

Bajío del Arenal

análisis hidrológico conceptual



Marco A. Ramírez Murillo
@hidrológico

A decorative graphic consisting of six circles arranged in two rows. The top row has two circles, and the bottom row has three circles. The circles are light purple with a thin dark purple outline. The word 'contenido' is written in black text over the first circle of the top row.

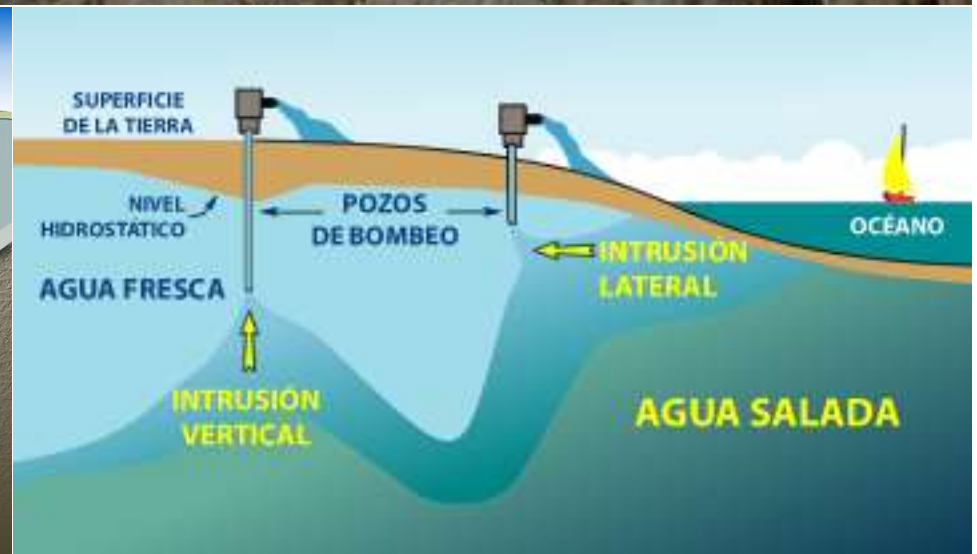
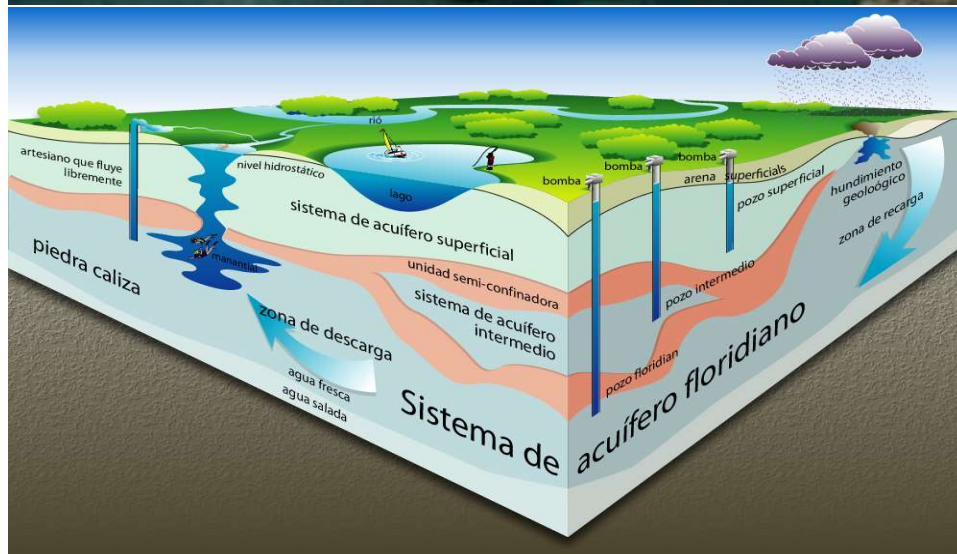
contenido

- **antecedentes**
- **ubicación**
- **condiciones hidrológicas regionales**
- **hidrología superficial local**
- **geología**
- **geofísica**
- **hidrología subterránea**
- **calidad de agua subterránea**

definiciones:

- **acuífero:**

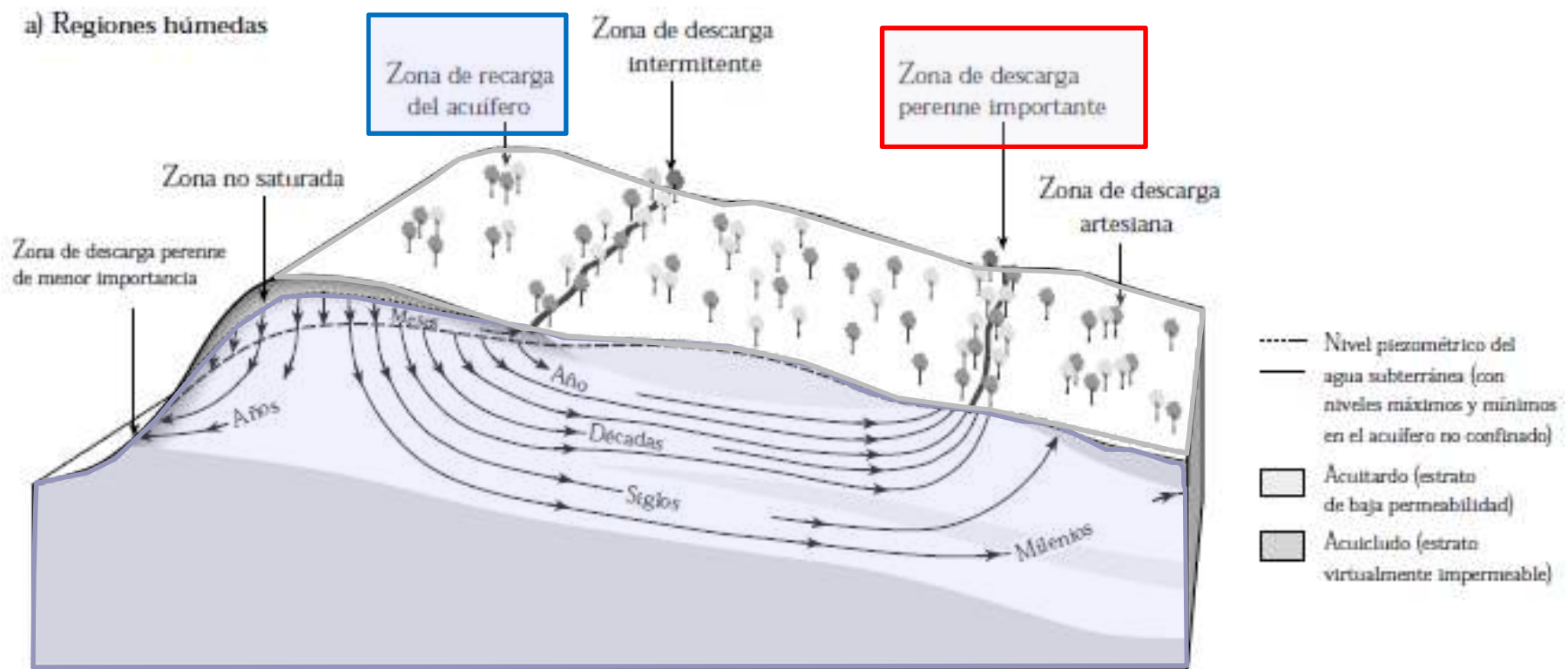
- una o más **formaciones geológicas** conectadas entre sí, por las que **ocurren, circulan o se almacenan aguas subterráneas** que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos **límites laterales y verticales** se definen para **finés de evaluación, manejo y administración** de las aguas nacionales del subsuelo. (CONAGUA)

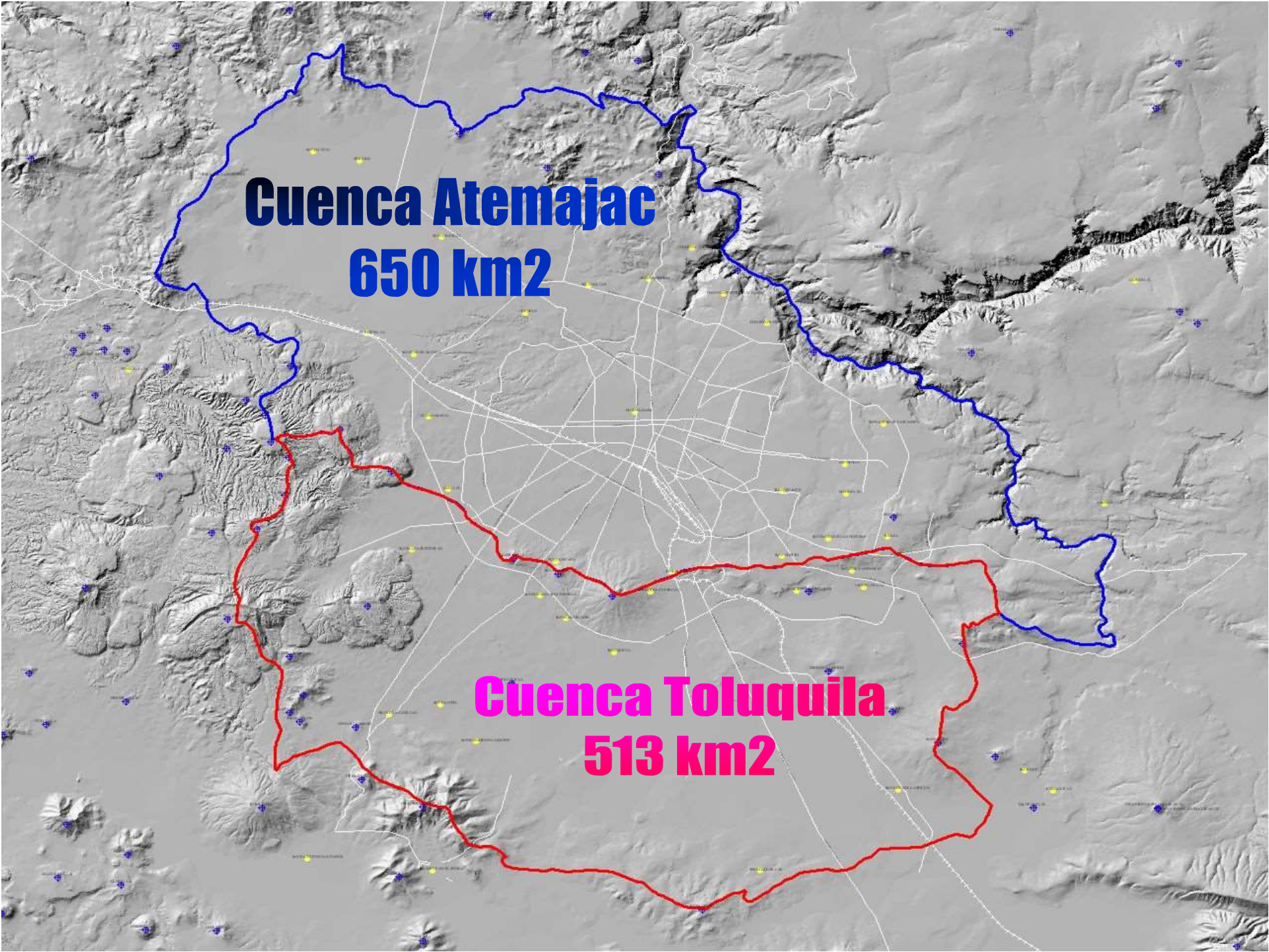


Definiciones:

- **recarga de acuíferos / artificial**

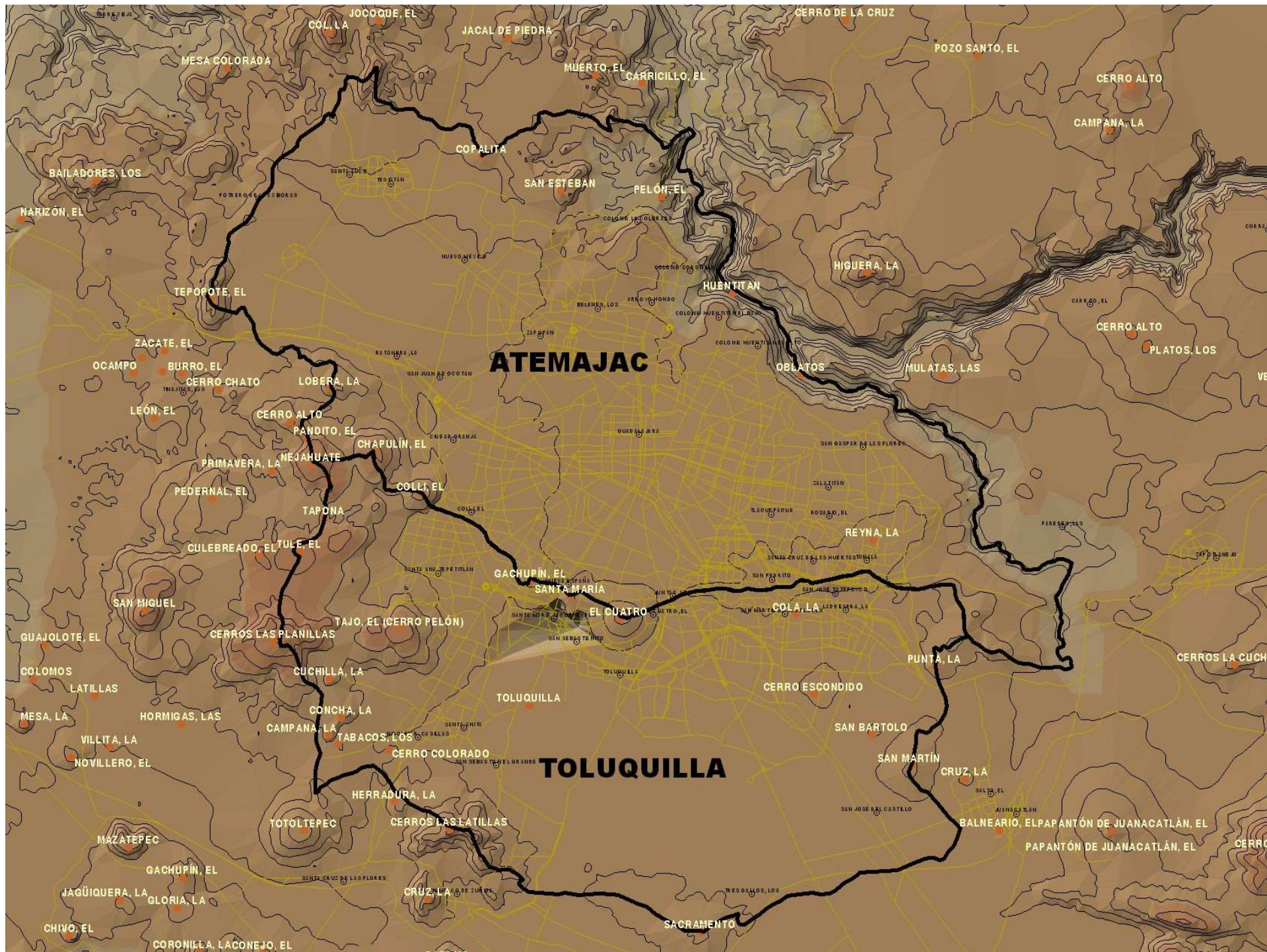
- *conjunto de técnicas hidrogeológicas que tienen por finalidad la infiltración artificial de aguas superficiales hacia un acuífero, interviniendo directa o indirectamente el ciclo hídrico natural.*

