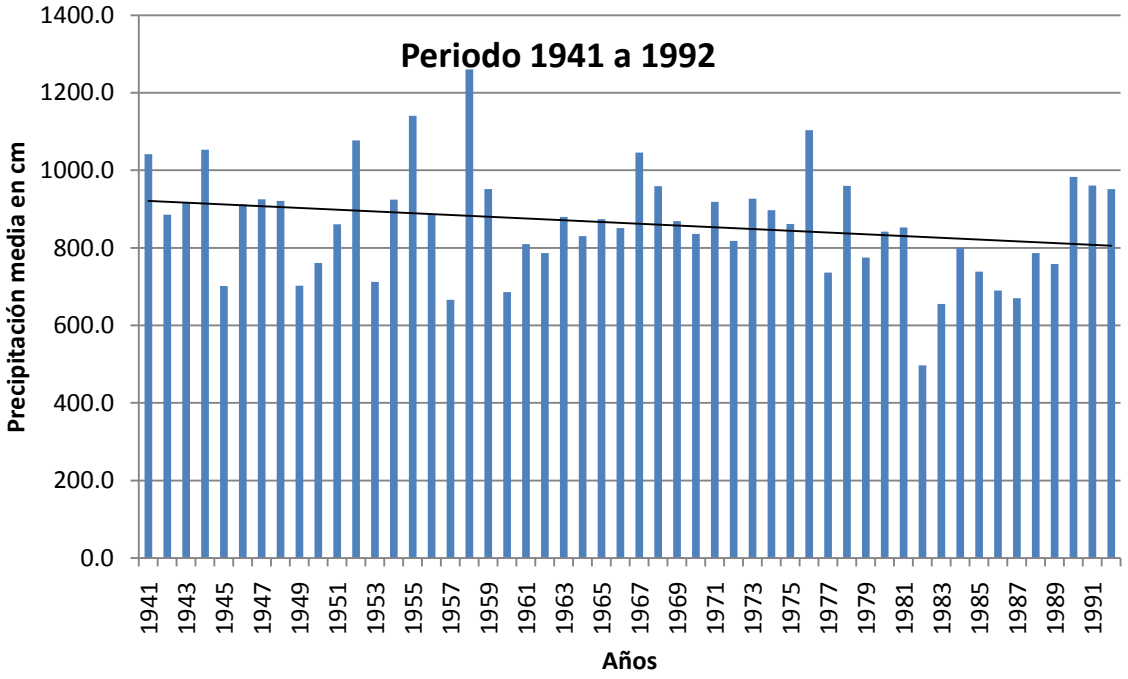


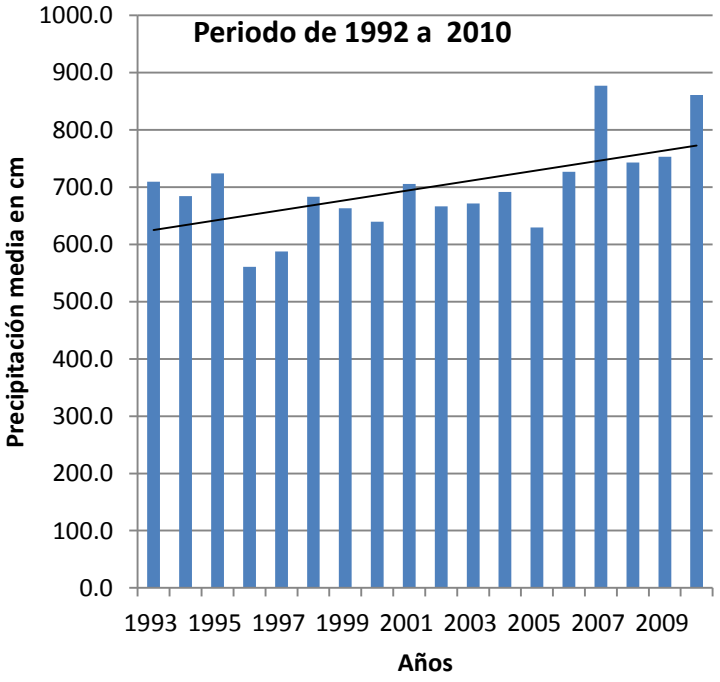
Inversiones a tiempo falta voluntad política: hace falta medición, radar, sistema de alerta, etc.

