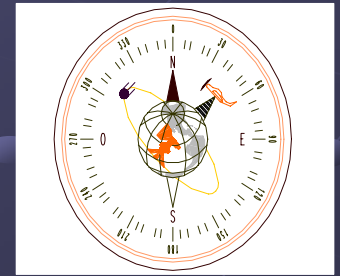


# Monitoreo de Deformación en Presas y las Cuencas Hidrológicas en Culiacán y sus Posibles Riesgos

1er. Foro Regional sobre  
Protección Civil y Desastres  
Naturales



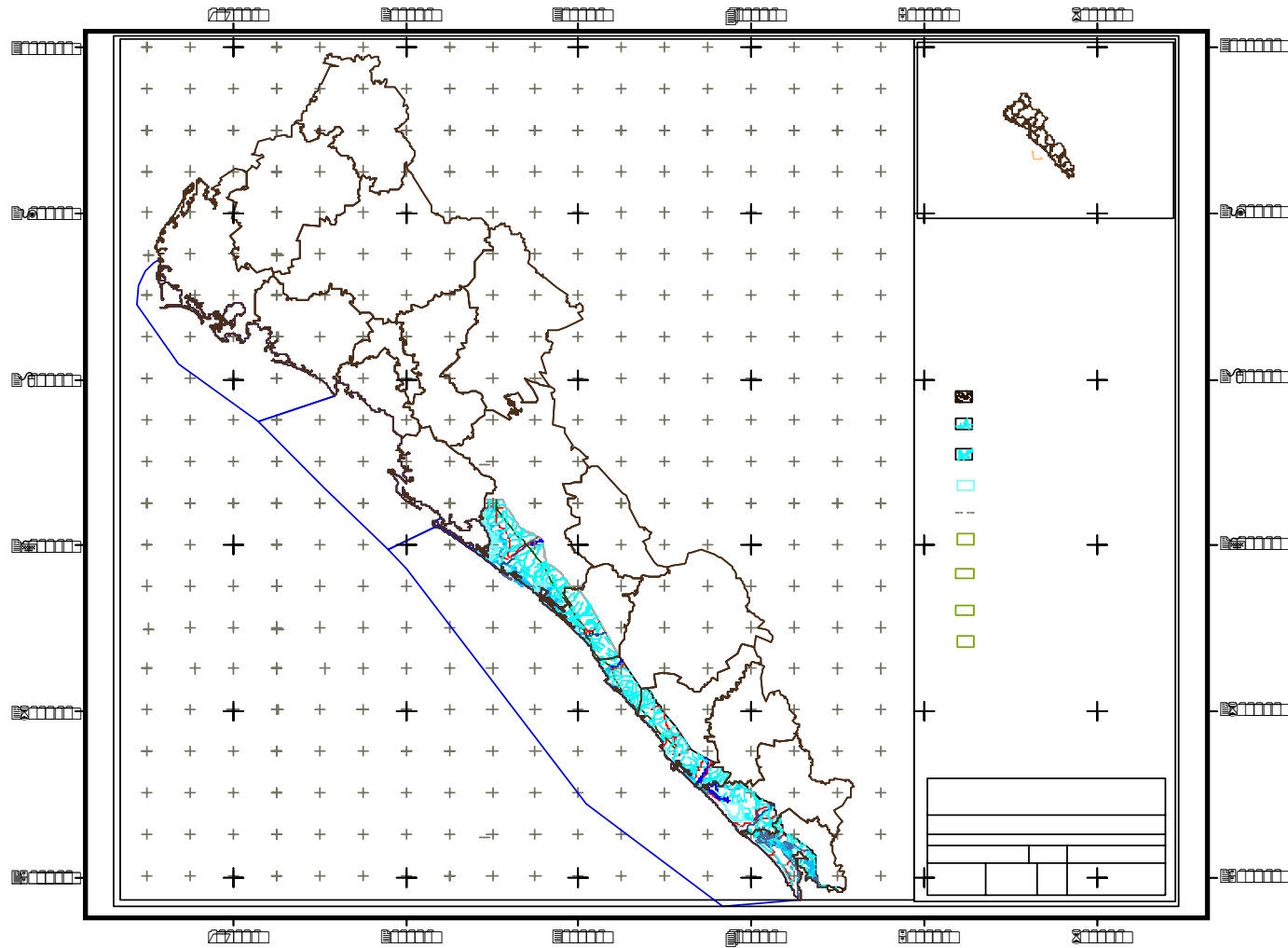
Escuela de Ciencias de la Tierra  
Universidad Autónoma de Sinaloa

# INDICE

- DEFORMACION EN PRESAS
- CUENCAS HIDROLOGICAS
- MARCO GEOLOGICO, SISMOLOGIA



# Hidrología del Estado





<i>No.-</i>	<i>Nombre</i>	<i>(hm<sup>3</sup>)</i>				
<b>Cuenca</b>		<b>Azolves</b>	<b>Útil</b>	<b>Control</b>	<b>Conserv</b>	<b>Total</b>
1-A	Luis Donald Colosio	500	2 408	1 660	2908	4 568
2-D	Adolfo López Mateos	135	2 365	1 564	3072	4 064
3-A	Miguel Hidalgo	350	1 930	1 750	2921	4 030
4-E	José López Portillo	150	2 100	1 150	2250	3 400
5-B	Gustavo Díaz Ordaz	190	1 610	1 100	1860	2 900
6-D	Sanalona	39	804	250	674	1 093
7-F	Aurelio Benassini V.	70	345	395	415	810
8-A	Josefa Ortíz de Domínguez	35	460	122	514	617
9-B	Guillermo Blake Aguilar	40	260	187	301	487
10-C	Eustaquio Buelna	35	116	193	113	344
11-D	Juan Guerrero Alcocer	4	51	47	55	102
12-M	Santiago Bayacora	7	93	32	100	133
13-M	Guadalupe Victoria	15	66	12	81	93
14-M	Francisco Villa	2	72	5	79	79
15-M	San Bartolo		44	2		46
16-M	Caboraca (Canoas)		43	2	45	45
17-M	Peña Del Aguila	2	30	24	32	56
18-M	Santa Elena		14	11		25
19-M	Baluarte		13	1		14
<b>Totales</b>		<b>1 574</b>	<b>12 824</b>	<b>8 507</b>	<b>15420</b>	<b>22 906</b>

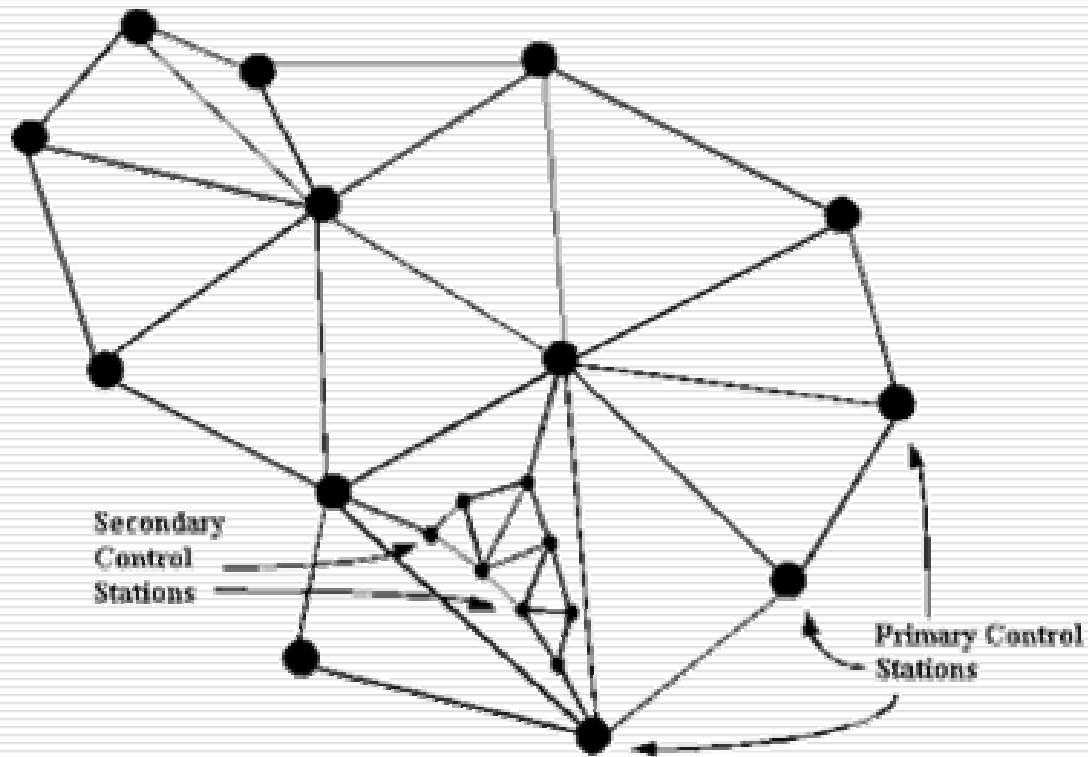
## Principales almacenamientos en la Región