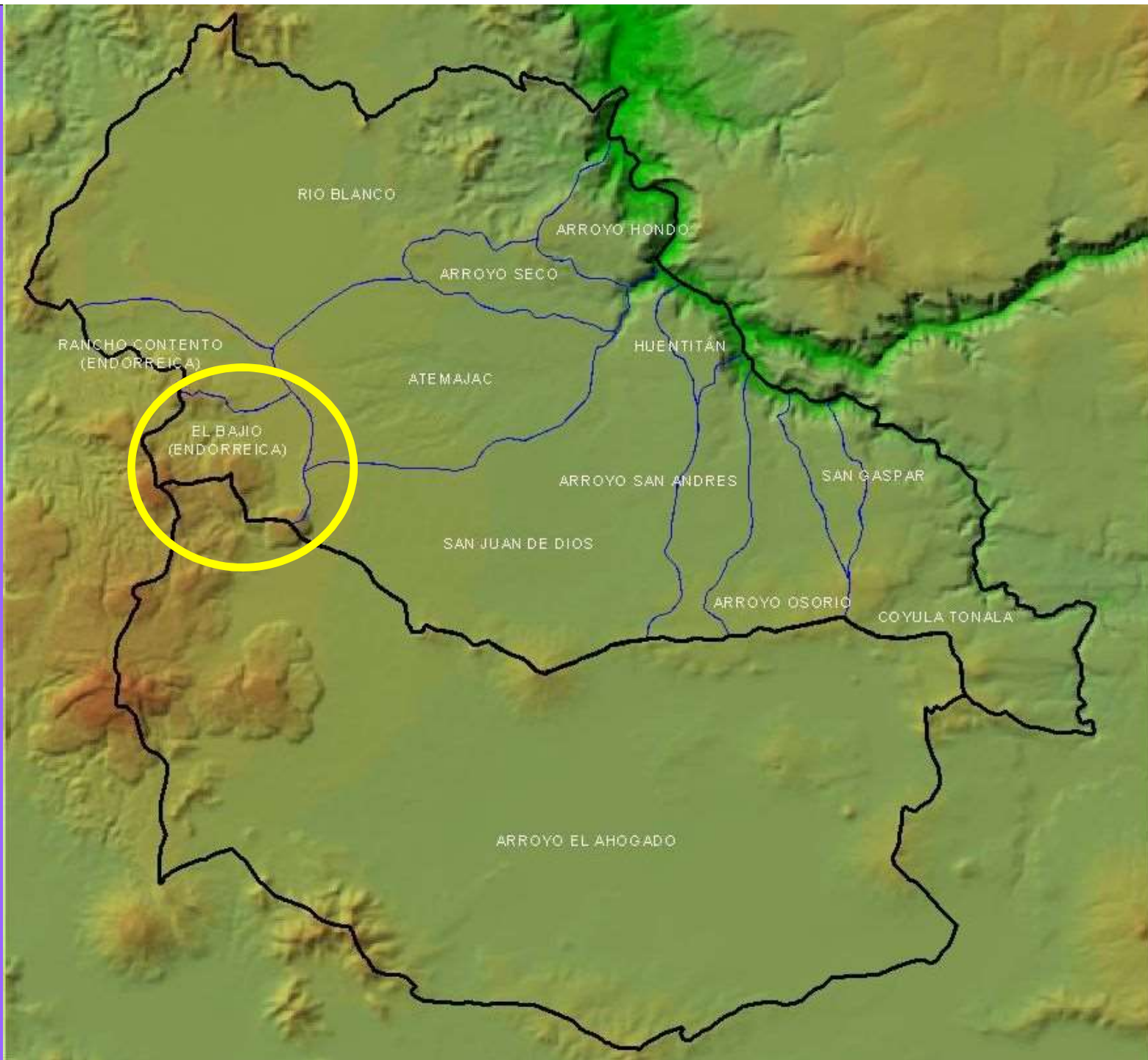




Cuenca Atemajac
650 km²

Cuenca Toluquilla
513 km²





bajío del arena \ subcuencas

GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

UNIDADES LITOLÓGICAS

Qre Depósitos y suelo residual: Arcillas y arenas.

Qla Depósitos lacustres: arcillas, limos y arenas

Qf Depósitos fluviales gravas, arenas

Qal Depósitos aluviales: Arenas y gravas.

Qpt(R) 0.145-0.025 Ma Domos riolíticos y flujos de lava félsica CVLP.

Qpt(TT) Toba Tala 0.095 Ma: Tobas de caída libre, lapilli y flujos de ceniza.

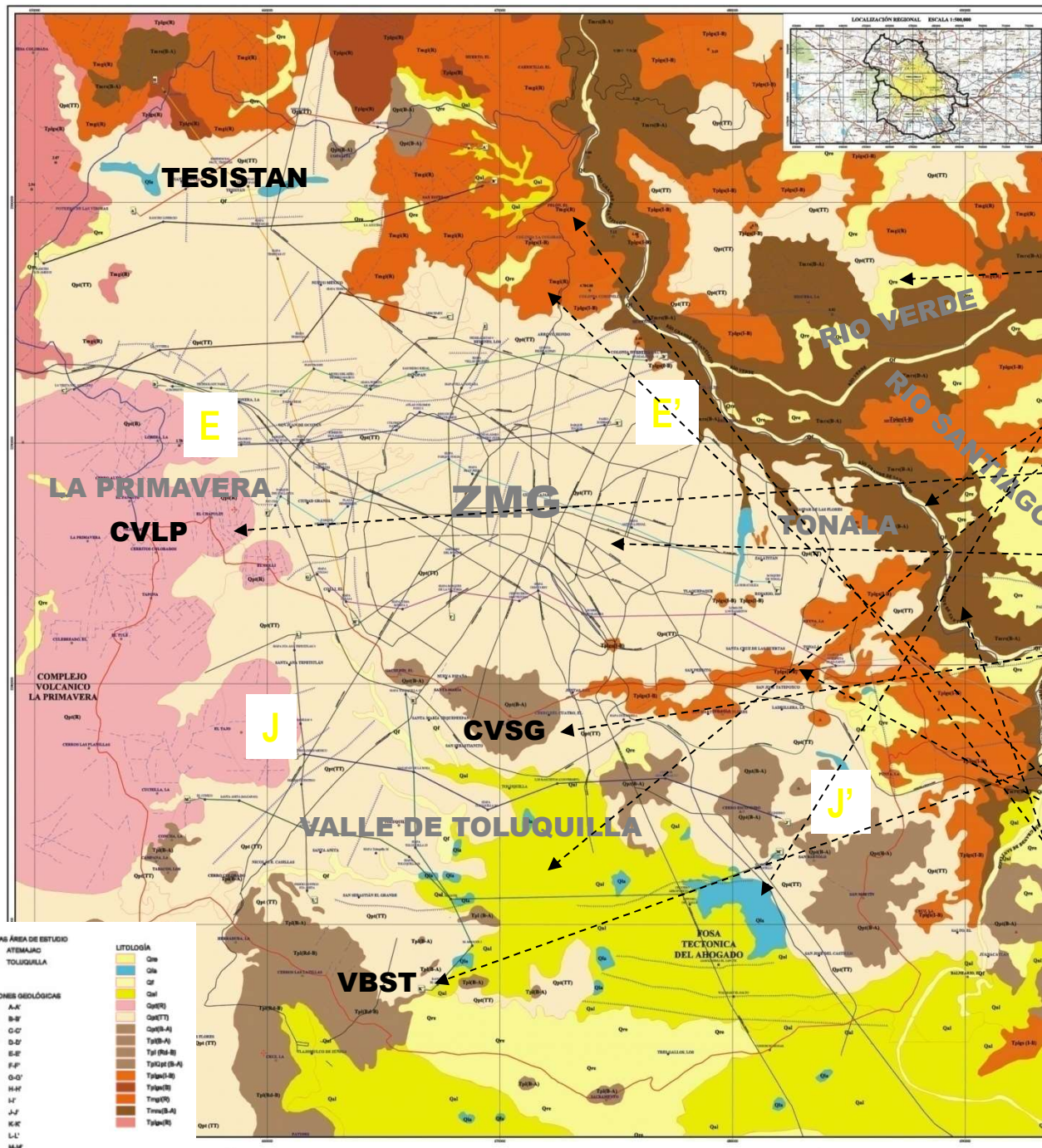
Qpt(B-A) Conos cineríticos y flujos de lavas máficas 1.5-0.5 Ma, diques, brechas y escoria de composición basáltica y andesítica. CVSG

Tpl(Rd-B) Lavas máficas cubiertas por flujos de riolacita.VBST

Tplgs(I-B) Grupo Guadalajara Superior: 4.71-1.29 Ma Ignimbrita, basalto y domos riolíticos con menor brecha, material piroclástico y escoria.

Tmgi(R) Grupo Guadalajara Inferior: 7.1-5.36 Ma Flujos, domos y brechas de composición riolítica con menor ignimbrita.

Tmrs(B-A) Grupo Río Santiago: 11-7.5 Ma Flujos de basalto y andesita basáltica, con intercalaciones menores de tobas soldadas en la base y flujos de ceniza y lapilli pumicítico en la cima.



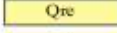
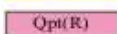
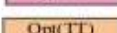
SECCIÓN E-E' VIENDO AL NORTE