Crecimiento poblacional ***explosivo*** y ***desordenado***

Análisis de Precipitación Media anual del Valle de México







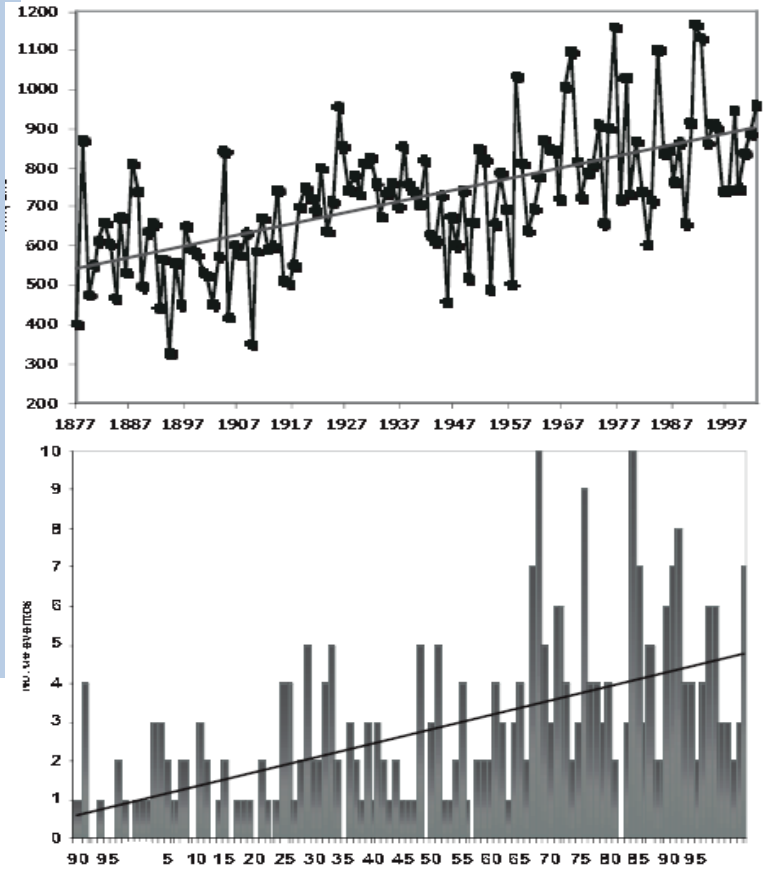
La Vulnerabilidad del Valle de México ante el cambio climático

Con relación a las inundaciones en el VM estas serán originadas por:

- **Intensas precipitaciones** en tiempos más reducidos.
- Huracanes con mayor frecuencia.

De acuerdo con los datos del Observatorio de Tacubaya, la precipitación pasó de alrededor de 600 mm por año a principios del siglo XX, a casi 900 mm por año **por lo que va incrementándose**.

El aumento en la precipitación anual acumulada está asociado al hecho de que el número de **eventos extremos** con más de 30 mm/hr (los llamados "**aguaceros**") también han **aumentado**, pasando de 1 o 2 por año a principios del siglo veinte, a 6 o 7 por año a finales del mismo.



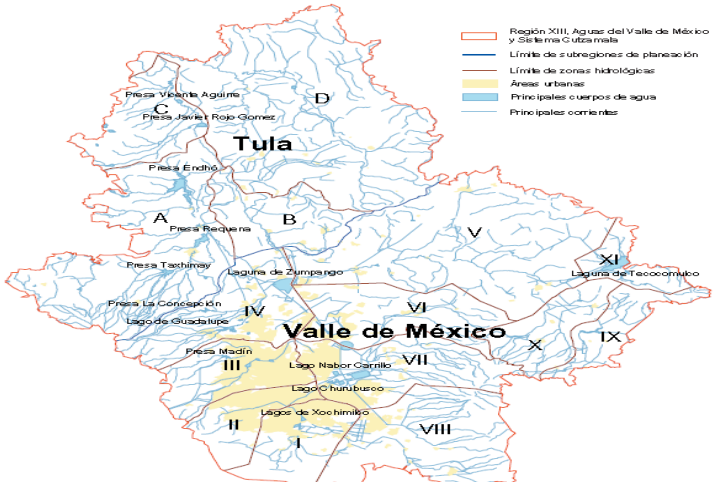
La Vulnerabilidad del Valle de México ante el cambio climático

Las **características fisiográficas** en combinación con asentamientos humanos irregulares con vivienda precaria en zonas de riesgo, convierte a los fenómenos de tipo hidrológico en una **amenaza constante**.

El VM tiene una población de más de 24 mil personas **vulnerable** a eventos hidrometeorológicos extremos, distribuidas en 168 sitios de riesgo.

Las **inundaciones al poniente y al sur de la ciudad** indican que el riesgo ante aguaceros intensos (más de **30 mm/día**) puede verse incrementado por el aumento de la frecuencia de estos eventos.

El 2 de agosto de 2006 se registró una precipitación de 50.4 mm en tan sólo 36 minutos, causando **inundaciones severas** en varias colonias del centro y el poniente del Distrito Federal.