# Superficie Física en Distritos de Riego

<i>Distritos de Riego</i>	<i>Área bajo Riego ( miles ha )</i>
076 Valle del Carrizo, Sin.	227.5
075 Río Fuerte, Sin.	51.7
063 Guasave, Sin.	100.1
074 Mocorito, Sin.	40.7
010 Culiacán-Humaya	69.4
109 San Lorenzo	212.1
108 Elota-Piaxtla, Sin	22.8
043 M.D. Río San Pedro, Nay	43.2
052 San Pedro-Mezquital, Dgo	8.4
111 Baluarte Presidio	29.3
Total	805.2

# Redes Geodésicas

---



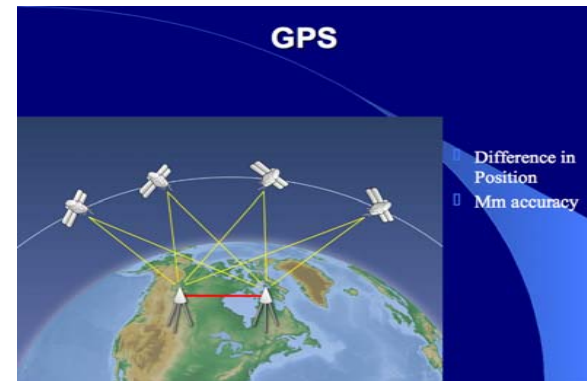
# Redes Geodésicas

---

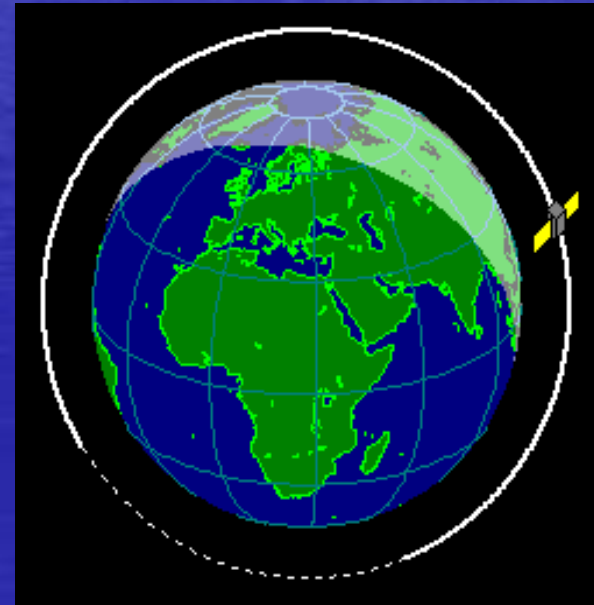
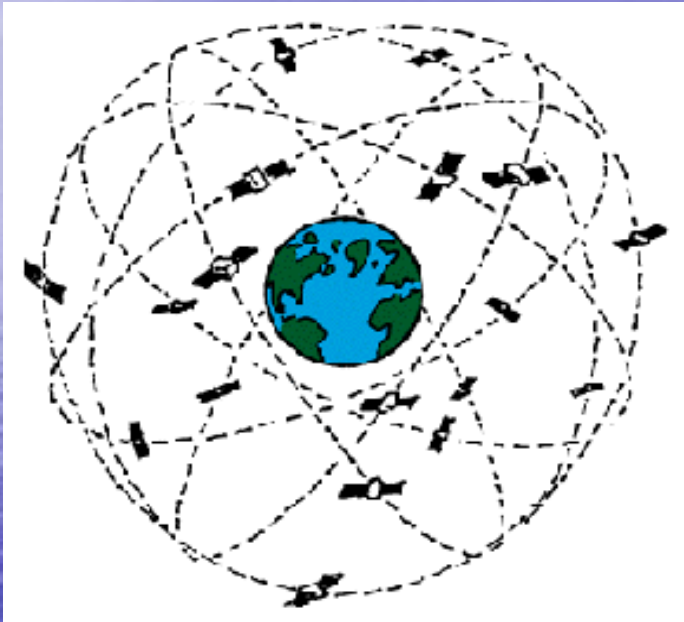
- ❑ Estos puntos son establecidos en un sistema coordinado de referencia y pueden obtenerse utilizando diferentes técnicas de medición.
  - ❑ Una red geodésica se diseña y optimiza en términos modernas de una alta confiabilidad, la calidad de los resultados se evaluará mediante técnicas de robusticidad y análisis estadístico.
  - ❑ Se plantea que el diseño y optimización en el establecimiento de esta red geodésica debe ser cuidadosamente realizado, obteniendo en ello una configuración geométrica que satisfaga las necesidades de precisión en cada uno de sus puntos
-

# MÉTODOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE REDES GEODESICAS

- OBSERVACIONES SATELITALES
- MEDICIONES DE DISTANCIAS Y ANGULOS



# Sistema global de posicionamiento (GPS)



# Aplicaciones

---

- Redes geodésicas
  - Monitoreo de deformación
  - Cartografía
  - Catastro
-

# EJEMPLOS NUMÉRICOS

## ■ PRESAS

- SANALONA

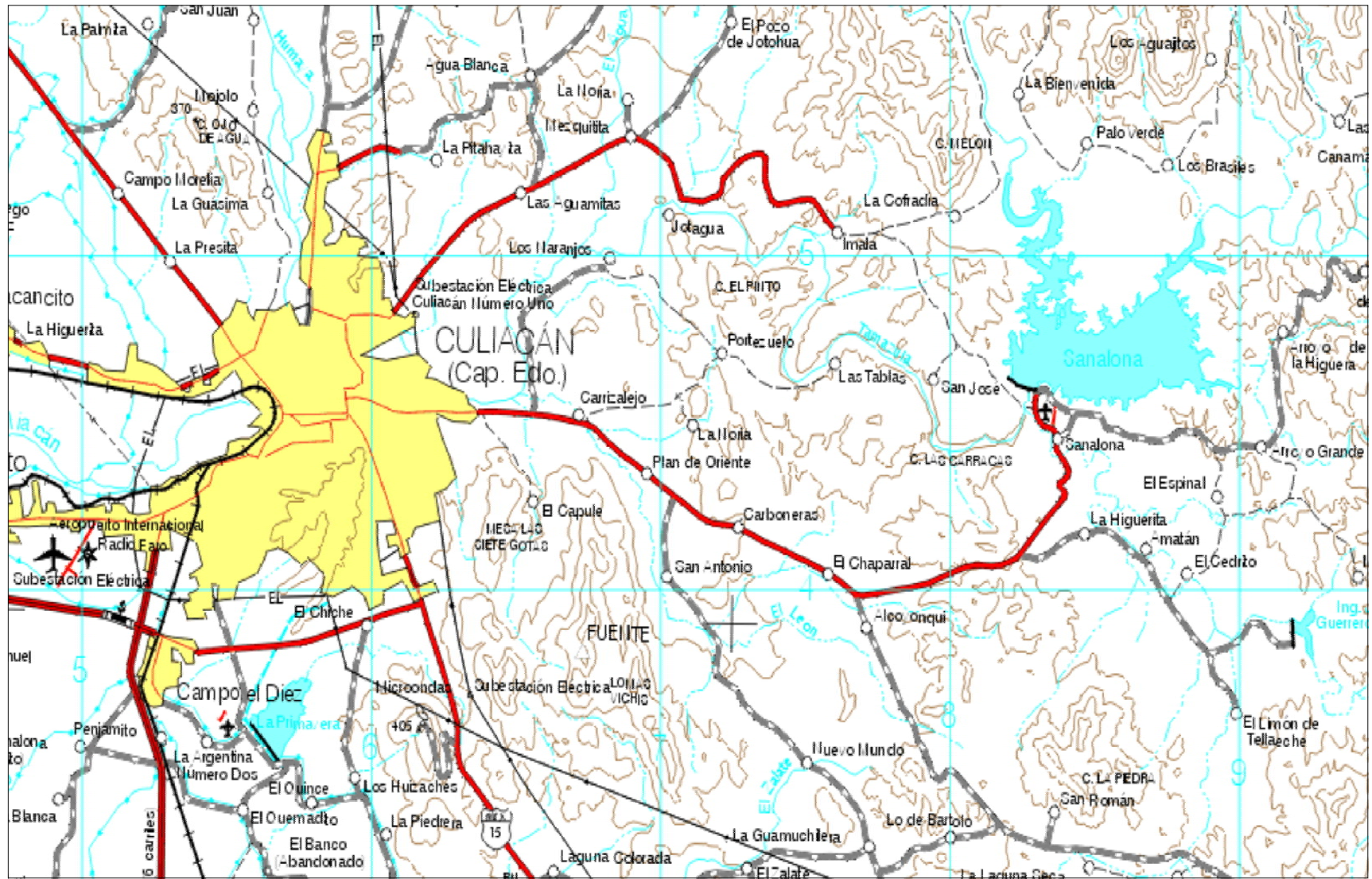
- AMATA

## ■ CUENCAS HIDROLÓGICAS

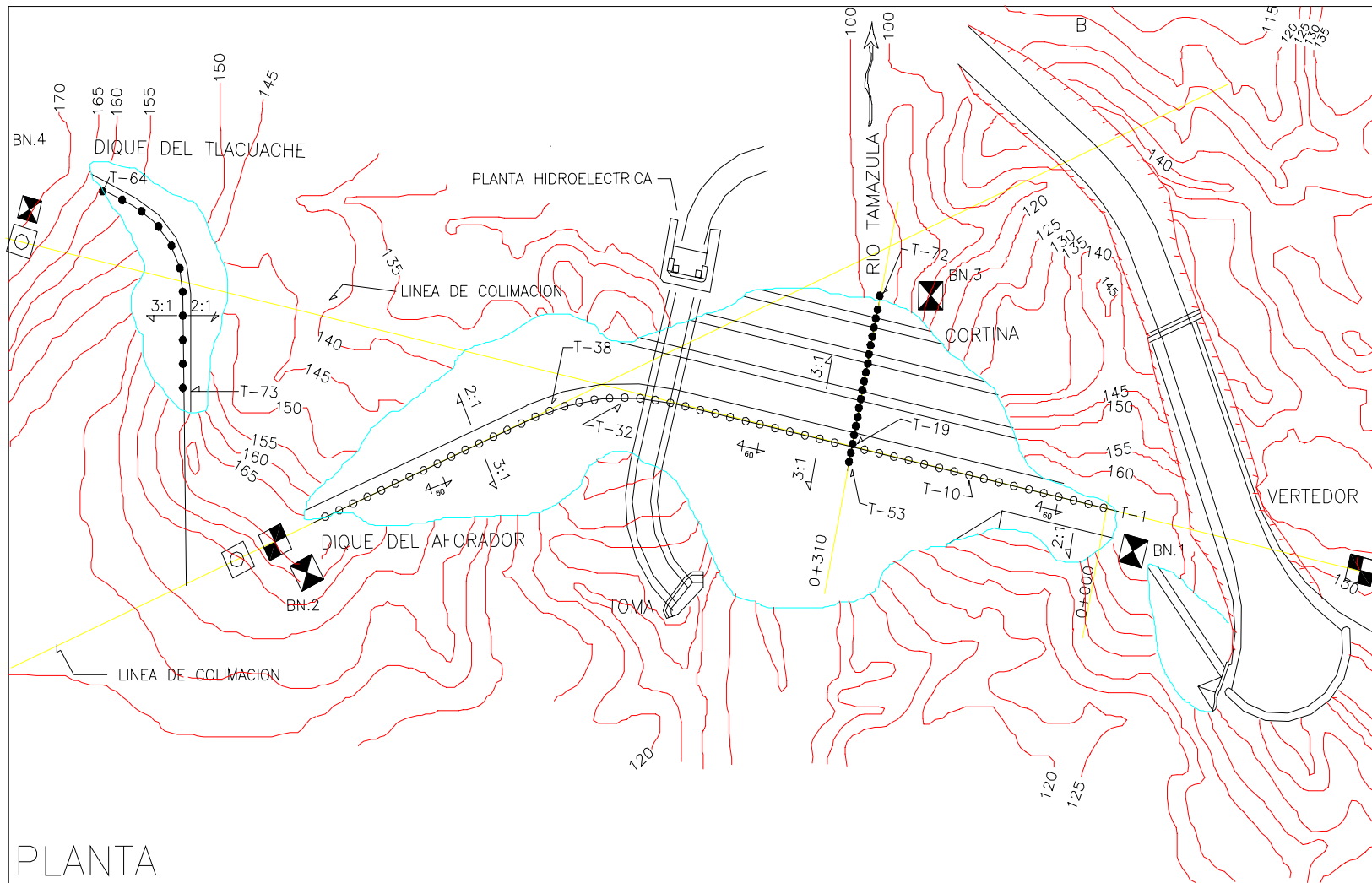
- CULIACÁN

## ■ SISMOLOGÍA

- COSTAS DE SINALOA



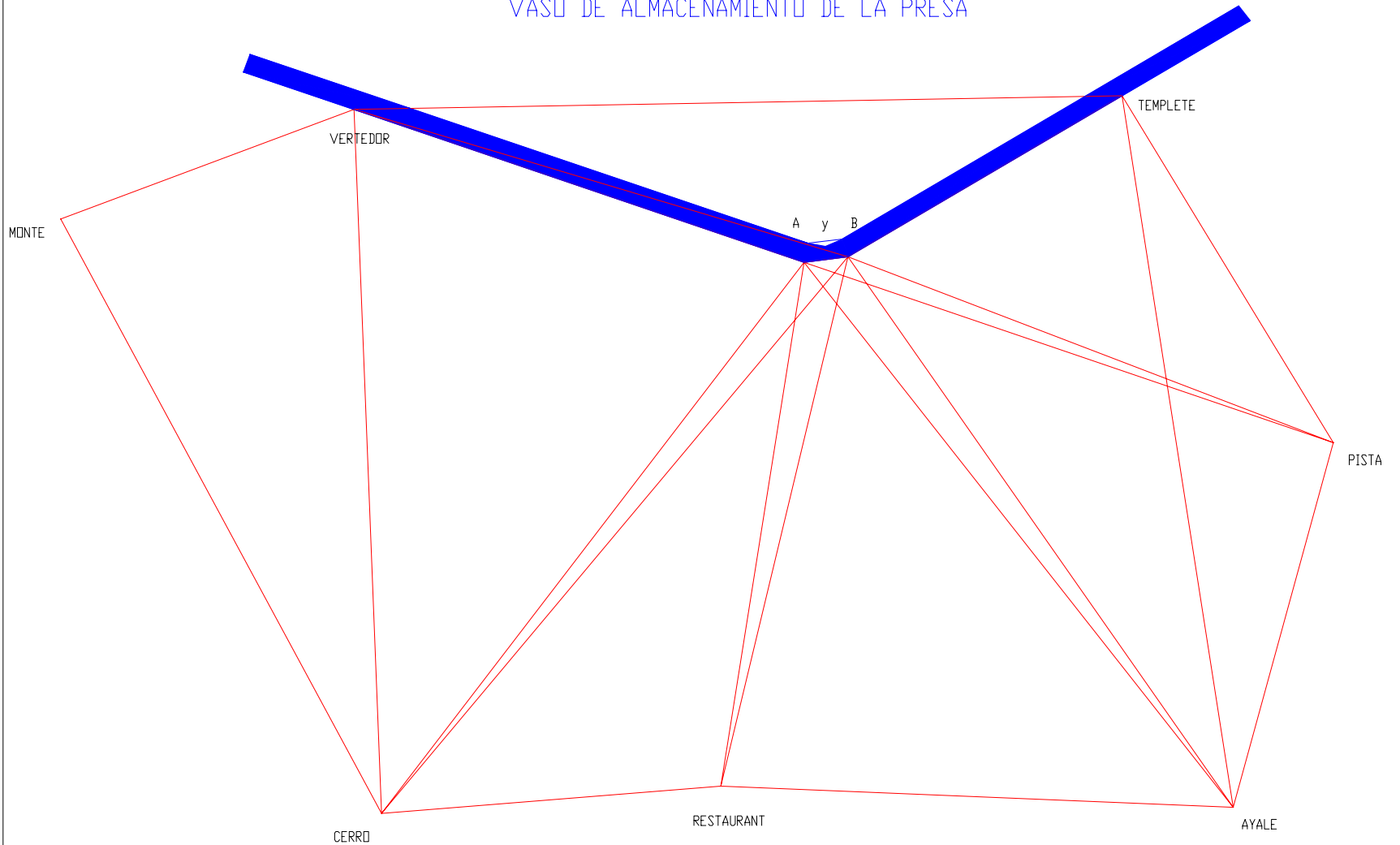
UBICACION DE LA PRESA SANALONA



PLANTA

CORTINA E INSTRUMENTACION DE LA PRESA SANALONA

# VASO DE ALMACENAMIENTO DE LA PRESA



PUNTOS DE APOYO DE CENTRAJE FORZOSO, UBICADOS FUERA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE LAS DEFORMACIONES

# Site Positions

SANALONA

**Horizontal Coordinate System:** Univ. Transverse Merc. (N)    **Date:**  
 10/29/04  
**Height System:** Ellips. Ht.    **Project file:**  
 SANALONA.spr  
**Desired Horizontal Accuracy:** 0.020m + 1ppm  
**Desired Vertical Accuracy:** 0.040m + 2ppm  
**Confidence Level:** 95% Err.  
**Linear Units of Measure:** Meters

Site	ID	Site Descriptor	Position	95% Error
1	AAAA	East.	282789.217	0.000
		Nrth.	2746102.484	0.000
		Elev.	149.324	0.000
2	BBBB	East.	282850.415	0.000
		Nrth.	2746107.854	0.000
		Elev.	149.298	0.000
3	TAMZ	East.	283531.293	0.002
		Nrth.	2745916.252	0.002
		Elev.	150.714	0.004
4	AYAL	East.	283391.036	0.002
		Nrth.	2745540.025	0.002
		Elev.	152.118	0.004
5	CARD	East.	282196.455	0.002
		Nrth.	2745533.718	0.002
		Elev.	131.533	0.004
6	CULB	East.	281746.581	0.004
		Nrth.	2746146.938	0.004