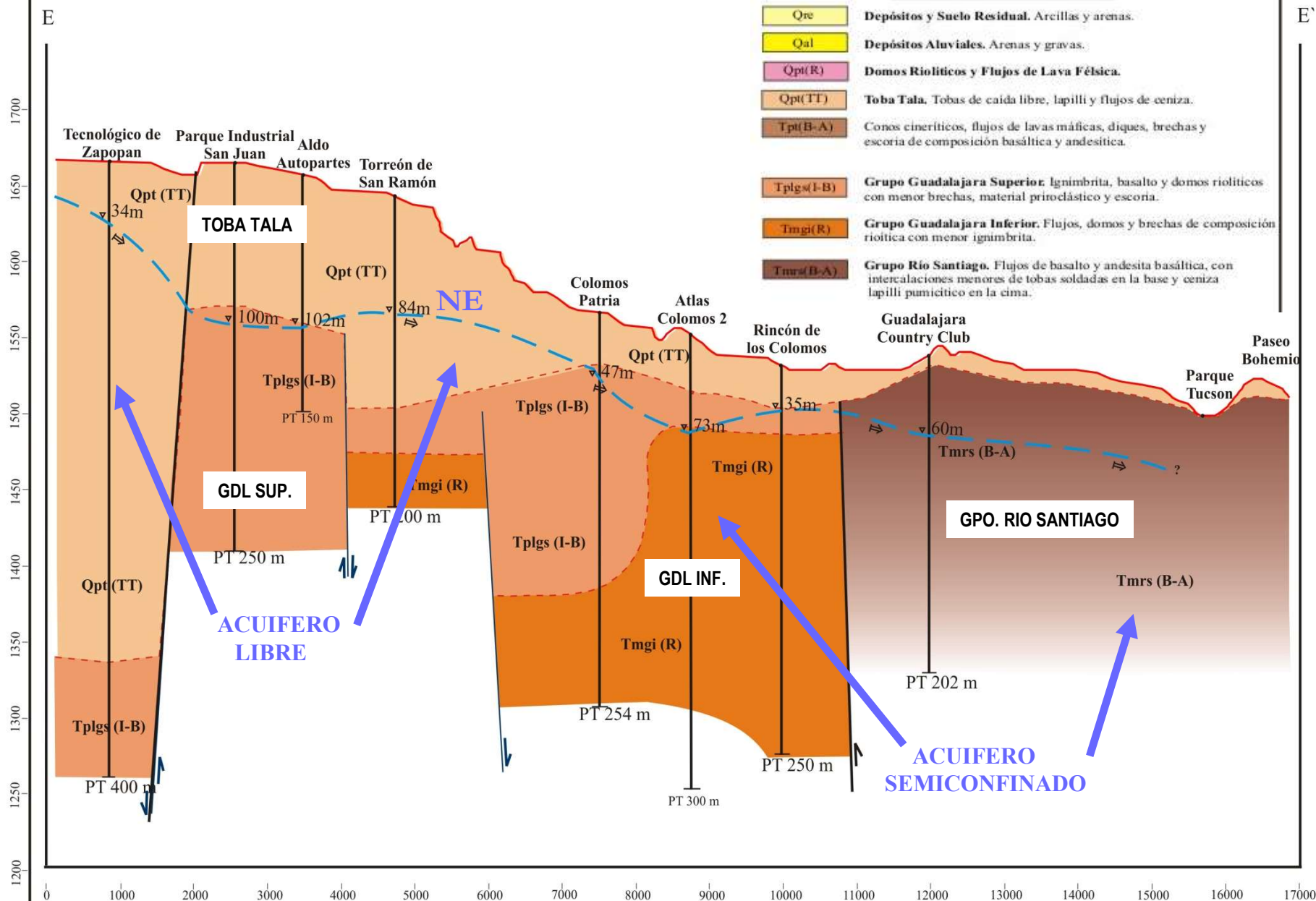
PONIENTE

ORIENTE

Elevación en MSNM Escala Vertical 1:2,500

Escala Horizontal 1:50,000

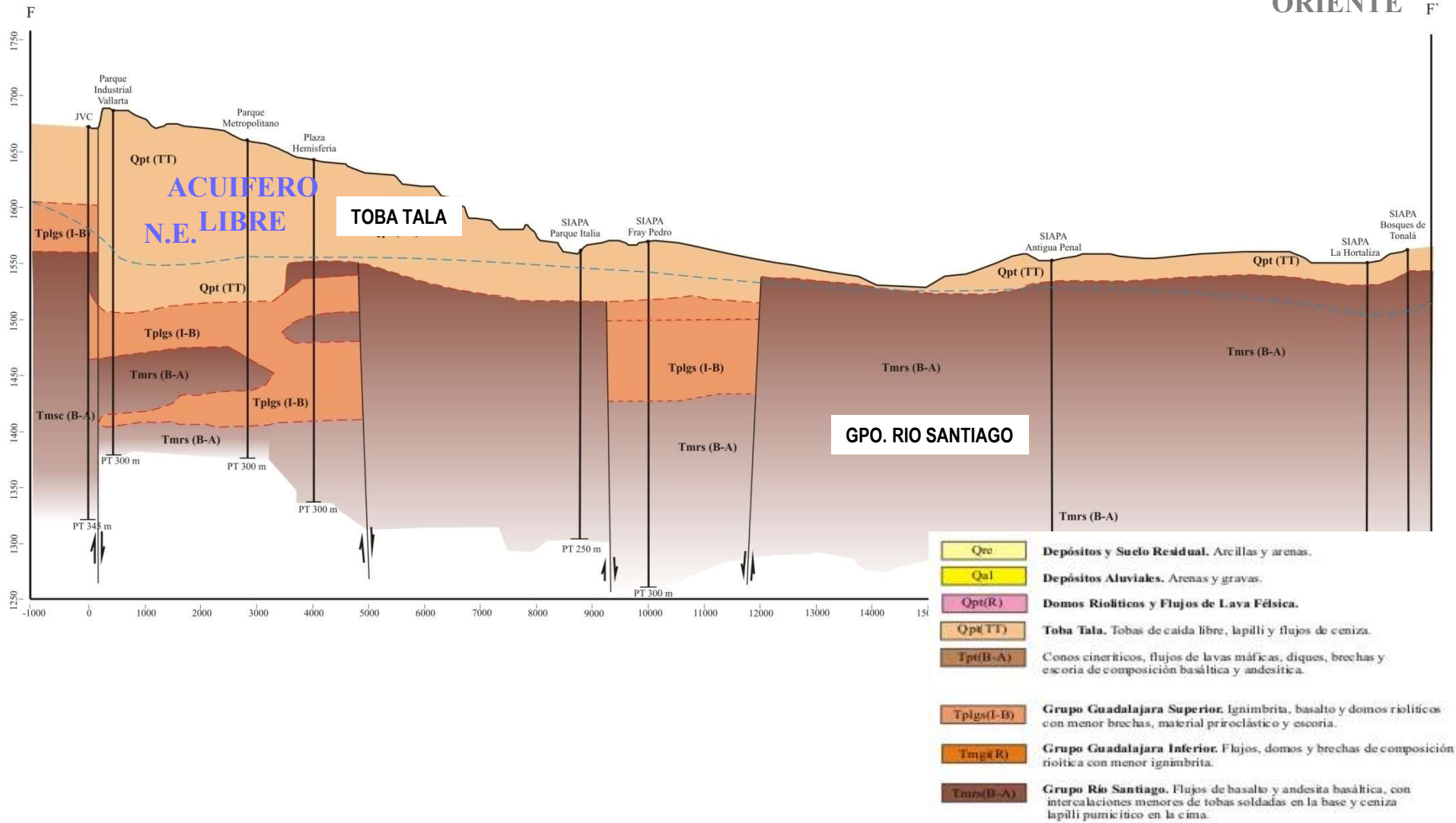
- | | | |
|---|-------------------|--|
|  | Qre | Depósitos y Suelo Residual. Arcillas y arenas. |
|  | Qal | Depósitos Aluviales. Arenas y gravas. |
|  | Qpt(R) | Domos Riolíticos y Flujos de Lava Félsica. |
|  | Qpt(TT) | Toba Tala. Tobas de caída libre, lapilli y flujos de ceniza. |
|  | Tpt(B-A) | Conos cineríticos, flujos de lavas máficas, diques, brechas y escoria de composición basáltica y andesítica. |
|  | Tplgs(I-B) | Grupo Guadalajara Superior. Ignimbrita, basalto y domos riolíticos con menor brechas, material piroclástico y escoria. |
|  | Tmgi(R) | Grupo Guadalajara Inferior. Flujos, domos y brechas de composición riolítica con menor ignimbrita. |
|  | Tmrs(B-A) | Grupo Río Santiago. Flujos de basalto y andesita basáltica, con intercalaciones menores de tobas soldadas en la base y ceniza lapilli pumítico en la cima. |

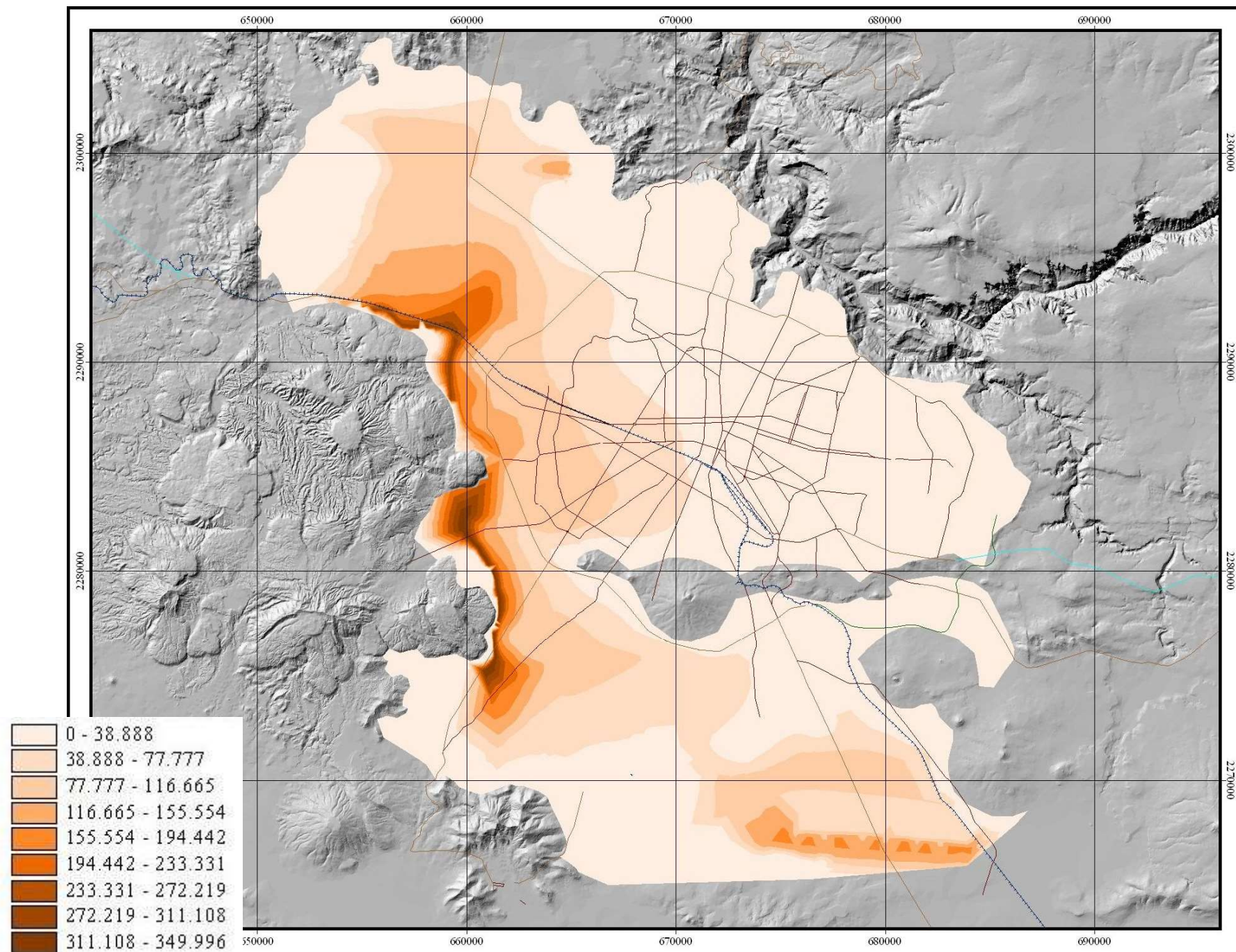


PONIENTE

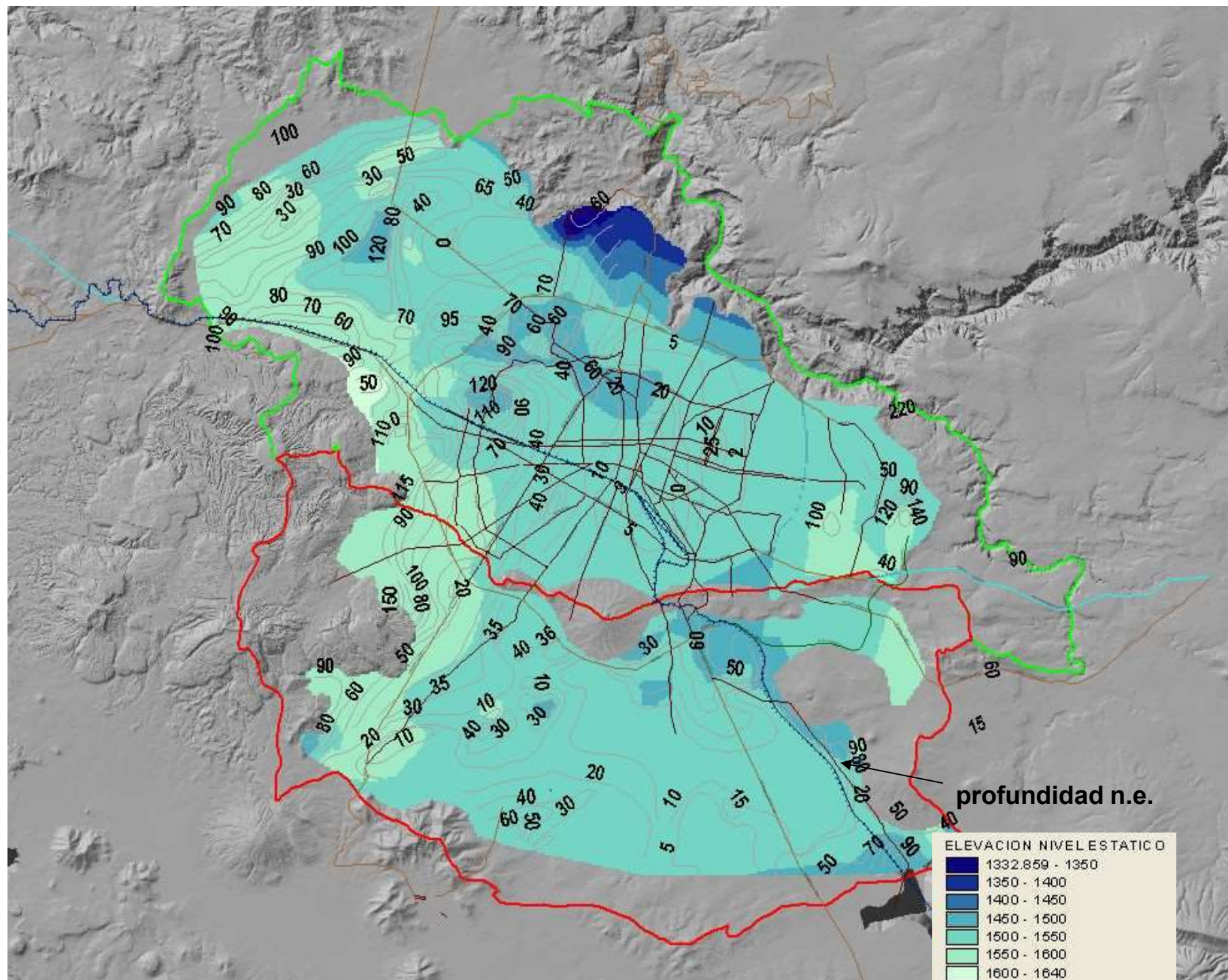
SECCIÓN F-F'
VIENDO AL NORTE

ORIENTE F'