Grado de marginalidad 2000 en los municipios de la región XIII

Entidad Federativa	Población total 2000 (habitantes)		Grado de Marginación							
			Muy bajo		Bajo		Medio		Alto	
	Mpios.	Habitantes	Mpios.	Habitantes	Mpios.	Habitantes	Mpios.	Habitantes	Mpios.	Habitantes
México	56	9 711 611	28	8 118 759	20	1 429 760	5	75 300	3	87 792
Hidalgo	39	1 222 974	8	513 910	17	432 152	9	203 356	5	73 556
Distrito Federal	16	8 605 239	16	8 605 239	0	0	0	0	0	0
Tlaxcala	4	63 440	0	0	2	51 774	2	11 666	0	0
Total	115	19 603 264	52	17 237 908	39	1 913 686	16	290 322	8	161 348
Subregión de planeación										
Valle de México	84	18 749 496	50	17 129 432	25	1 508 491	8	98 303	1	13 269
Tula	31	853 769	2	108 476	14	405 195	8	192 019	7	148 079
Total	116	19 603 264	52	17 237 908	39	1 913 686	16	290 322	8	161 348

Delegación	Problemas reportados por lluvias
Iztapalapa	34
Gustavo A. Madero	22
Cuauhtémoc	18
Miguel Hidalgo	16
Coyoacán	10
Álvaro Obregón	7
Cuajimalpa	3

Frecuencia relativa de las inundaciones y precipitación

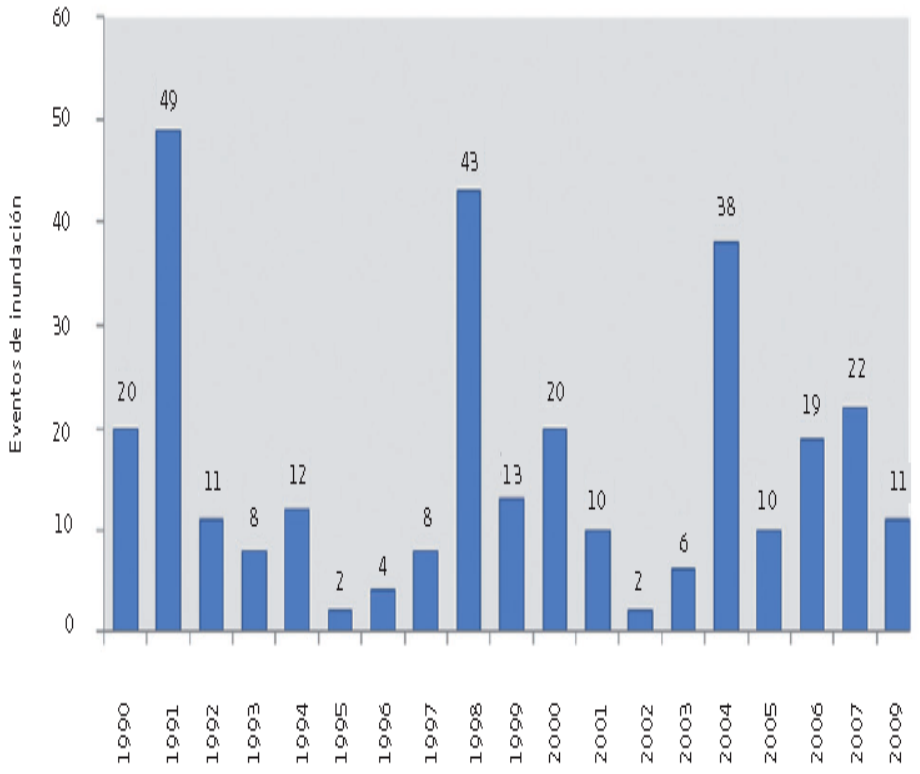
Mes	Precipitación (mm)[60]	Distribución de la precipitación (%)	Número de eventos de inundación[61]	Frecuencia de los eventos de inundación (%)
Enero	12.3	1.92	3	0.59
Febrero	9.0	1.41	3	0.59
Marzo	14.4	2.25	1	0.20
Abril	33.8	5.29	9	1.78
Mayo	55.1	8.61	43	8.50
Junio	108.5	16.96	106	20.95
Julio	116.4	18.20	115	22.73
Agosto	109.2	17.07	83	16.40
Septiembre	101.2	15.82	97	19.17
Octubre	58.0	9.07	42	8.30
Noviembre	14.3	2.24	4	0.79
Diciembre	7.4	1.16	0	0.00
Total	639.8	100.00	506	100.00