		Elev.	143.333	0.006
7	REST	East.	282672.325	0.002
		Nrth.	2745562.031	0.002
		Elev.	103.008	0.002
8	TMZL	East.	283532.195	0.000
		Nrth.	2745914.967	0.000
		Elev.	148.219	0.000
9	TMPL	East.	283235.227	0.002
		Nrth.	2746274.294	0.002
		Elev.	148.031	0.002
10	AYAN	East.	283391.940	0.002
		Nrth.	2745538.736	0.002
		Elev.	149.625	0.002
11	B???	East.	282851.317	0.002
		Nrth.	2746106.563	0.002
		Elev.	146.803	0.004
12	TMPT	East.	283235.226	0.002
		Nrth.	2746274.289	0.002
		Elev.	148.016	0.002
13	VERT	East.	282158.228	0.002
		Nrth.	2746260.048	0.002
		Elev.	146.804	0.004

# PRESA AMATA





# MEDICIONES DE LA RED AMATA



VECTOR	DISTANCIA	ERROR X	ERROR Y	ERROR Z	LONGITUD	ERROR DIS	DURACION
MOJ3 - MOJ1	147.578	0.001	-122.253	0.001	-185.203	0.001	05:25:00
MOJ3 - MOJ2	308.326	0.001	-109.72	0.001	-50.378	0.001	05:39:30
MOJ3 - MOJ4	193.213	0.001	35.36	0.001	195.671	0.001	05:55:30
MOJ4 - MOJ1	-45.633	0.001	-157.623	0.001	-380.871	0.001	05:53:50
MOJ4 - MOJ2	115.116	0.001	-145.087	0.001	-246.048	0.001	06:08:20

# INSTRUMENTAL GEODESICO



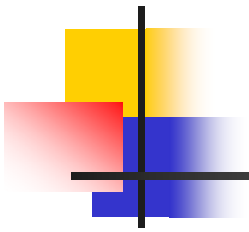
# CUENCAS HIDROLOGICAS CULIACAN

---

- ❑ La red principal de drenaje pluvial de la ciudad es de aproximadamente 100 km
  - ❑ Distribuidos en ductos subterráneos, canales revestidos, canales de terrecería calles pavimentadas y de terrecería.
  - ❑ Captaciones de las 43 cuencas hidrológicas.
  - ❑ La red cuenta con aproximadamente 51 km en terrecería 46 km sobre canales y 5 km sobre calles.
  - ❑ La infraestructura de drenaje pluvial atiende solo al 25% de la ciudad mientras que lo que corresponde al 75% restante se encausa por arroyos naturales.
-