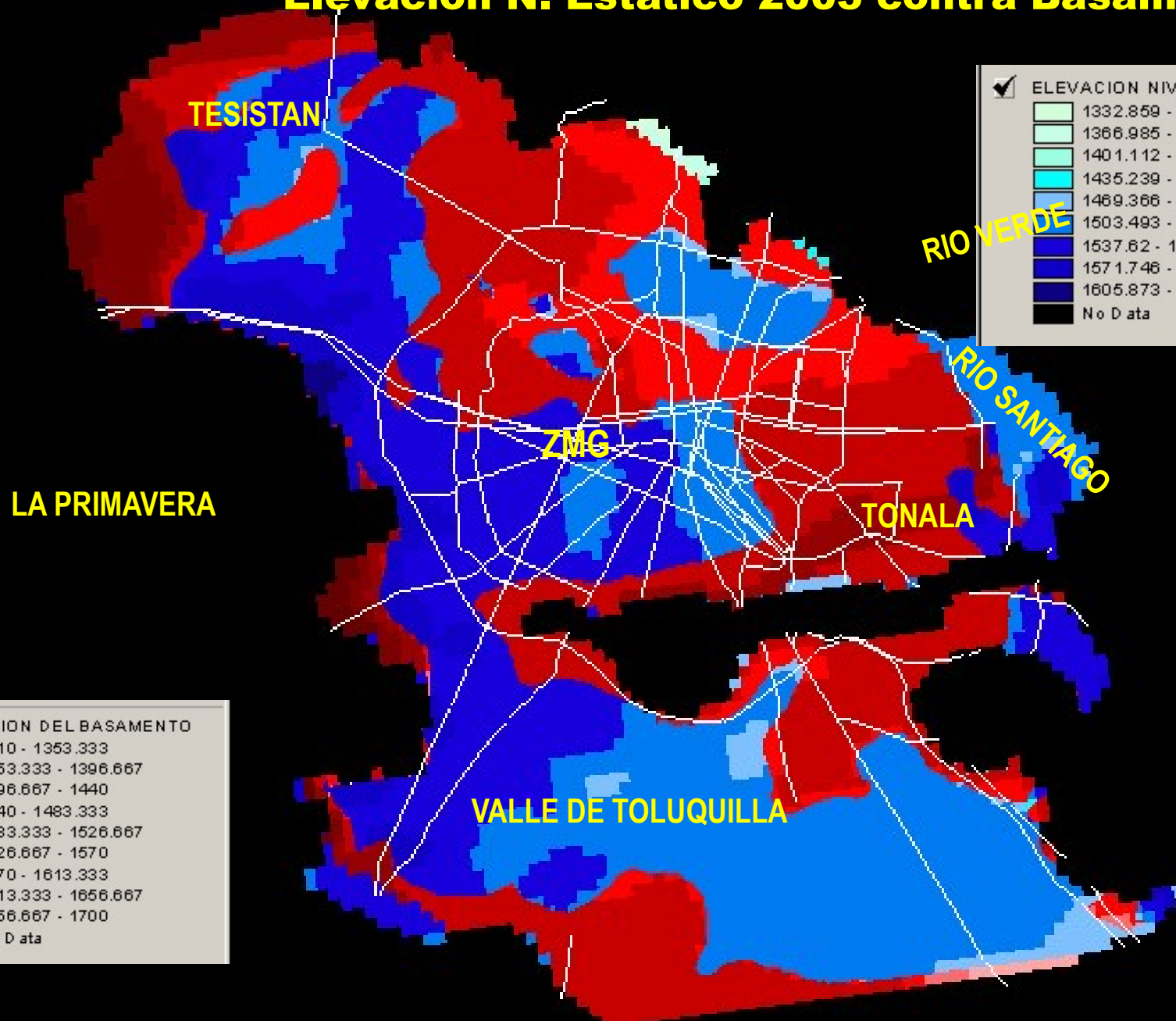




bajío del arena \ geología \ espesor toba tala

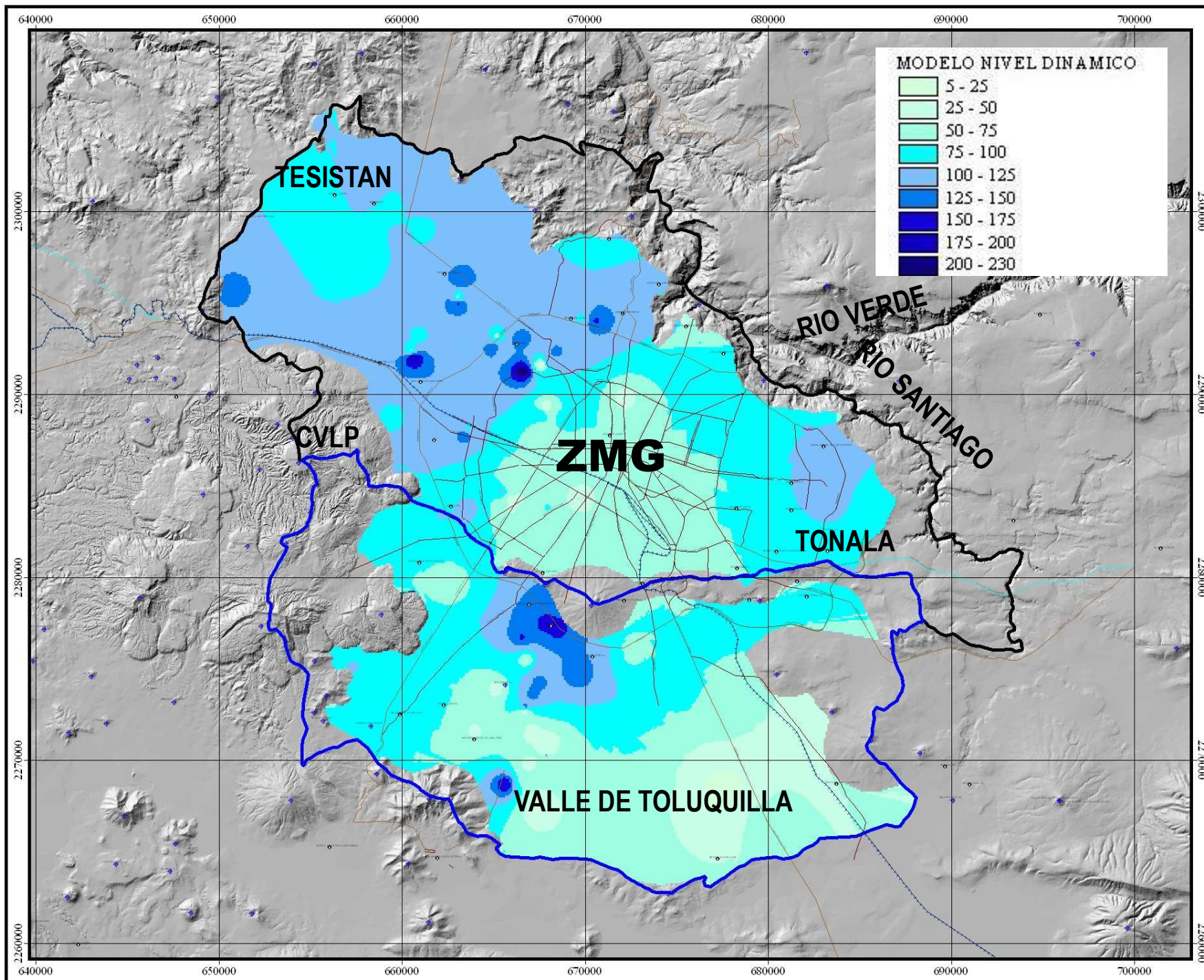


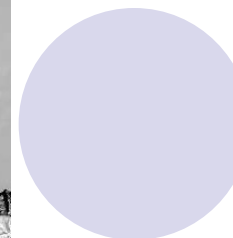
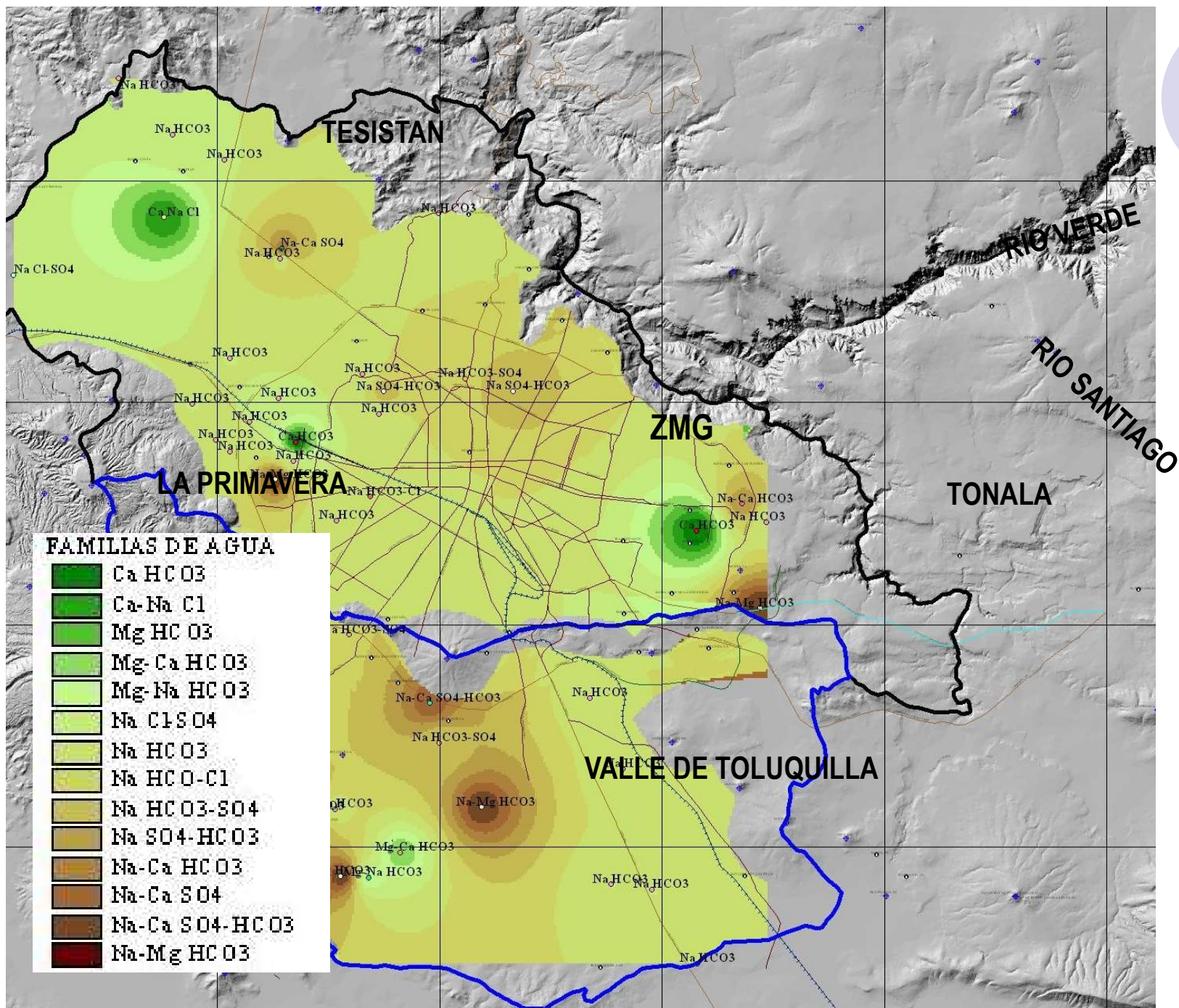
Elevación N. Estatico 2003 contra Basamento

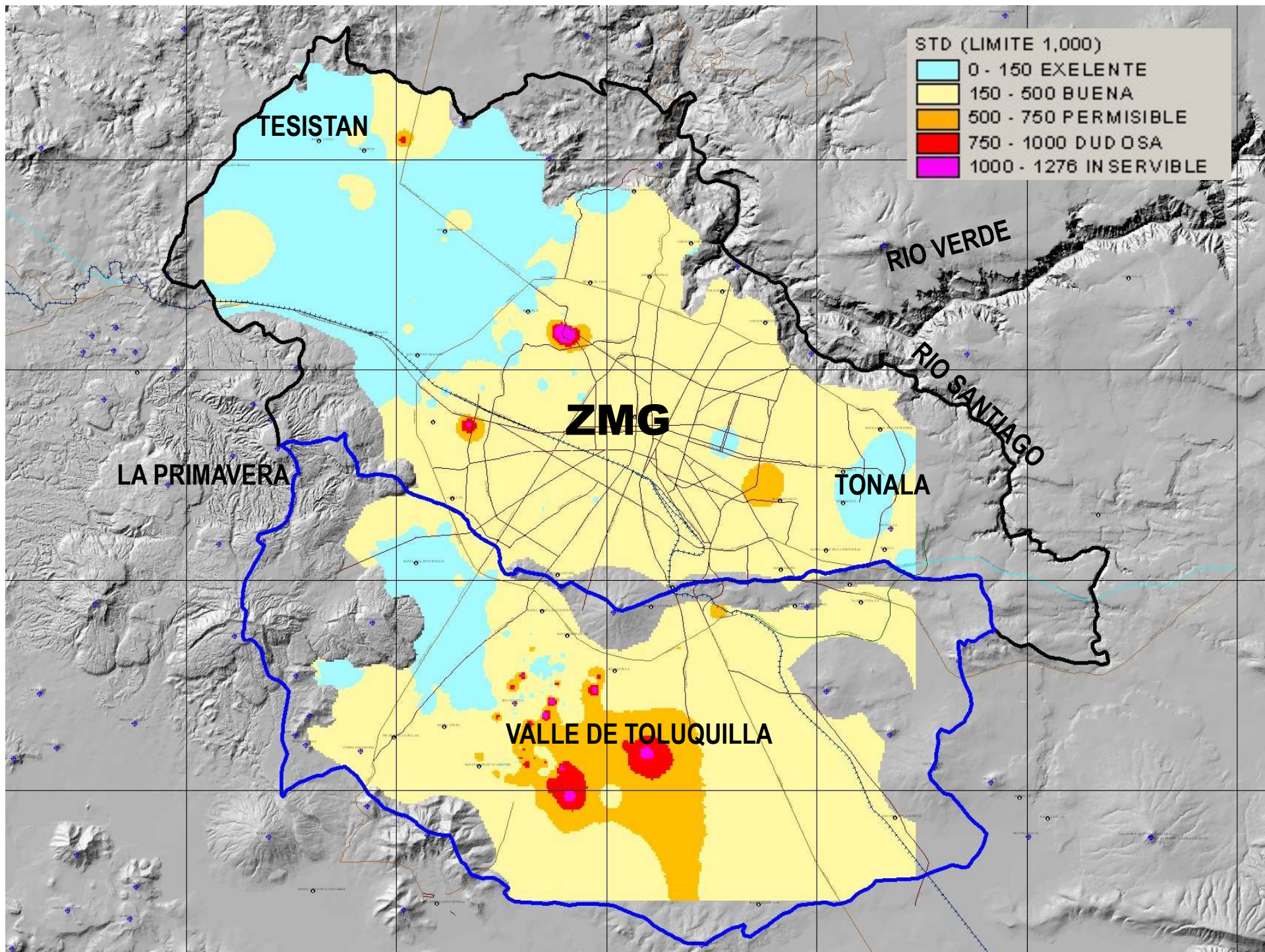


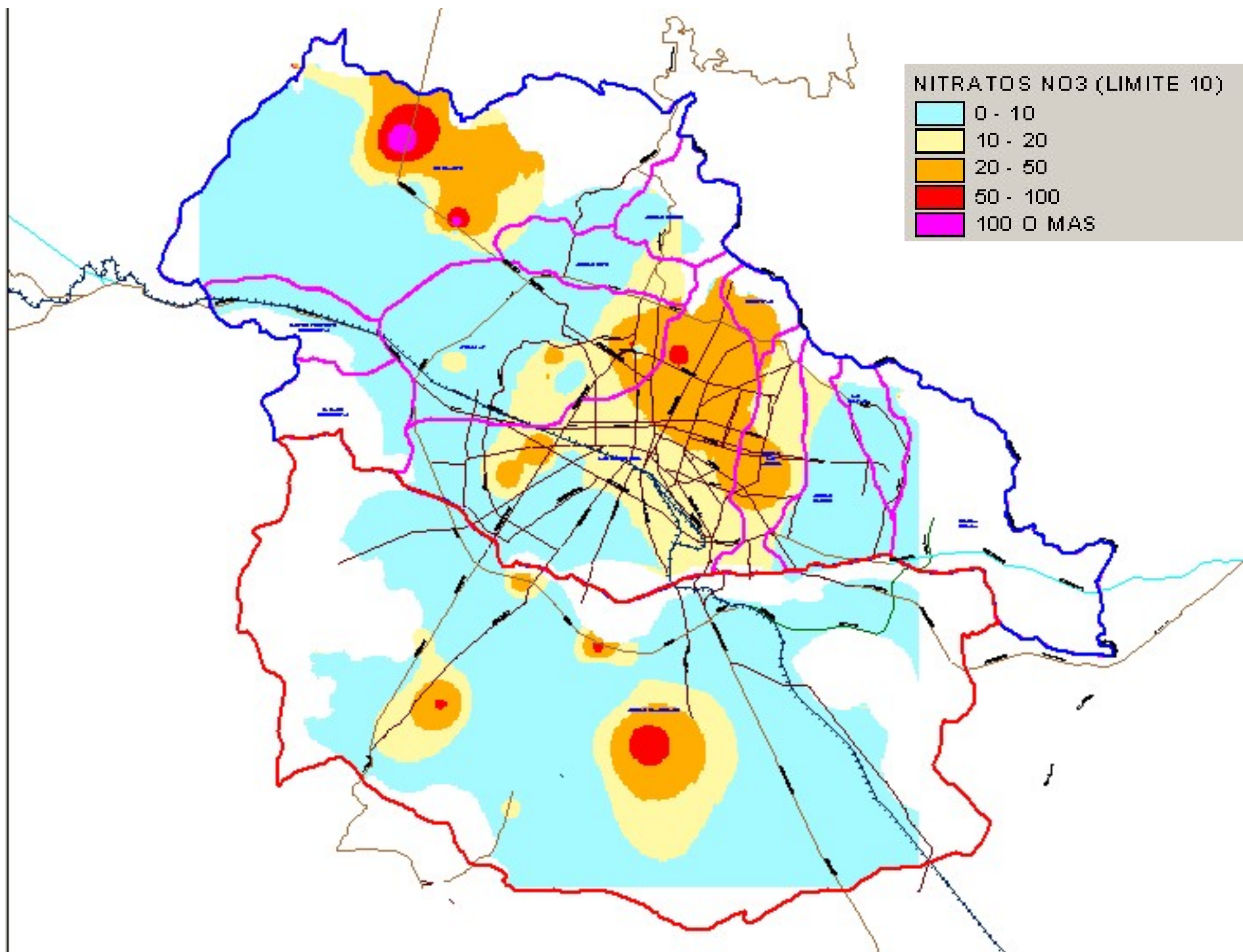
✓ ELEVACION NIVEL ESTATICO
1332.859 - 1366.985
1366.985 - 1401.112
1401.112 - 1435.239
1435.239 - 1469.366
1469.366 - 1503.493
1503.493 - 1537.62
1537.62 - 1571.746
1571.746 - 1605.873
1605.873 - 1640
No Data