[60] Precipitación media mensual histórica en el periodo 1980 - 2004

[61] Eventos registrados en el período de 1970–2009

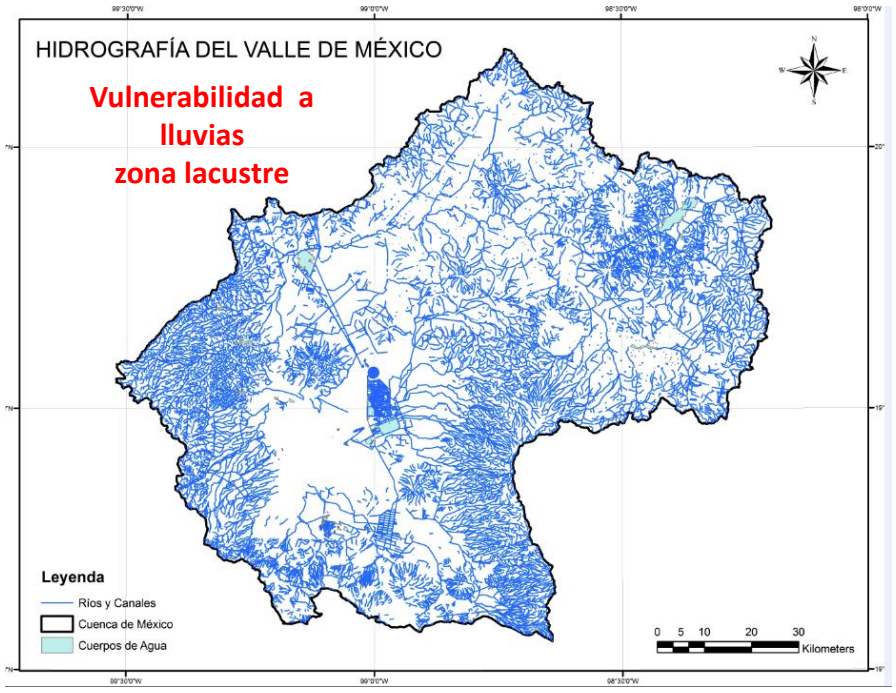
Fuente: Sistema de Inventario de Desastres, Base de datos México 1970-2004, http://www.desinventar.org/desinventar.html; Periódicos Reforma, Universal y La Jornada 2005-2008; y Estudios para determinar la disponibilidad de agua en la cuenca del Valle de México y del Río Tula, 2006, Dirección Técnica.

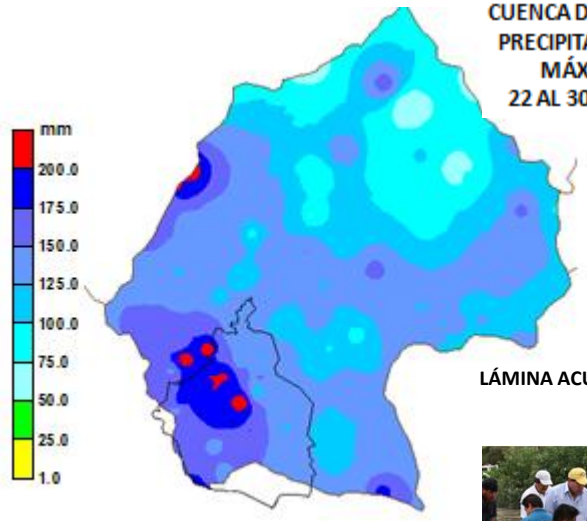
Eventos de inundación registrados en el periodo 1990-2009



Fuente: Elaboración propia con base en la información del Sistema de Inventario de Desastres

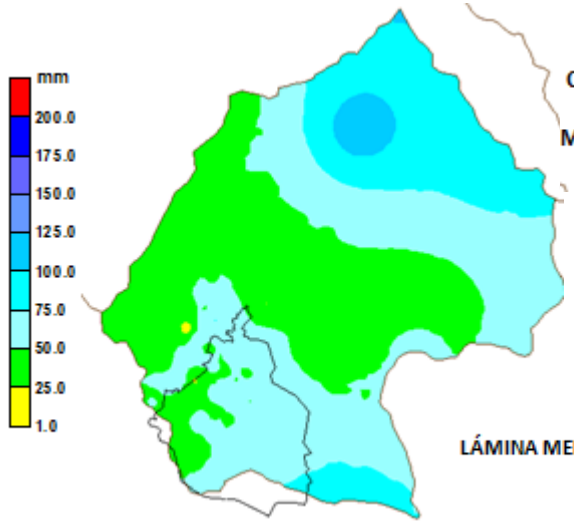
De acuerdo con los registros de lluvias en la región XIII, el **68%** de la precipitación media anual se concentra en **cuatro meses** del año (junio–septiembre). De los **506** eventos registrados en el período 1970–2008 , como se aprecia en la gráfica, en los años 1991, 1998 y 2004 se acumulan más del 25% del total de las inundaciones.