# RIOS Y CAUSES HIDROLOGICOS EN LA ZONA URBANA





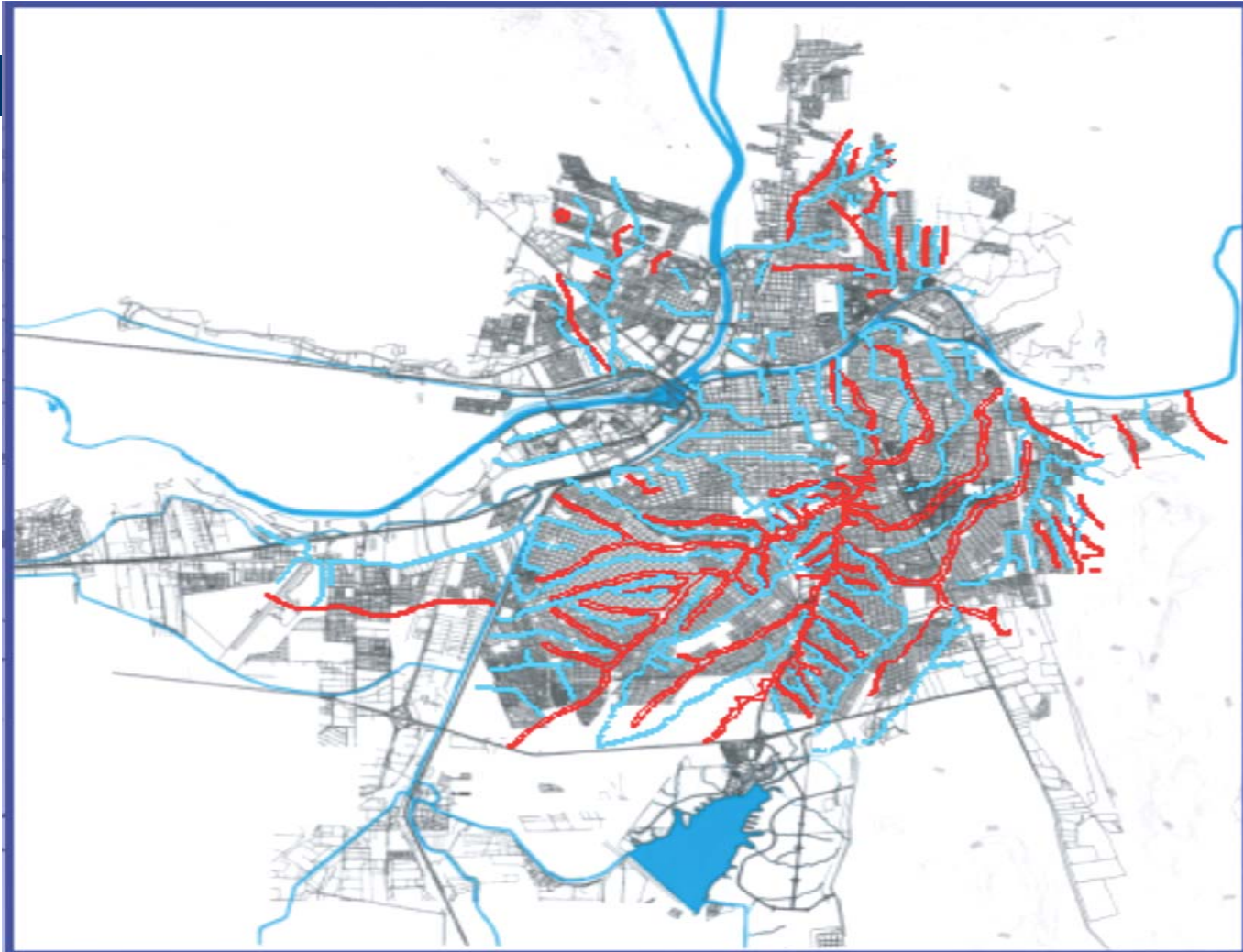
La Ciudad de Culiacán cuenta con 43 cuencas hidrológicas.

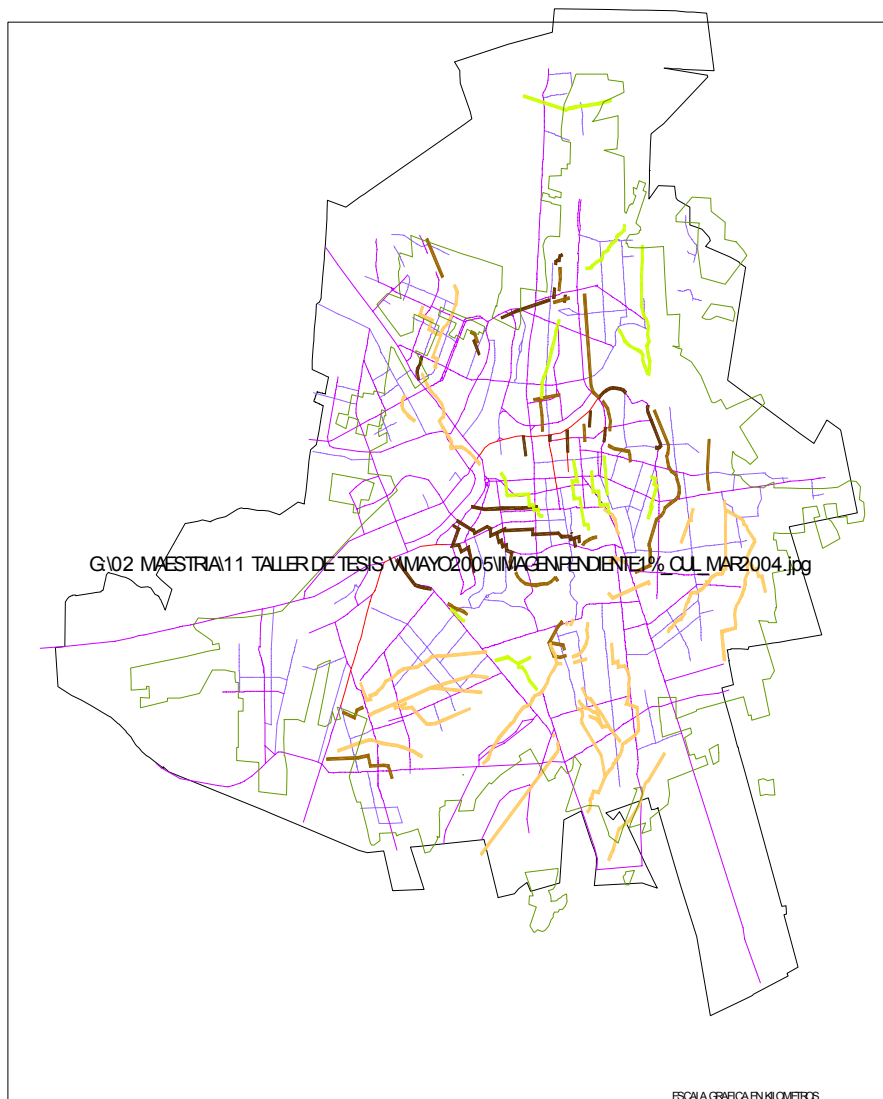
Que generan una red pluvial de longitud aproximada de 100 km.

De la cual solo el 39.5% se encuentra revestido o en ducto

Arroyo El Piojo	75 m <sup>3</sup> /seg.
Arroyo Col. A. Ramírez	60 m <sup>3</sup> /seg.
Arroyo Col. Francisco Villa	35.1 m <sup>3</sup> /seg.
Arroyo Col. Guadalupe Victoria	75 m <sup>3</sup> /seg.
Arroyo Col. Paseo Los Arcos	37 m <sup>3</sup> /seg.
Arroyo Col. Aeropuerto	13.7 m <sup>3</sup> /seg.