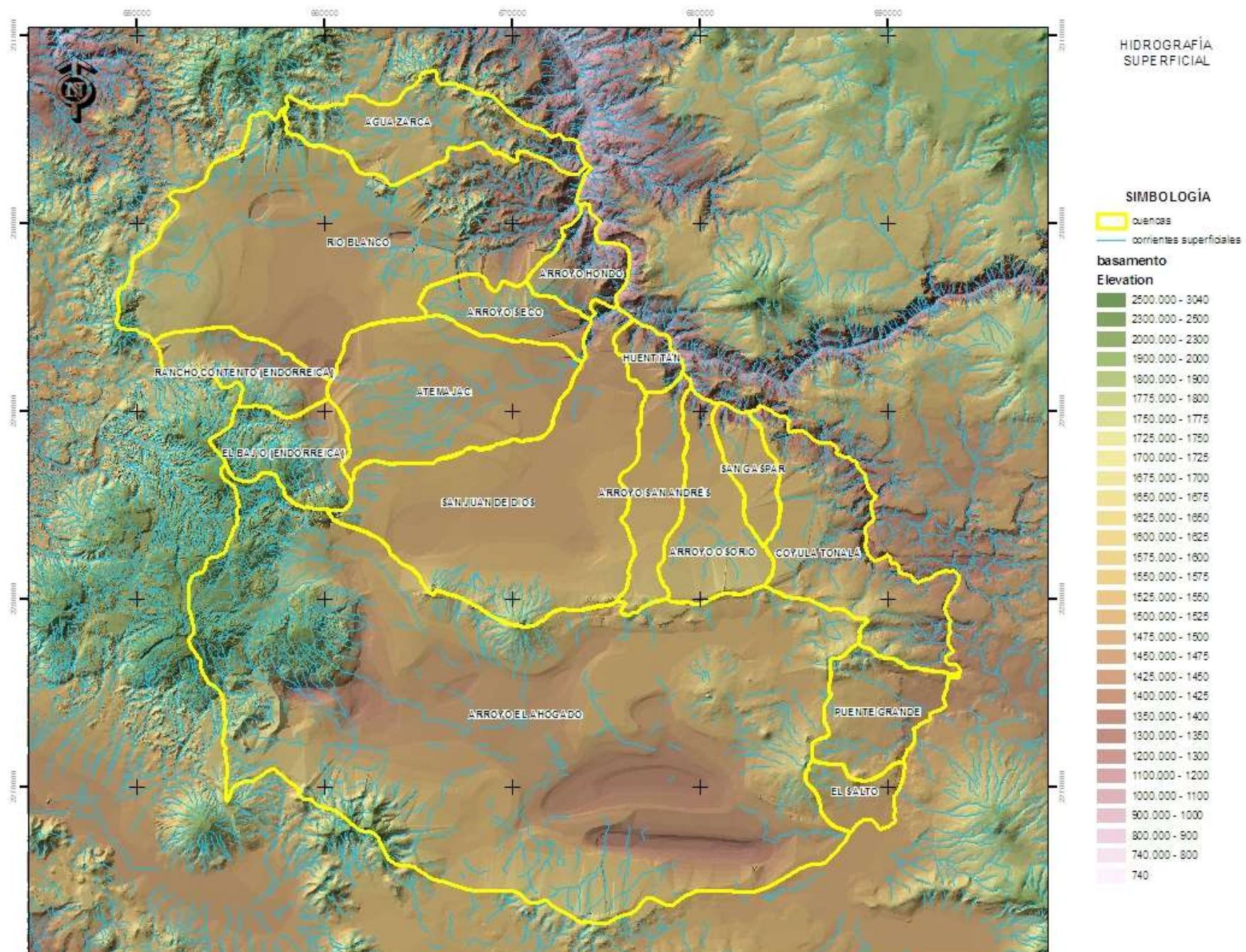
✓ ELEVACION DEL BASAMENTO
1310 - 1353.333
1353.333 - 1396.667
1396.667 - 1440
1440 - 1483.333
1483.333 - 1526.667
1526.667 - 1570
1570 - 1613.333
1613.333 - 1656.667
1656.667 - 1700
No Data