Antes
9 días

LÁMINA ACUMULADA : 135 mm



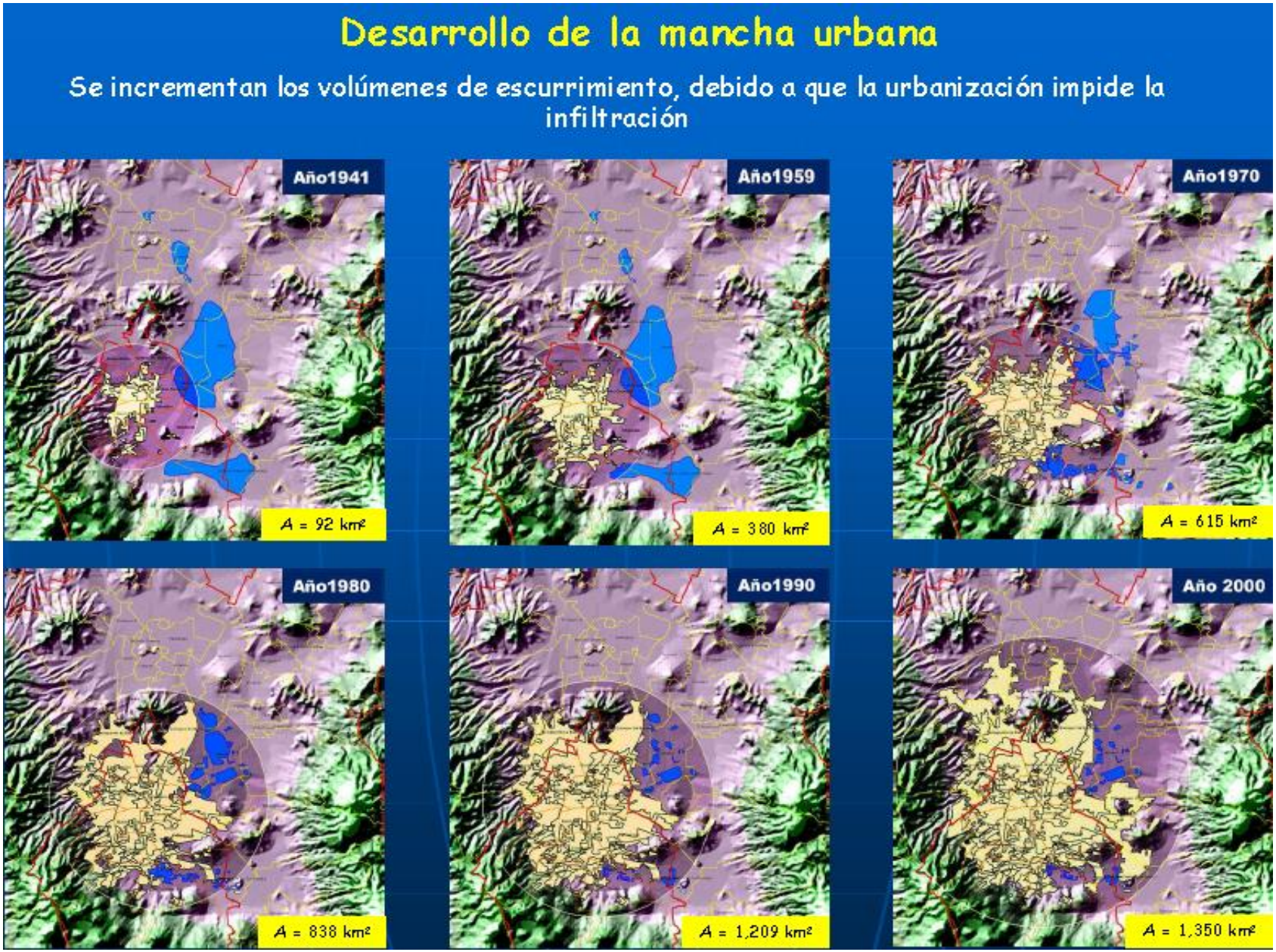
CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
LÁMINA DE PRECIPITACIÓN
MÁXIMA HISTÓRICA EN 24 horas
30 de junio de 2011