# AFLUENTES Y SUS CUENCAS





### Simbología

- VALIDADES PRIMARIAS.
- VALIDADES SECUNDARIAS.
- MANCHA URBANA, 2004.
- PERIMETRO URBANO.
- FRICCIONES POR INUNDACIONES.
- ZONAS SUSCEPTIBLES DE INUNDACIÓN
- ESCURRIMIENTO DE AGUA EN
  - PAVIMENTADAS. 9,200 M.L.
  - ARROYOS NATURALES A CIELO ABIERTO
  - SIN REVESTIMIENTO. 51,300 M.L.
  - ARROYOS REVESTIDOS. 22,000 M.L.
  - COLECTOR FLUMINAL SUBTERRÁNEO.
- 17,500 M.L. PUNTOS PROBLEMÁTICOS CAUSADOS POR AGUAS FLUMINALES, QUE AFECTAN AL TRAFICO DE VEHICULOS Y PEATONES.
  - Mecón Niños Heroes, Arroyo sobre la calle Sepúlveda, Av. Aztán.
  - Bvld. Zapata frente al edificio Texex y en el paso desnivel con la vía del ferrocarril ,
  - Cruce Xicoténcatl y Dr. Mora

Norte

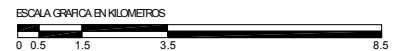
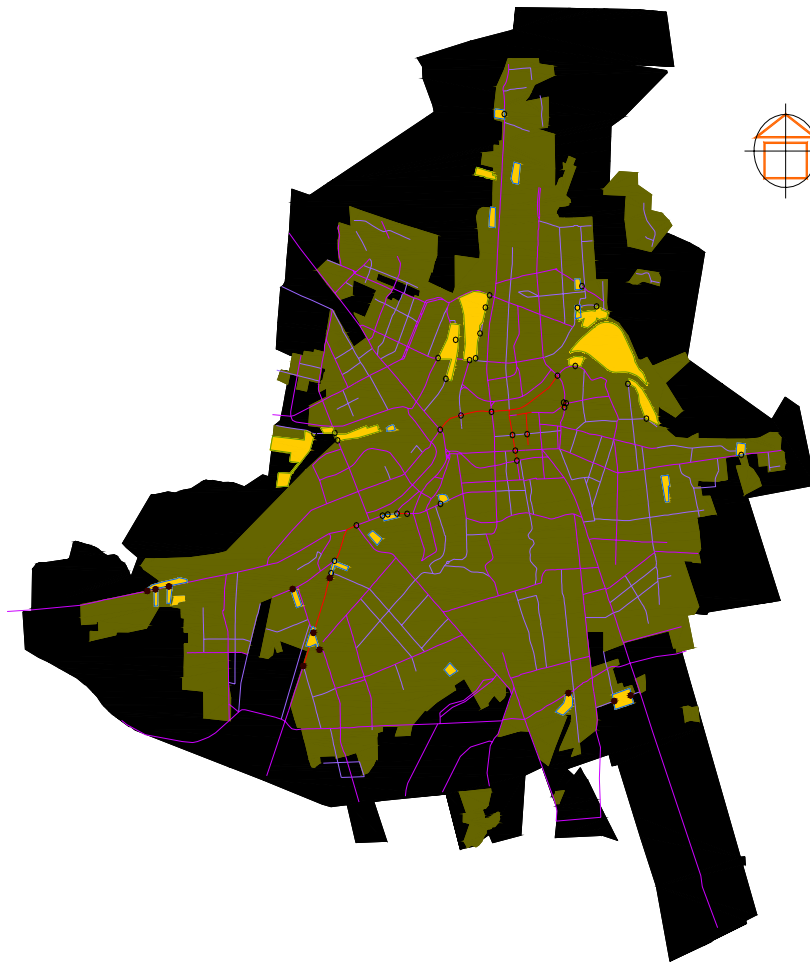


Escala Indicada

Cota Indicada

Clave. SIMI-10

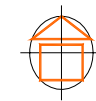
# Plano: Inundaciones. Vulnerabilidad



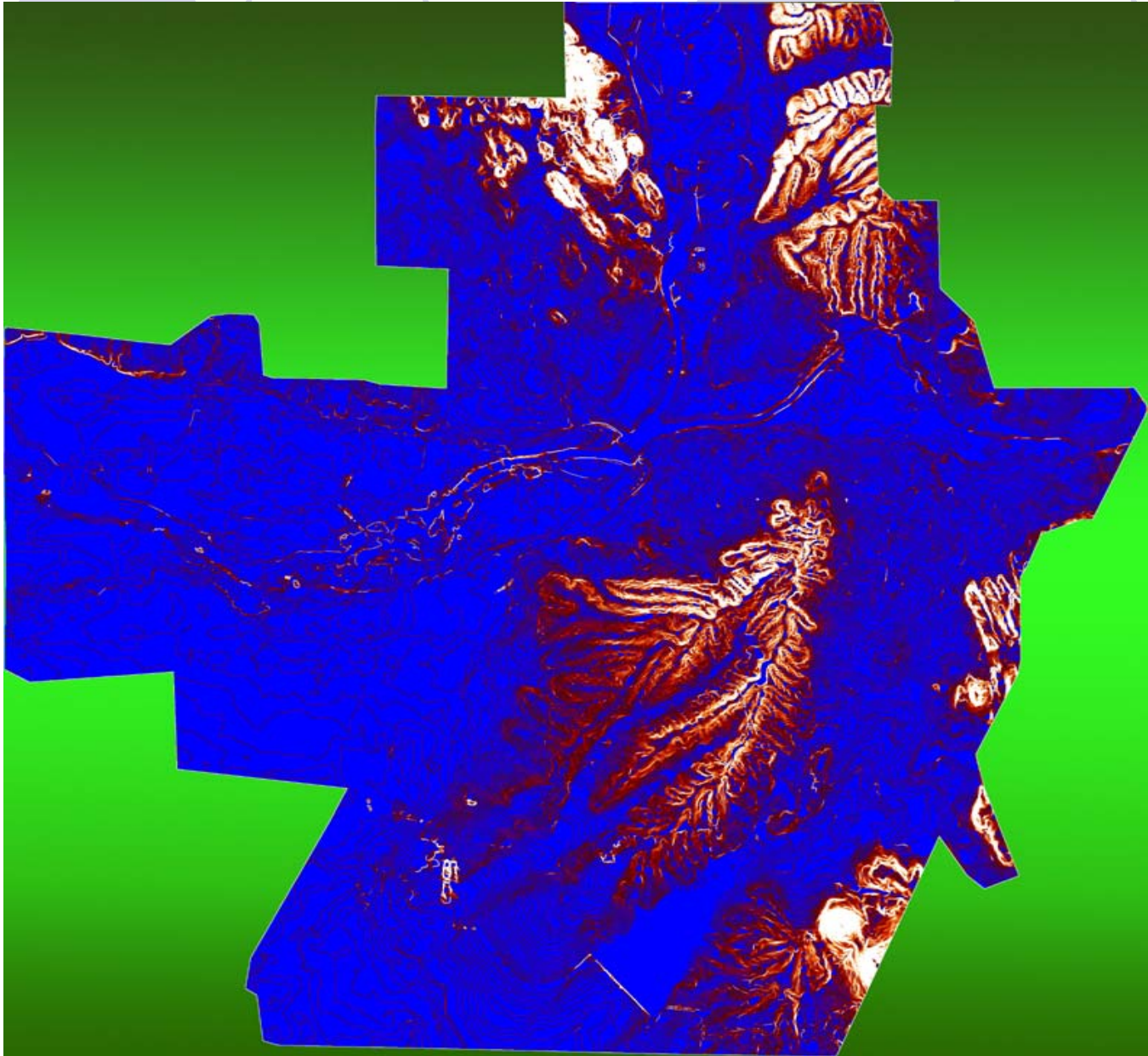
## Simbología

- VIALIDADES PRIMARIAS.
- VIALIDADES SECUNDARIAS.
- MANCHA URBANA 2004.
- PERIMETRO URBANO.
- VIALIDADES INUNDABLES.
- ZONAS DE RIESGOS POR AFECTACIÓN DE LOS RIOS.
- COLONIAS CON ZONA DE RIESGOS DE INUNDACIÓN
- ÁREAS VULNERABLES POR INUNDACIÓN
- ACCESOS A ZONAS INUNDADAS.