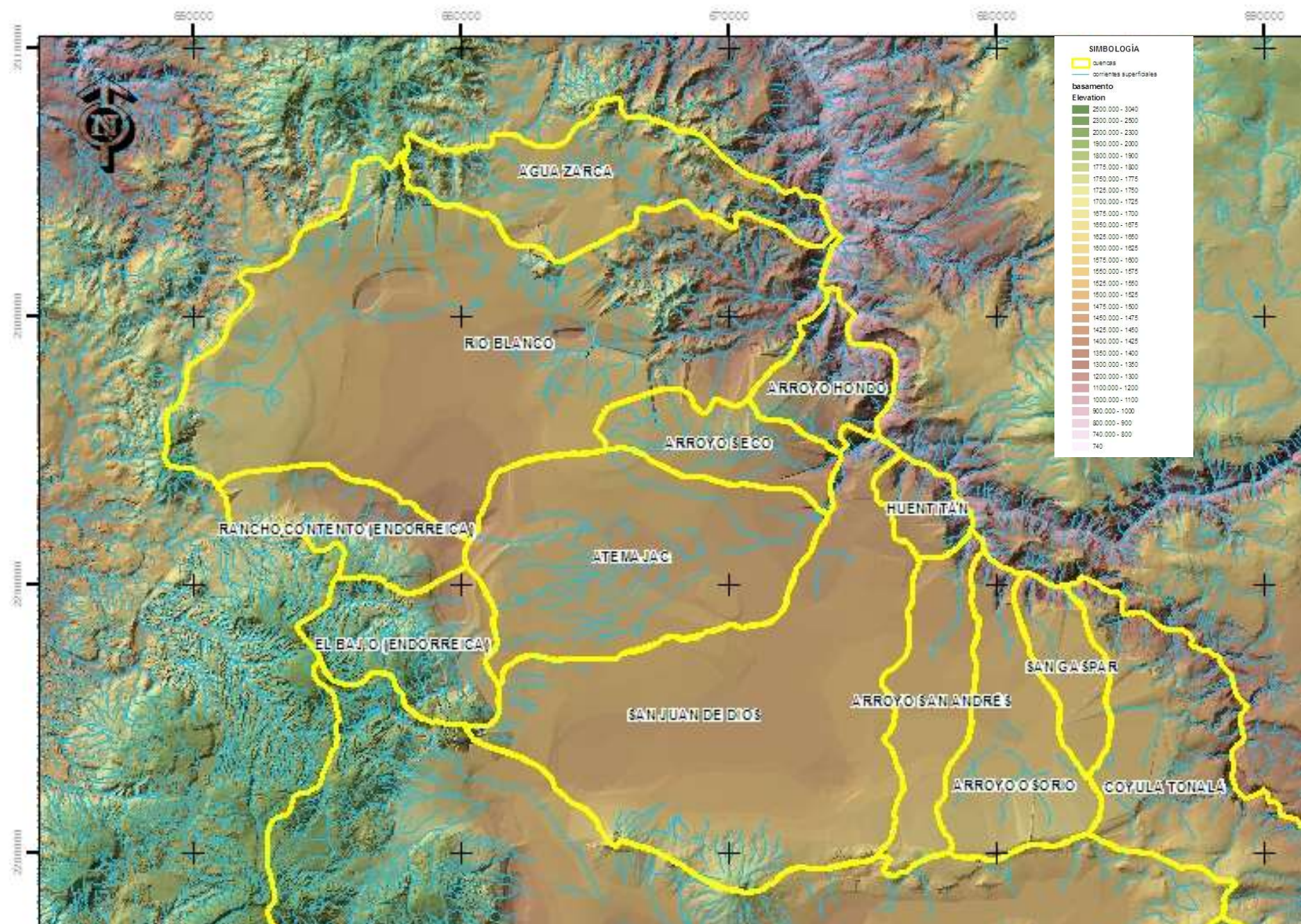






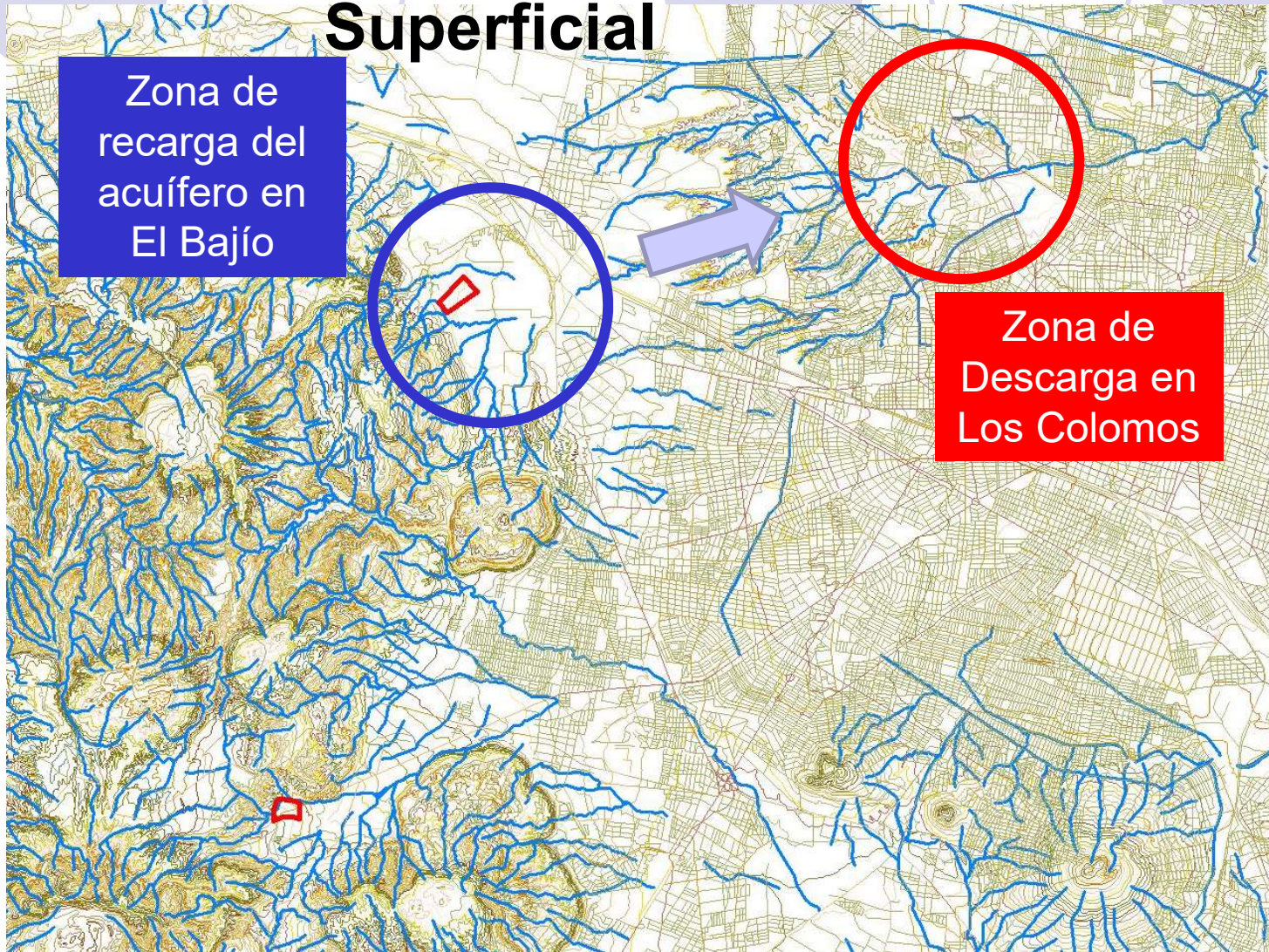


bajío del arena \ escurrimientos superficiales regionales vs. basamento

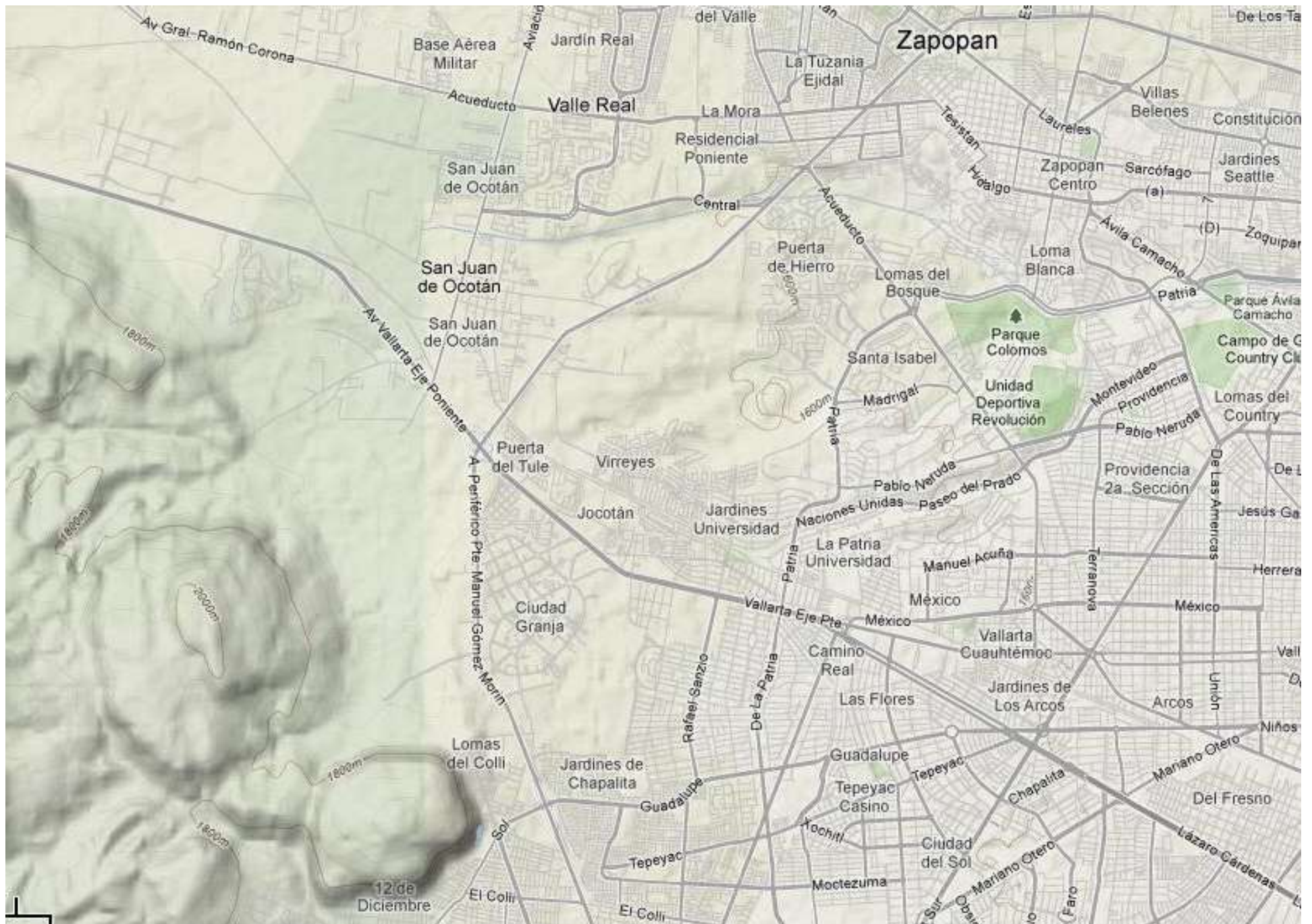


bajío del arena \ escurrimientos superficiales regionales vs. basamento

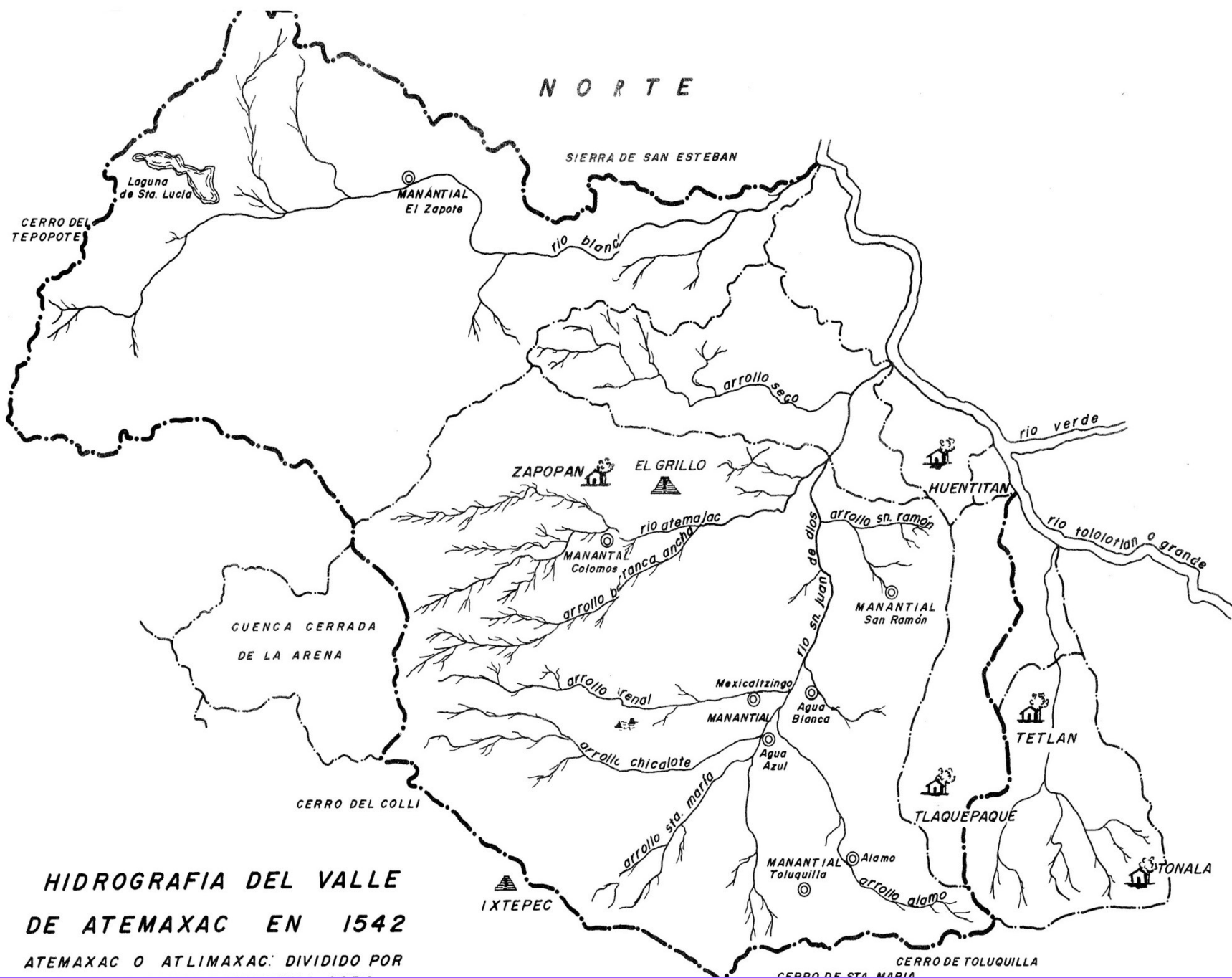
Hidrología Superficial







bajío del arena \ modelo de relieve regional



bajío del arena \ hidrología superficial \ escurrimientos atemajac

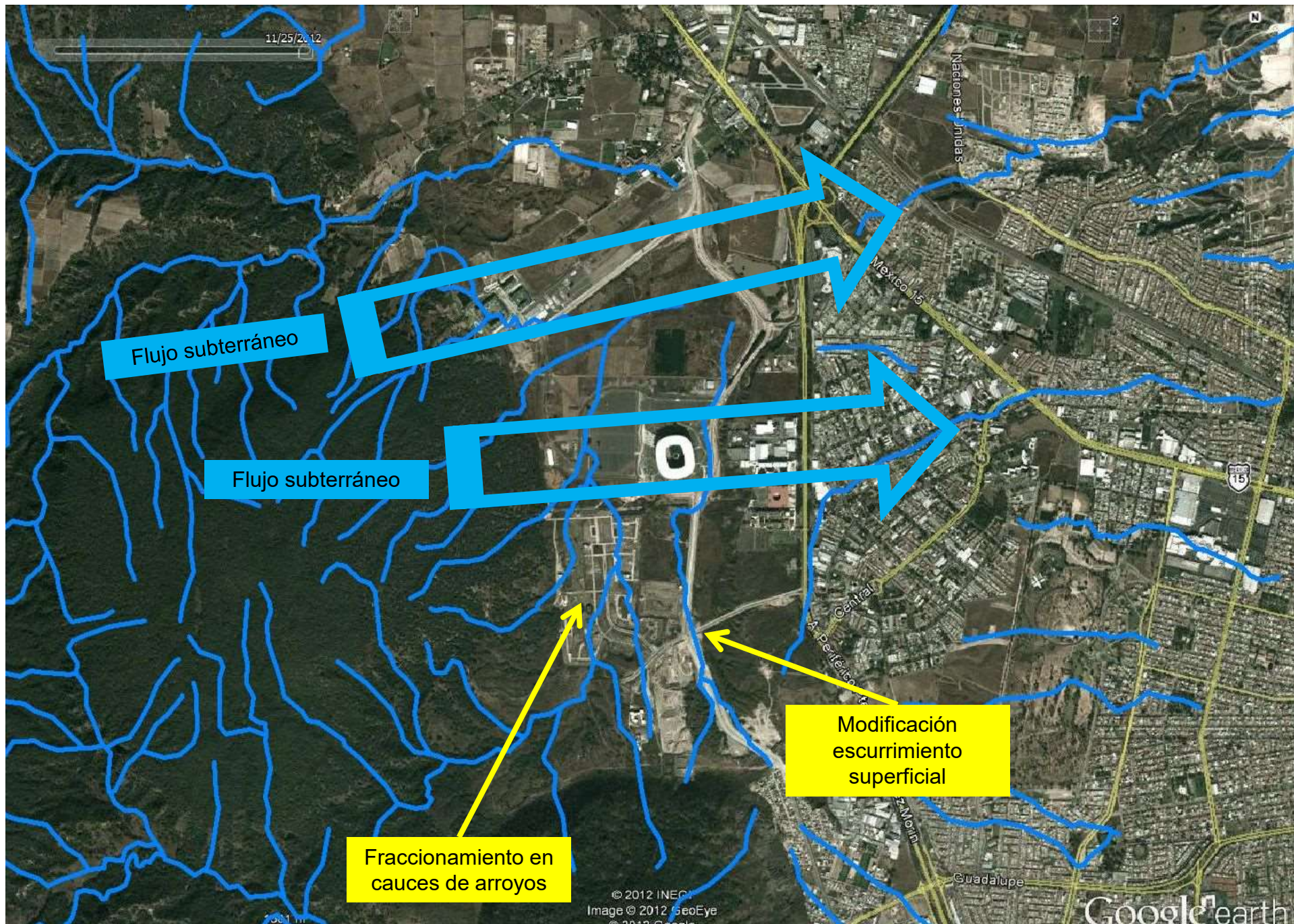




CUENCA ENDORREICA DEL BAJÍO EN ZAPOPAN JALISCO

Una cuenca endorreica es una zona en donde el agua NO tiene salida hacia un río.





bajo del arena \ hidrología conceptual



bajío del arena \ plán parcial





ESTADIO CHIVA. Al estar en una zona de recargas acuíferas, la nueva casa del Rebaño se inundó ayer en sus alrededores por las severas lluvias que han afectado al Estado. El coloso quedó entre enormes charcos a tan sólo dos días de tener su primer evento, la convención de los distribuidores de Omnilife, que está programada para iniciar mañana. De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, para hoy se esperan más precipitaciones intensas.

Fuente: MURAL 4 de febrero de 2010.

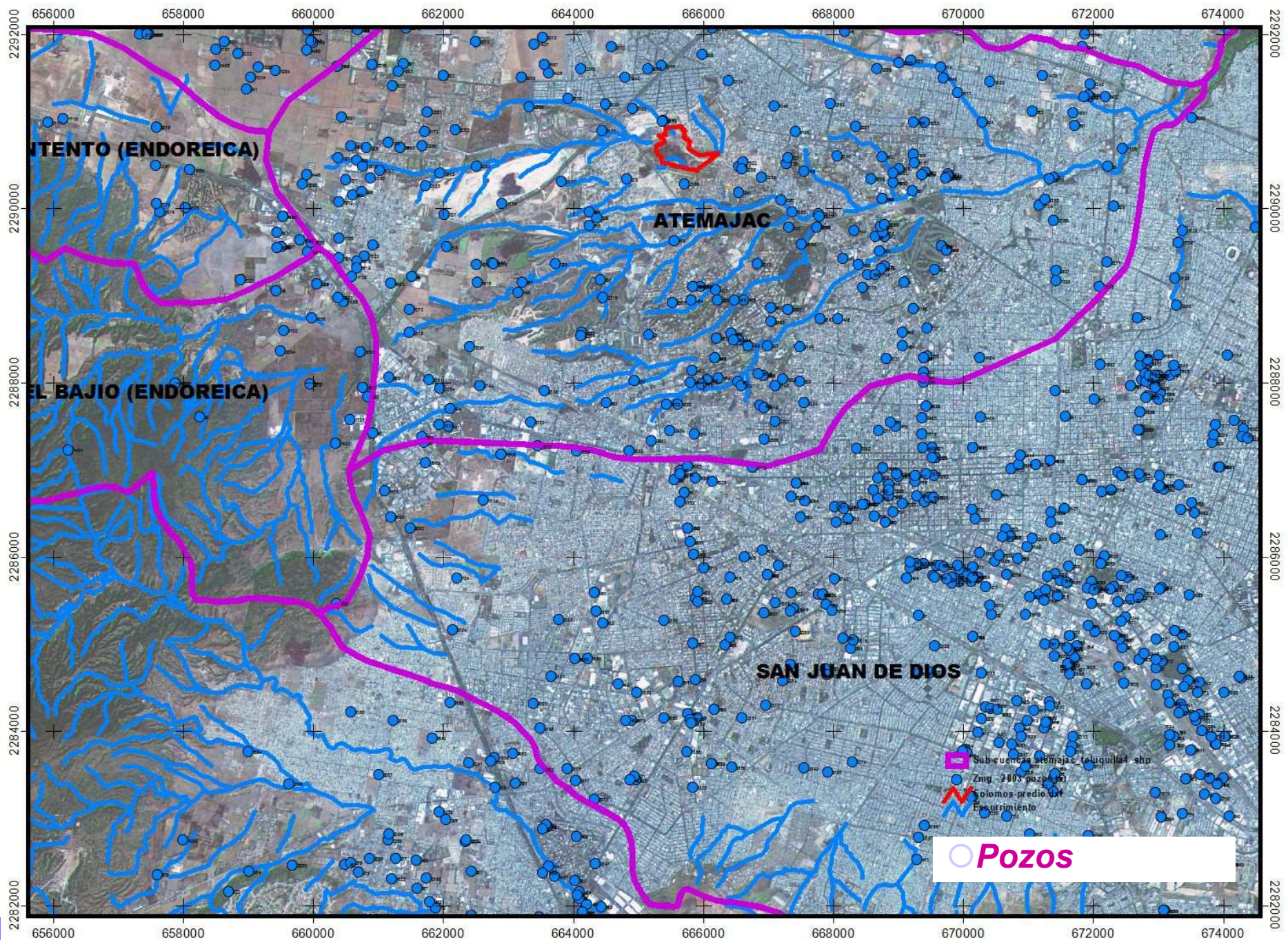
ACUIFERO	DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL = Millones de m3 (Mm3)	RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL Mm3	- DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA Mm3	- VOLUMEN CONCESIONADO Mm3
----------	--	-------------------------------------	---	----------------------------------

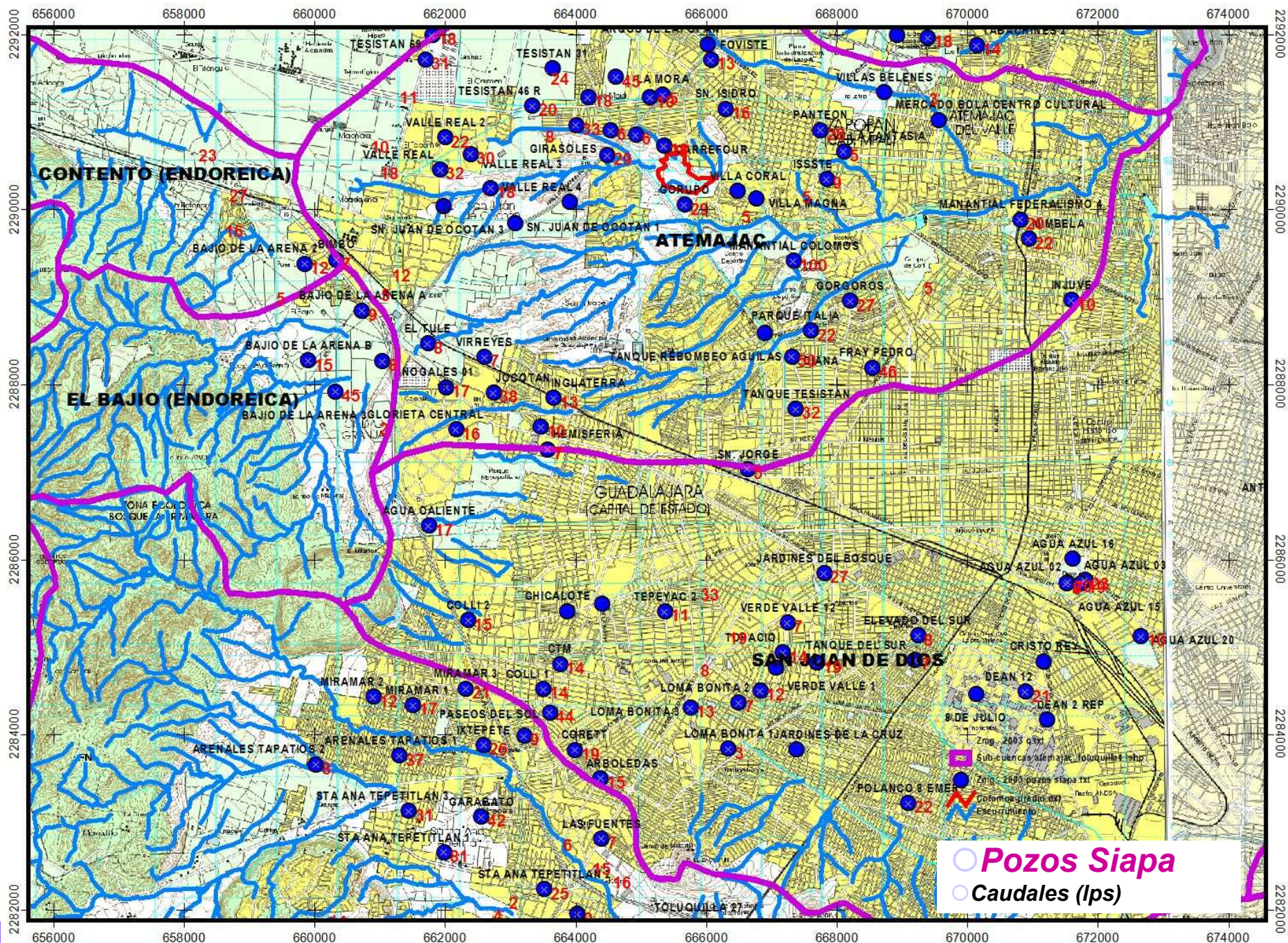
2003

Atemajac	-3.652	85.616	-36.41	-52.777
Toluquilla	-1.907	88.111	-45.308	-44.71
Suma	-5.559	173.727	-81.718	-97.487
Q (m3/seg)	-0.176274734			