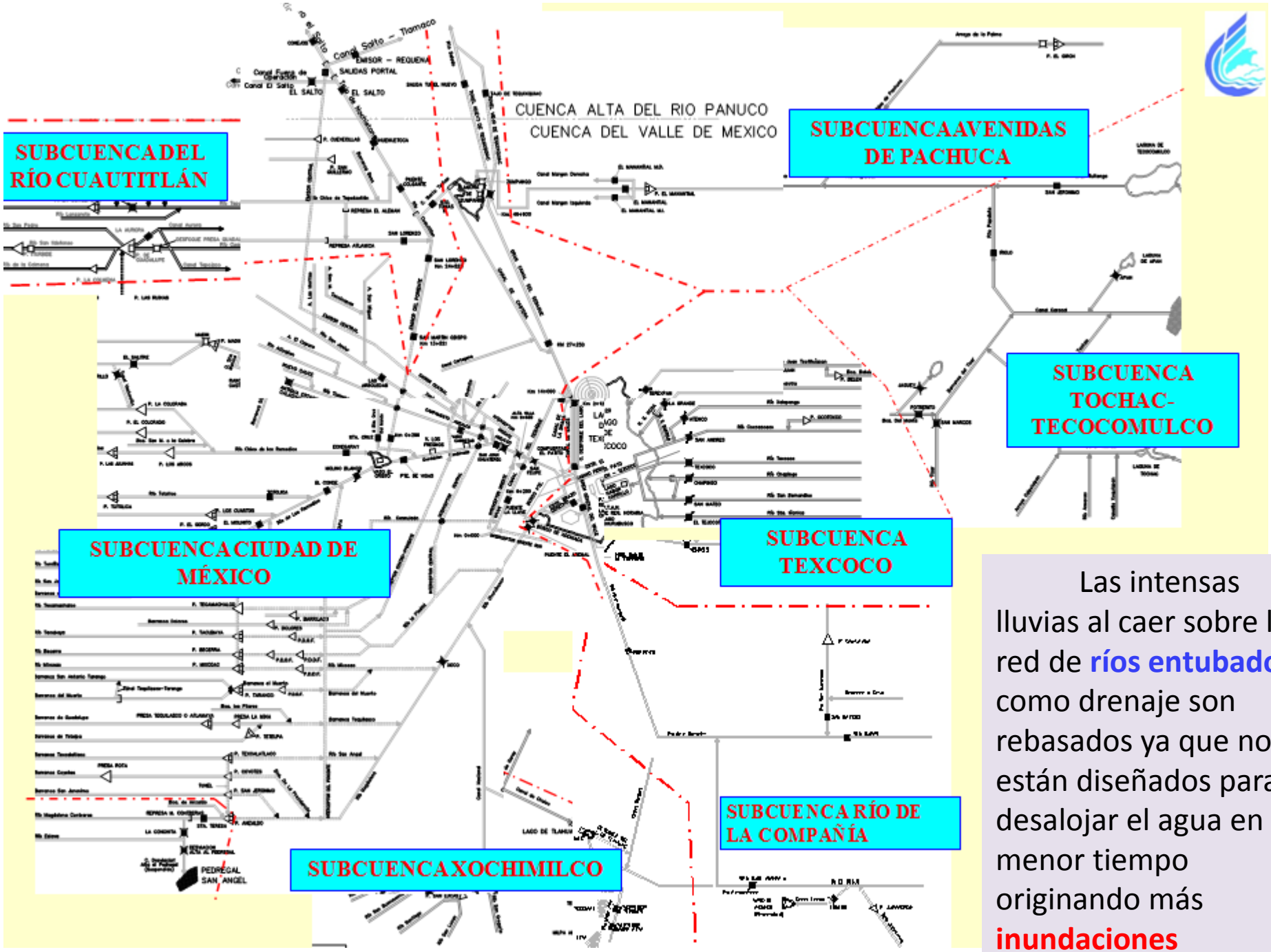
Cambio Climático
1 día

LÁMINA MEDIA: 56.8 mm

Evento extremo: en un día precipito 56.8 mm que equivale 60% de la tormenta máxima histórica registrada que tuvo una duración de **9 días**

Mientras la metrópoli siga creciendo sin orden, somos más vulnerables.