Norte



Escala	Indicada
Cota	Indicada



Por la información obtenida se tiene los gastos máximos para diferentes descargas, proporcionado los volúmenes de agua que por los colectores o canales se conducen.

- Podemos considerar que de algún modo el 25% del área de la ciudad tiene una obra para mejorar y controlar los escurrimientos de aguas de lluvias, pero en el otro 75% estos se encauzan por los arroyos naturales en la zona. En estos lugares el problema se origina desde la creación de las colonias, pues al no hacerse un trazo urbano adecuado a la topografía de los terrenos, no se prevé el espacio suficiente para los cauces, ni el espacio para el mantenimiento de los mismos. Encontramos así, que los arroyos cruzan entre las manzanas sin ningún área de protección para las viviendas, además de que las construcciones invaden y afectan las áreas necesarias al paso de las aguas.
- Se han hecho algunas obras de revestimiento en esos arroyos, como el localizado en las Colonias Miguel Hidalgo, Guadalupe Victoria y Emiliano Zapata, que han tenido que adaptarse a las condiciones que se encuentran en el lugar, evitando al máximo el afectar construcciones de viviendas o estructuras de instalaciones existentes. Esto en cierto modo modifica el funcionamiento proyectado sobre la obra.

# Opciones que deberán de ser tomadas en cuenta para dar solución a la problemática

---

Para la presa derivadora se planteaba en el proyecto de desazolve y rectificación de los Ríos Humaya y Tamazula para aumentar la capacidad de desfogue durante las grandes crecientes, evitando las inundaciones y los nuevos azolves de los ríos en los tramos ya trabajados.

Proyectar toda la obra de revestimiento y canalización en las colonias populares.