2009

Atemajac	-5.5	147.3	-25.7	-127.05
Toluquilla	-71.88	49.01	-2.4	-118.58
Suma	-77.38	196.31	-28.1	-245.63
Q (m3/seg)	-2.453703704			



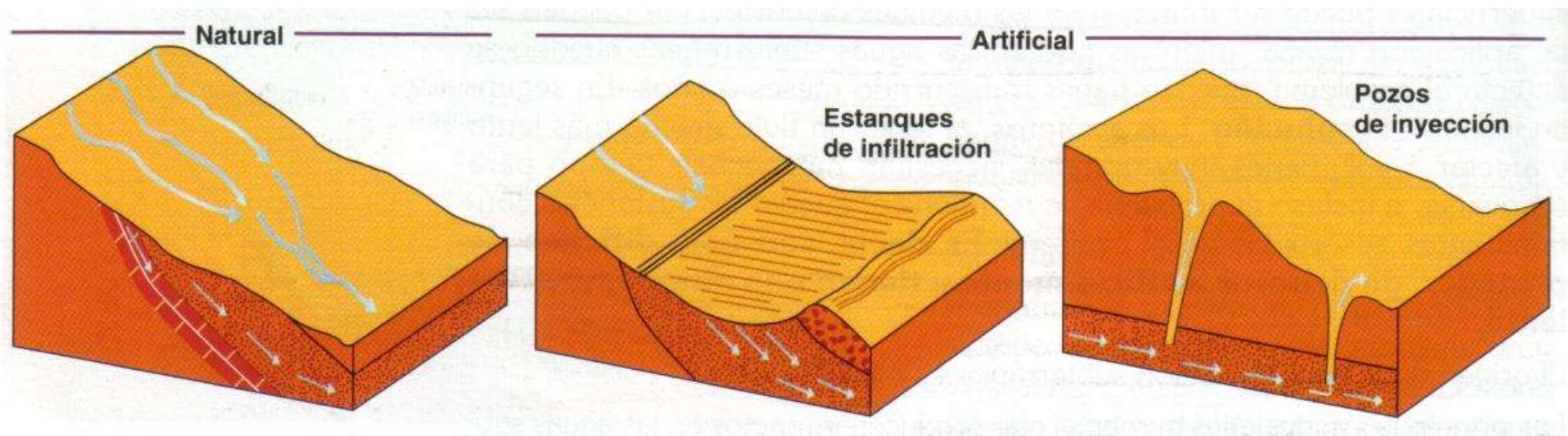


disponibilidad de agua de lluvia

concepto	cuencas	
	atemajac	toluquilla
área (km ²)	649.97	512.84
vol. lluvia med. anual (m ³)	600,835,123	421,024,699
evapotranspiración "coutagne" (m ³)	451,068,071	325,672,729
escurrimiento (m ³)	-	-
retención específica suelo (m ³)	-	-
vol. disponible (m ³ /año)	149,767,052	95,351,970
vol. disponible (m ³ /seg)/subcuenca	4.75	3.02
vol. disponible (m ³ /seg)/ ZCG		7.77

bajío del arena \ disponibilidad regional zcg agua de lluvia

● recarga de acuíferos

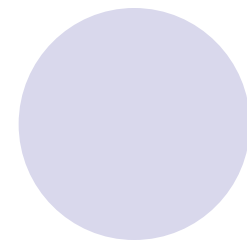
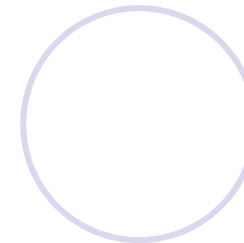
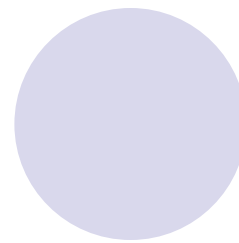
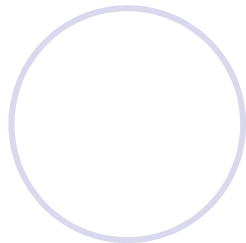
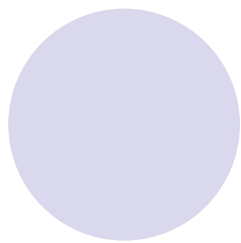


Recarga Artificial de Acuíferos

● objetivos de la técnica

El objetivo principal de esta técnica es alcanzar una gestión más racional del potencial hídrico de una cuenca, ya que nos permite:

- *recuperación acuíferos sobreexplotados*, de modo tal que asegura la sustentabilidad del recurso en el mediano y largo plazo.
- *conservar y/o eliminar las aguas de escorrentía y de tormentas*, ayudando al control de crecidas e inundaciones en zonas sub-urbanas o rurales.
- *mejorar la calidad del agua superficial*, aprovechando la capacidad de la zona no saturada para remover contaminantes.
- *utilizar el acuífero como red de distribución y almacenamiento del agua* (embalses subterráneos).
- *mezclar agua de distinta calidad*, favoreciendo la dilución de contaminantes.
- *tratar aguas residuales* como un proceso de tratamiento terciario (S.A.T).



Técnicas de Recarga Artificial

Directa

Superficial

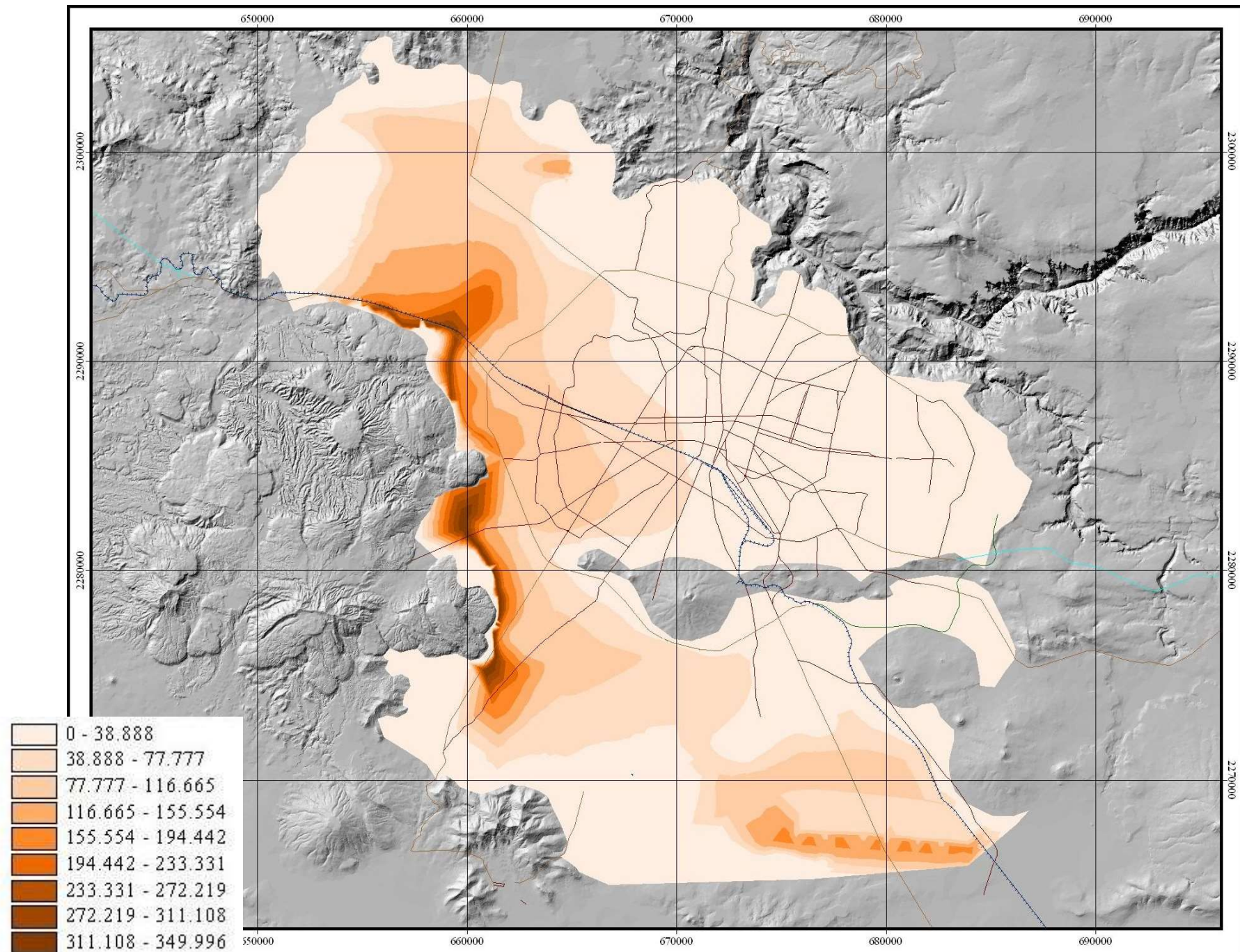
- Inundación
- Zanjas de percolación
- Excedente de corrientes
- Represas y canales

Sub-superficial

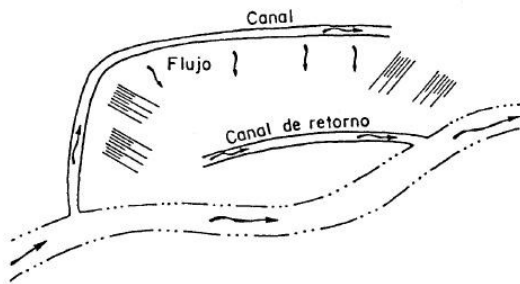
- Pozos de recarga
- Baterías de recarga
- Pozo a profundidad

Indirecta

Recarga inducida



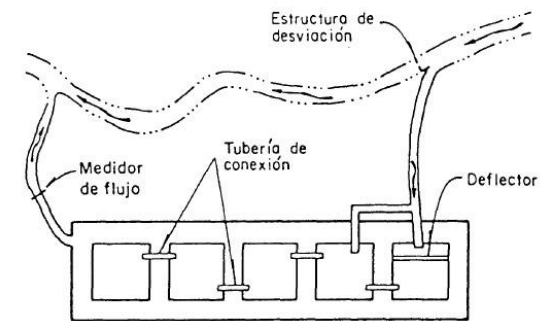
bajío del arena \ geología \ espesor toba tala