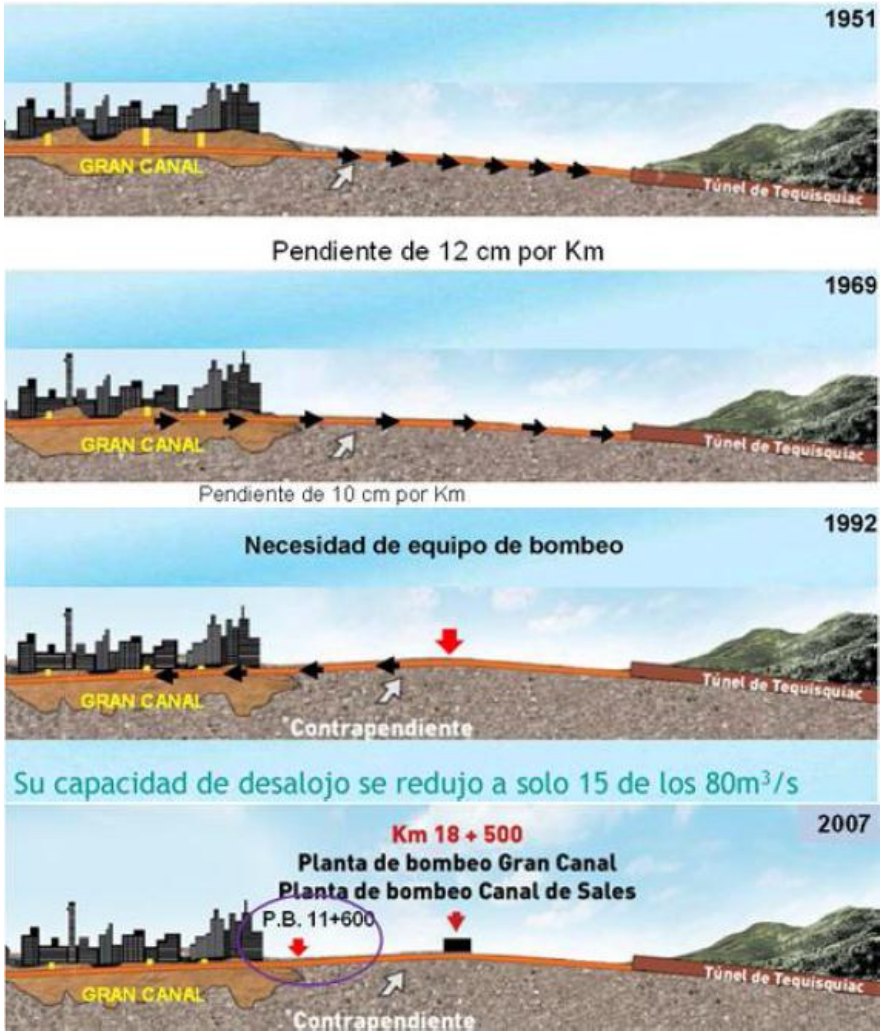




Las intensas lluvias al caer sobre la red de **ríos entubados** como drenaje son rebasados ya que no están diseñados para desalojar el agua en menor tiempo originando más **inundaciones**

El Sistema General de Drenaje actualmente no tiene capacidad para desalojar escurrimientos producidos por lluvias abundantes, incluyendo las ciclónicas.

Componente	1975 Capacidad m^3/s	2006 Capacidad m^3/s	Reducción Capacidad m^3/s
Tajo de Nochistongo	30	30	0
Gran Canal Desagüe	80	15	65
Drenaje Profundo	170	120	50
Total	280	165	115



Con registros históricos de tormentas se han estimado gastos de 315 m3/s, con la capacidad actual es imposible desalojar esos volúmenes.

Déficit = 315 – 165 = **150 m3/s**

En 2008, se inició la construcción del TEO, para cubrir el déficit.

Río de la Compañía

Por los hundimientos diferenciales el río de la Compañía es un sistema de drenaje aéreo, es decir esta ubicado a 10 metros sobre el nivel del suelo

Noticieros Televisa » Tags

Articulos con: "**Inundaciones** en el **Valle** de México"

Conagua pide no tirar residuos sólidos en el Gran Canal

04/03/10 02:03

Etiquetas: Conagua, José Luis Luege Tamargo, Inundaciones en el Valle de Mexico

Avanza reparación de filtraciones en río de Los Remedios

02/03/10 04:03

Etiquetas: Estado de México, Nezahualcóyotl, Inundaciones en el DF, Inundaciones en el Valle de México

Túnel Emisor Oriente, solución definitiva a **inundaciones**

01/03/10 12:03

Etiquetas: Felipe Calderón, DF, Inundaciones en el DF, Inundaciones en el Valle de Mexico

Inaugura Ebrard colector Indeco-Laguna en Iztapalapa

22/02/10 12:02

Etiquetas: Marcelo Ebrard, Delegación Iztapalapa, Inundaciones en el Valle de México

Evalúan trabajos tras lluvias en el **Valle** de México

15/02/10 11:02

Etiquetas: Marcelo Ebrard, Enrique Peña Nieto, Gómez Mont, Inundaciones en el Valle de Mexico