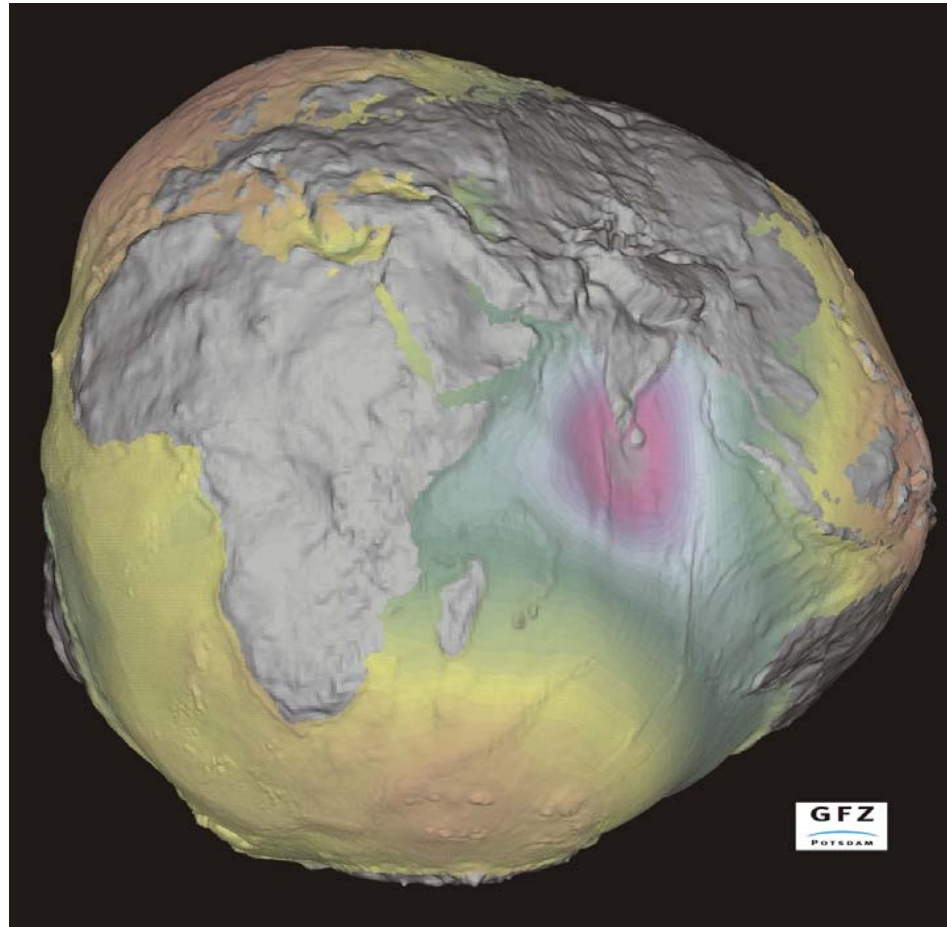
Revisión de las obras de captación

---

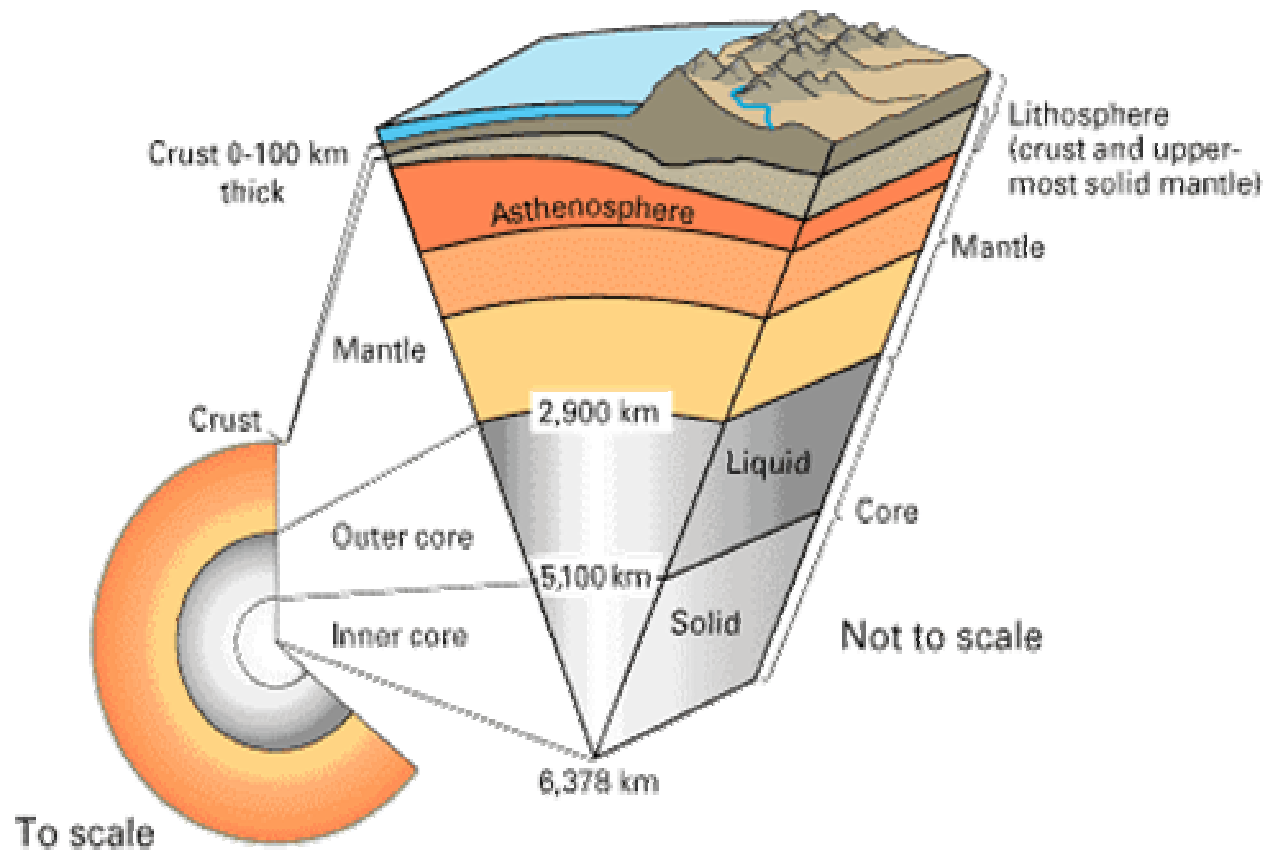
TIERRA



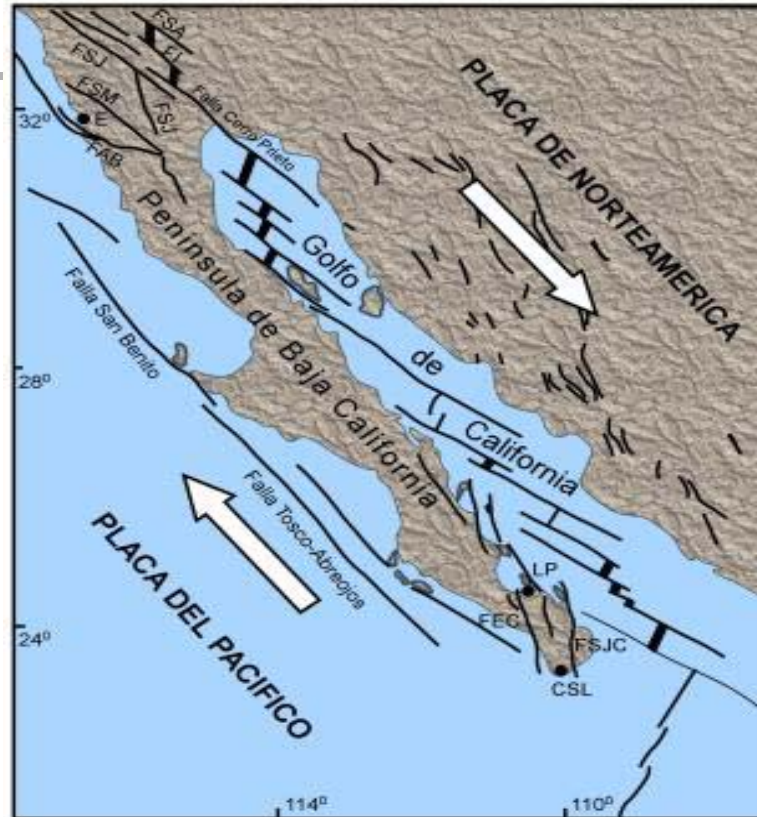
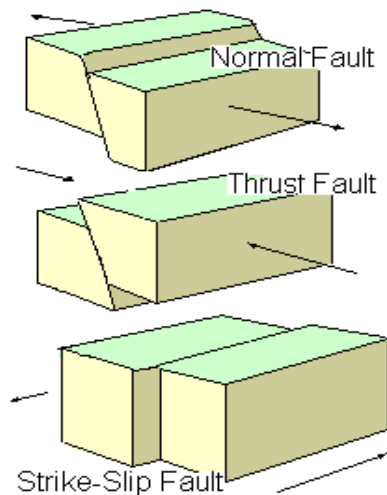
# GEOIDE

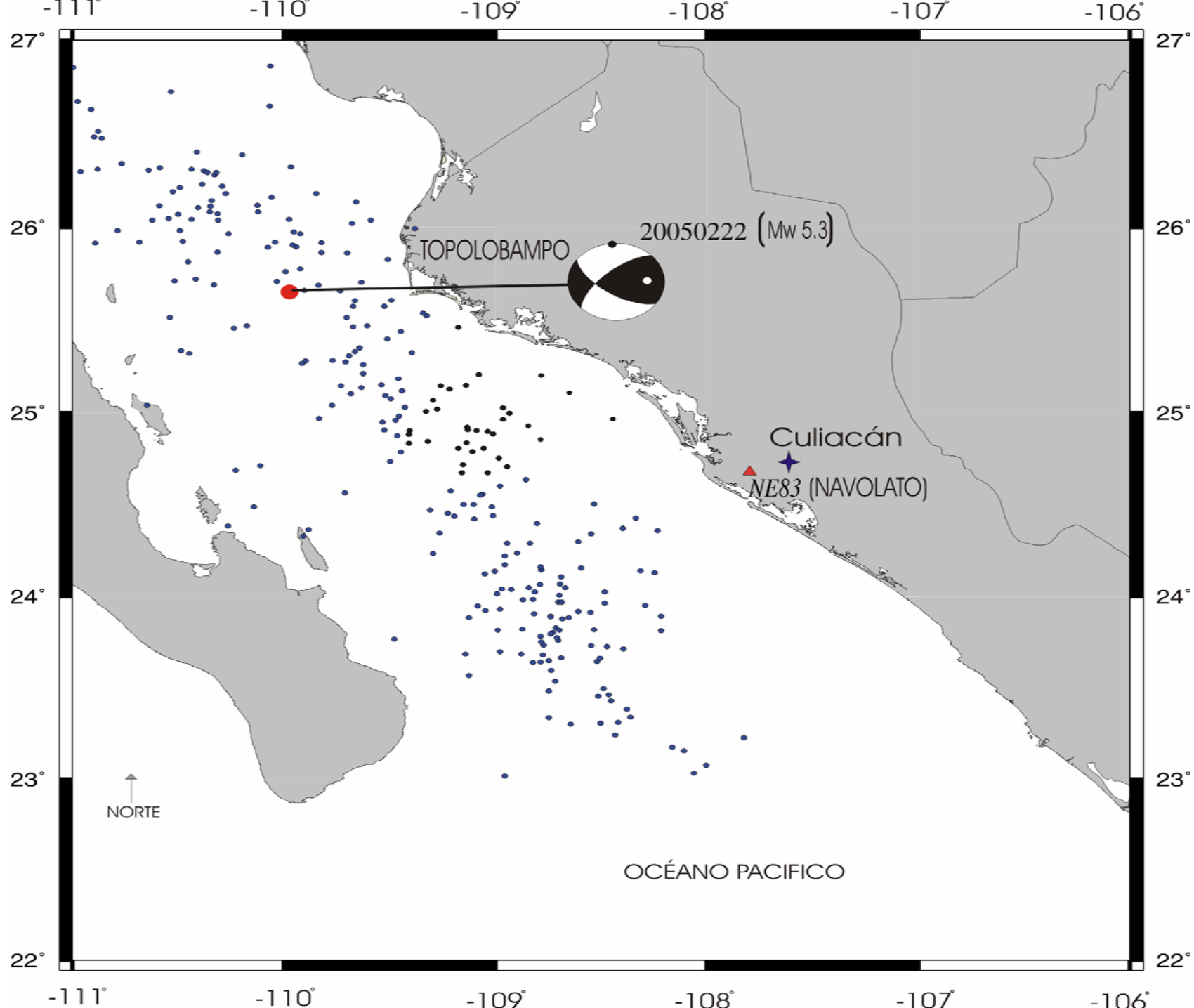


# ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA



- **Fallas de Rumbo** - una falla donde ambos bloques de roca se deslizan horizontalmente uno relativo con el otro. La Falla de San Andrés es un ejemplo de una falla de **desplazamiento lateral derecho**.





# CONCLUSIONES

- Red estatal para el control de estructuras de las presas, creación de cartografía y sistemas de información
- Es necesario realizar el levantamiento geodésico de las cuencas y de los escurrimientos urbanos, generando con esta información la cartografía necesaria para realizar un estudio integral, denotando las zonas de mayor vulnerabilidad.
- Además se requiere de normatizar y generar el reglamento para el establecimiento de asentamientos urbanos en zonas de riesgo.
- Establecer una red sismológica