Ssa: Sin brotes epidemiológicos, zonas inundadas del país

05/02/10 01:02

Etiquetas: Ssa, Inundaciones en el Valle de México

Recorre Calderón zona afectada en **Valle** de Chalco

07/02/10 05:02

Etiquetas: Felipe Calderón, Inundaciones en el Valle de México

Ebrard: Libre de agua, 65% de zona inundada en Arenal

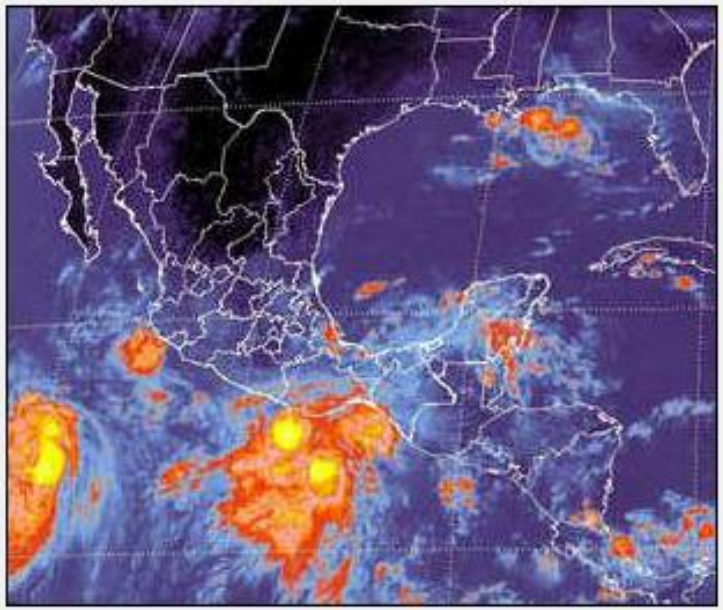
07/02/10 03:02

Etiquetas: Marcelo Ebrard, Inundaciones en el Valle de México, El Arenal

Huracanes más frecuente y con mayor intensidad

El Huracán Dean (Agosto 2007) provoca una tormenta de 30 millones de m^3, durante un tiempo de 20 horas. Se desborda el Río de los Remedios, y afecta zonas aledañas. La inundación es provocada por la **operación del Drenaje Profundo**.

Se cierra la compuerta de descarga hacia el Interceptor Central. El Emisor Central del Drenaje Profundo estaba trabando a presión (**tubo lleno**), había peligro de colapso.



SMN

"Eugene" y "Emily" pierden fuerza pero habrá lluvia:SMN. Con Denise Maerker

2 de Agosto, 2011

Sin embargo, ambos meteoros han provocado lluvias en muy intensas en Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Tabasco. Continuarán las lluvias en el Valle de México por presencia de onda de aire.

El huracán "Eugene" y la tormenta tropical "Emily" se alejan del territorio nacional de manera paulatina y no afectan al territorio nacional, no obstante se prevén lluvias intensas ante la presencia de una onda de aire.

Adaptación del manejo del agua al cambio climático

NIVEL 3

Adopción de políticas de adaptación del manejo integrado del agua para asegurar su sostenibilidad ante el cambio climático

NIVEL 2

Desafíos y oportunidades en el tratamiento y reuso de aguas residuales y captación y aprovechamiento de las pluviales.

NIVEL 1

Reservas estratégicas de agua subterránea y planeación adaptativa al cambio climático

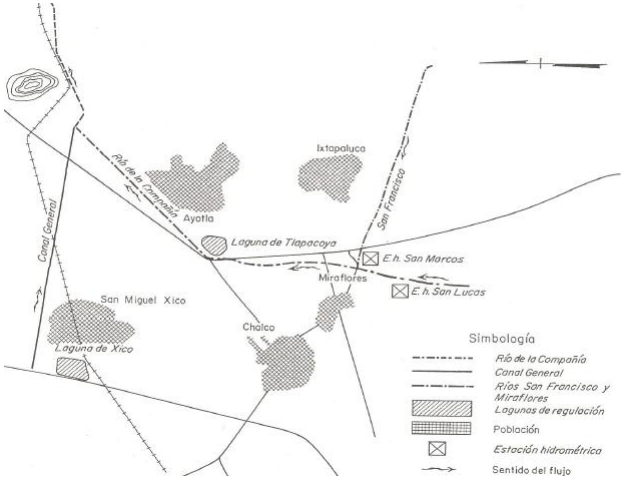
Columna de la Independencia. En 1910 la Columna se encontraba a la altura de la acera y hoy se requiere una estructura de escaleras para acceder al monumento.

Políticas públicas

MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

CONVIVIR CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Mitigación
  - ✓Reducción de las emisiones de gases en infraestructura hidráulica
  - ✓Sistemas de Alertamiento hidrometeorológico
  - ✓Reforestación
- Adaptación
  - ✓Reutilizar el agua y reservar agua subterránea
  - ✓ Mapas de riesgo por inundaciones
  - ✓ Elaboración de Atlas de riesgos
  - ✓Políticas Públicas contra inundaciones
  - ✓ **Ordenamiento territorial**



Comentario final y conclusión

1. Las inundaciones severas son y serán más recurrentes en el presente escenario de cambio climático

2. Los daños por las inundaciones son derivados de un incremento en la vulnerabilidad en el Valle de México

3. Somos cada vez más vulnerables por desorden en el crecimiento urbano y desarrollo de infraestructura hidráulica correctiva

4. Es posible adaptarnos y mitigar el exacerbamiento de las inundaciones provocadas por el cambio climático – vulnerabilidad, siempre y cuando haya:

    1. Control y planeación del crecimiento urbano
    2. Creación de zonas buffer de manejo de crecientes
    3. Manejo de aguas pluviales separadas de las residuales
    4. Manejo integrado de aguas tratadas para reuso, extracción de agua subterránea y creación de reservas.

SEMARNAT

CONAGUA
Comisión Nacional del Agua

AMH 5 años

Vivir Mejor

¡Gracias!

La lucha es por el agua y también en contra del agua

Vivir Mejor