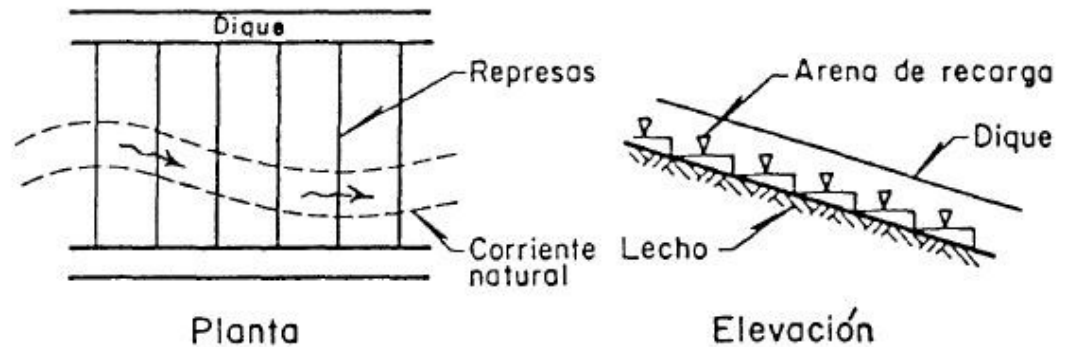
○ **inundación**



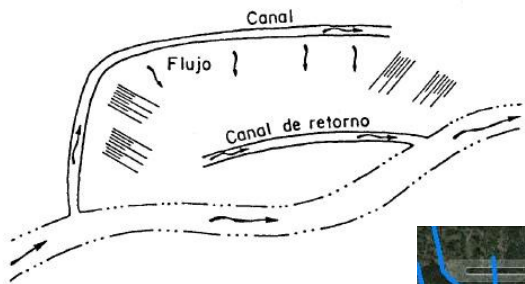
○ **zanjas**



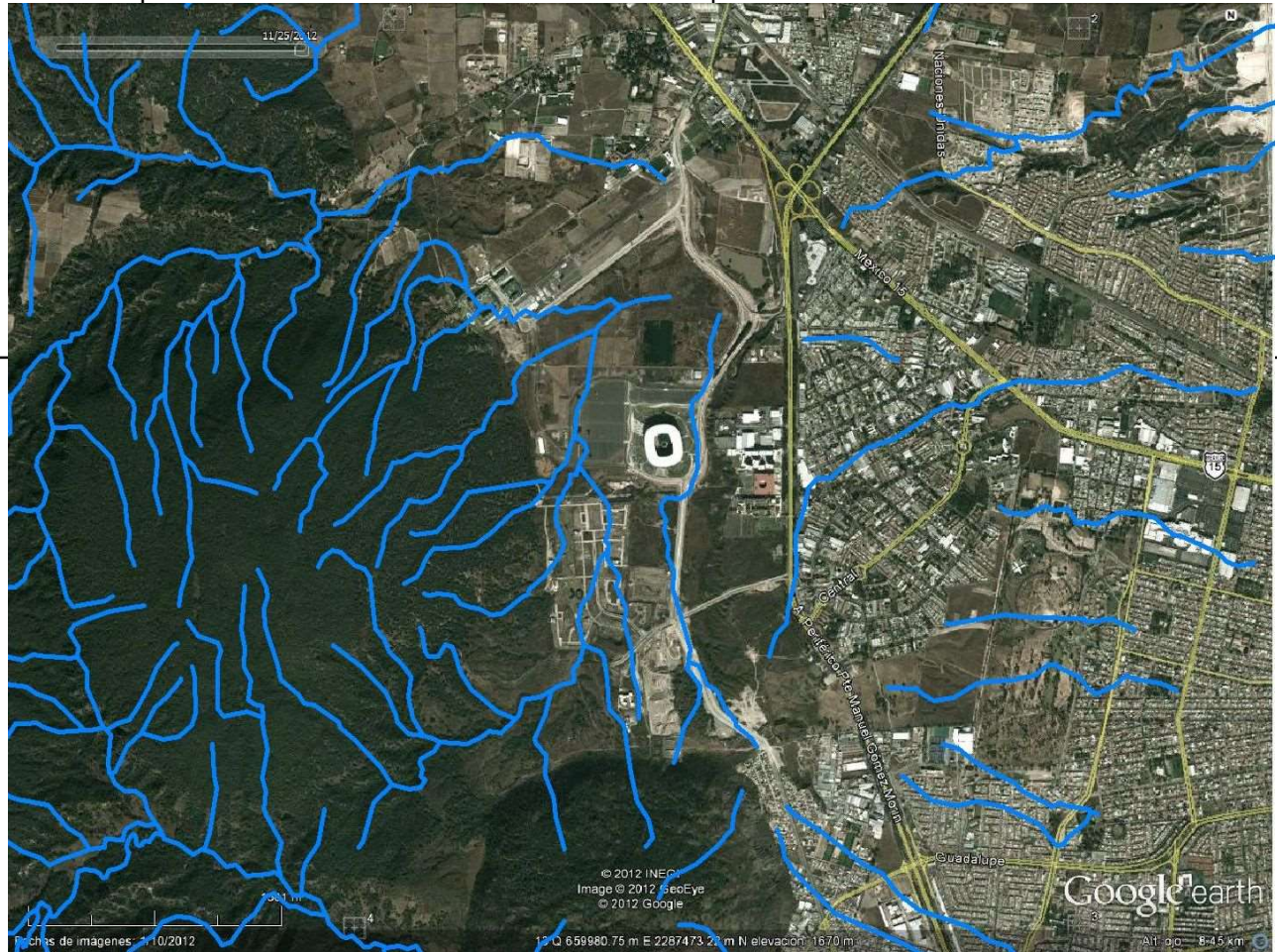
○ **estanques**



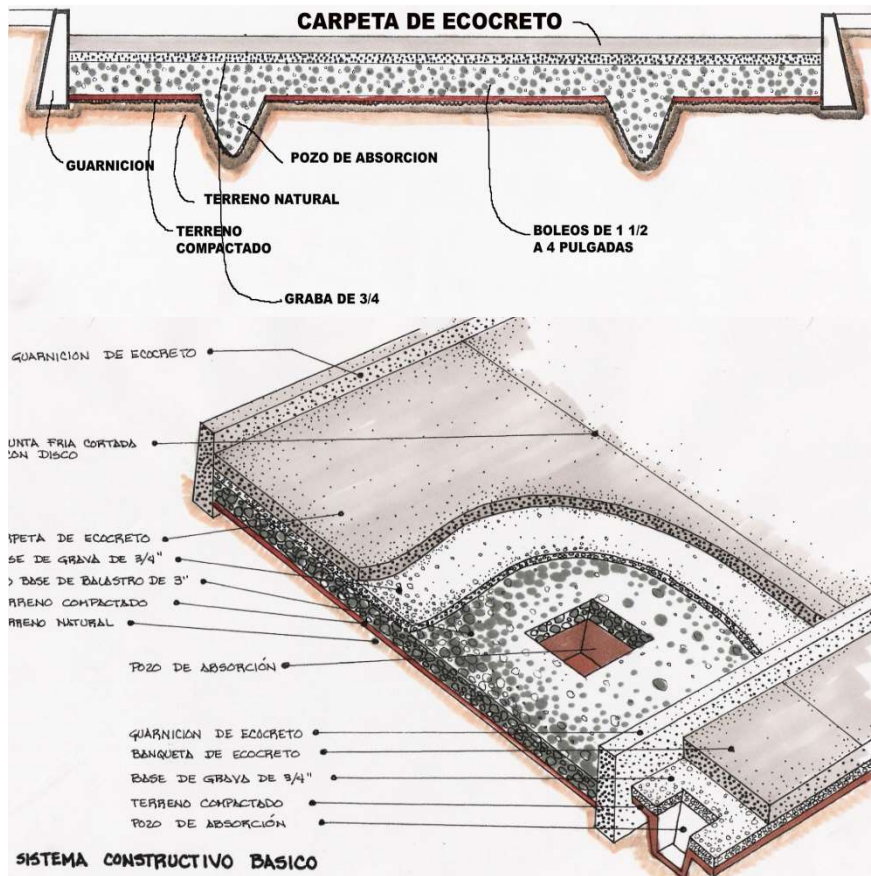
○ **modificación de canales**



○ **inundación**



recarga artificial \ directa superficial



○ **concreto permeable**

Concreto Profesional™ **Acuicreto**

La respuesta **permeable** a tus necesidades de construcción

El Concreto Permeable Acuicreto es la solución profesional para pavimentar vialidades de la industria de la vivienda con tránsito ligero. Este concreto se desarrolló para tener un alto índice de permeabilidad y ser la solución integral en la recolección y aprovechamiento de los recursos hidráulicos pluviales. Gracias a su alto índice de permeabilidad evita encharcamientos.

■ Aplicación en Desarrollo de Vivienda Media



■ Proceso Constructivo



■ Alta Capacidad Filtrante



■ Facilidad de Manejo



Usos

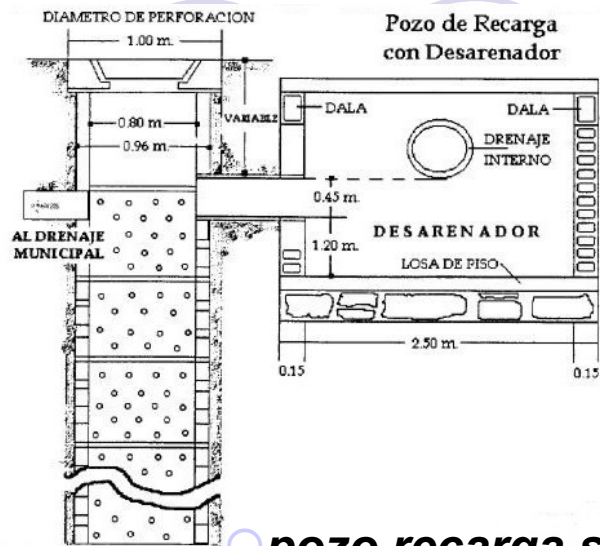
- Estacionamientos privados
- Calles con tránsito ligero
- Banquetas, pasillos y andadores
- Patios públicos y privados
- Plazas, parques y explanadas
- Canchas deportivas
- Zonas contiguas de albercas



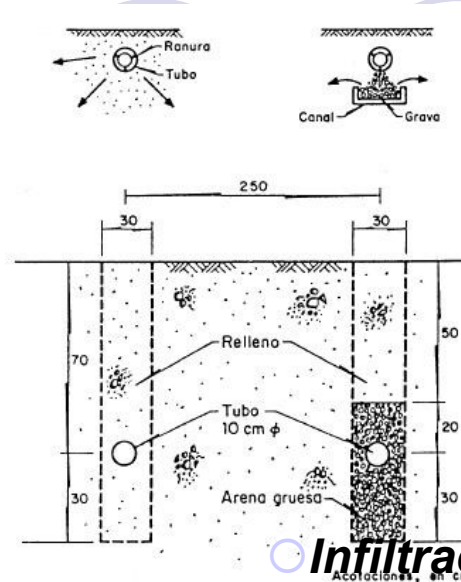
01 800 900 0 100
www.cemexmexico.com



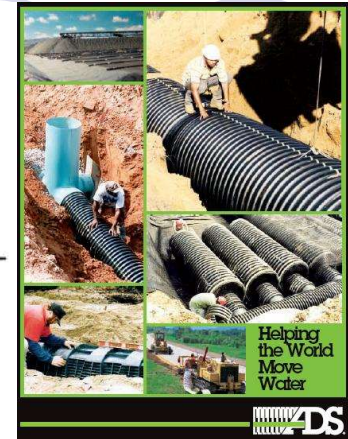
recarga artificial \ directa superficial \ pavimento poroso



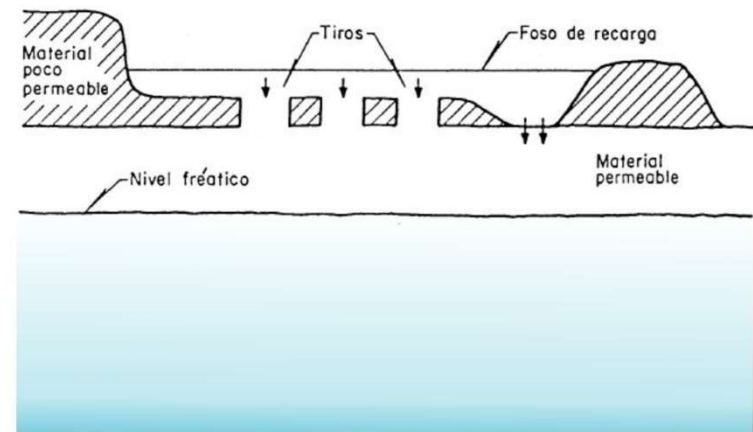
○ **pozo recarga somera rc**



○ **Infiltración horizontal**

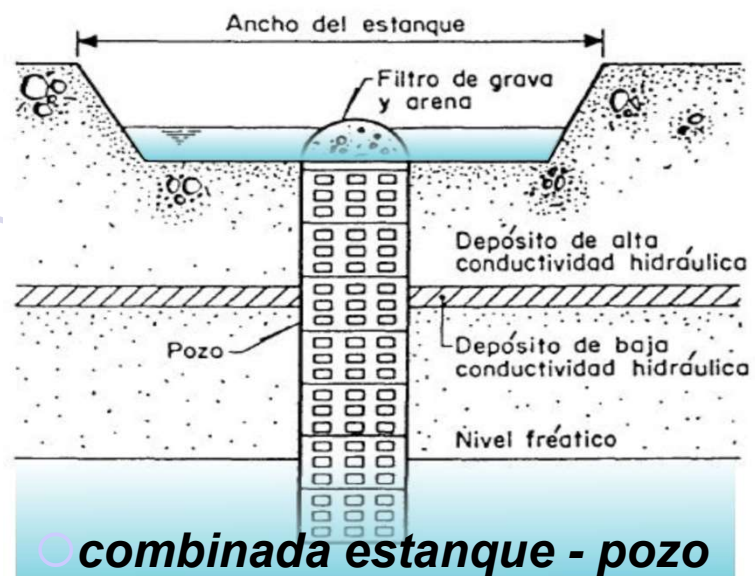


atlantis sistema matricial

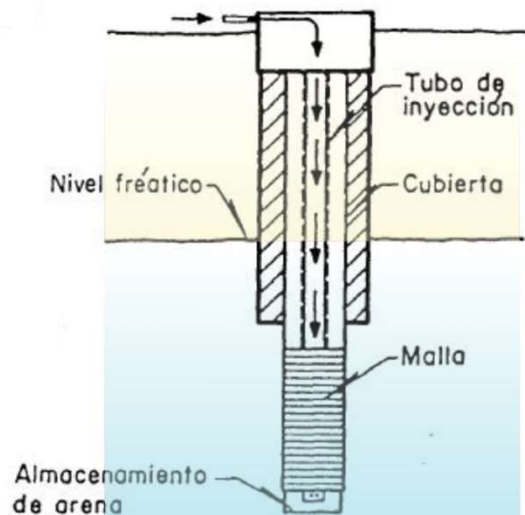


○ **tiros, fosos naturales o artificiales**

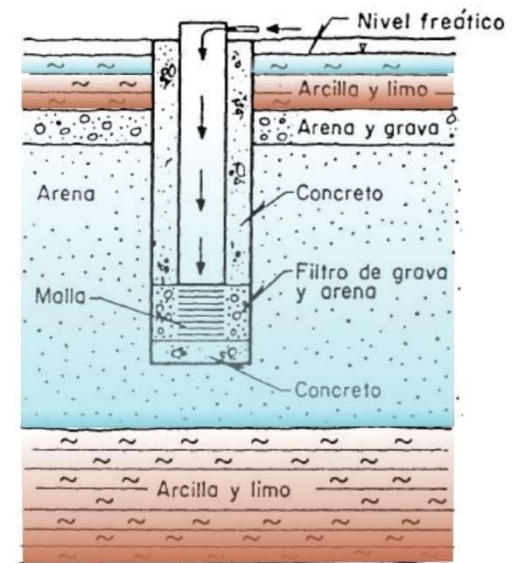
recarga artificial \ directa sub-superficial



○ **combinada estanque - pozo**

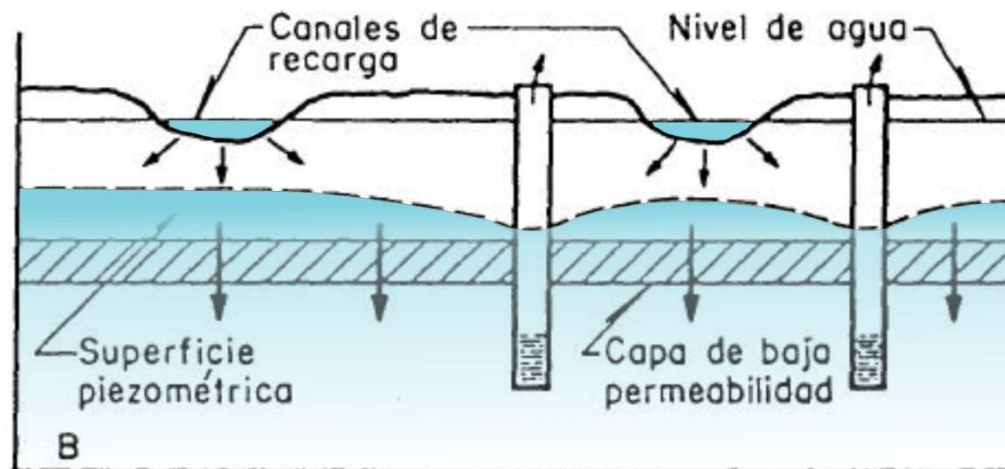
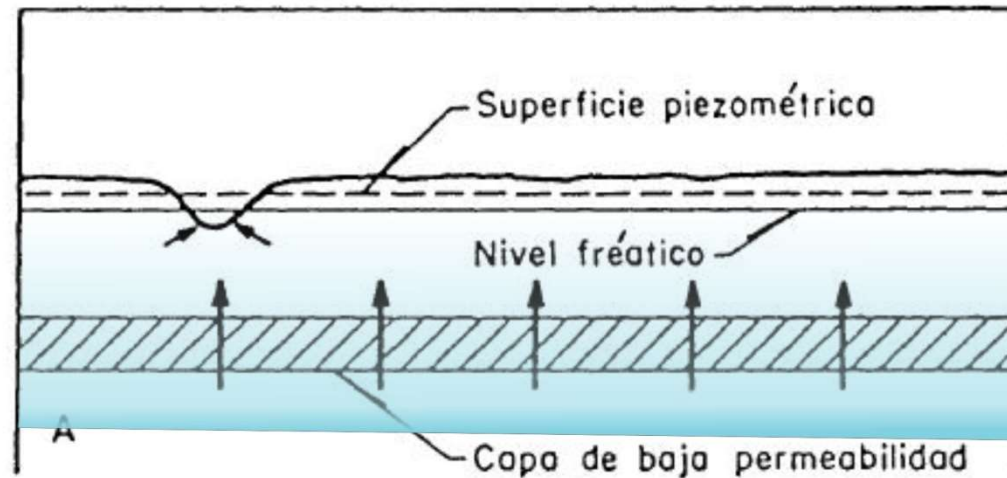


○ **pozo acuífero libre**



○ **pozo acuífero confinado**

recarga artificial \ directa sub-superficial

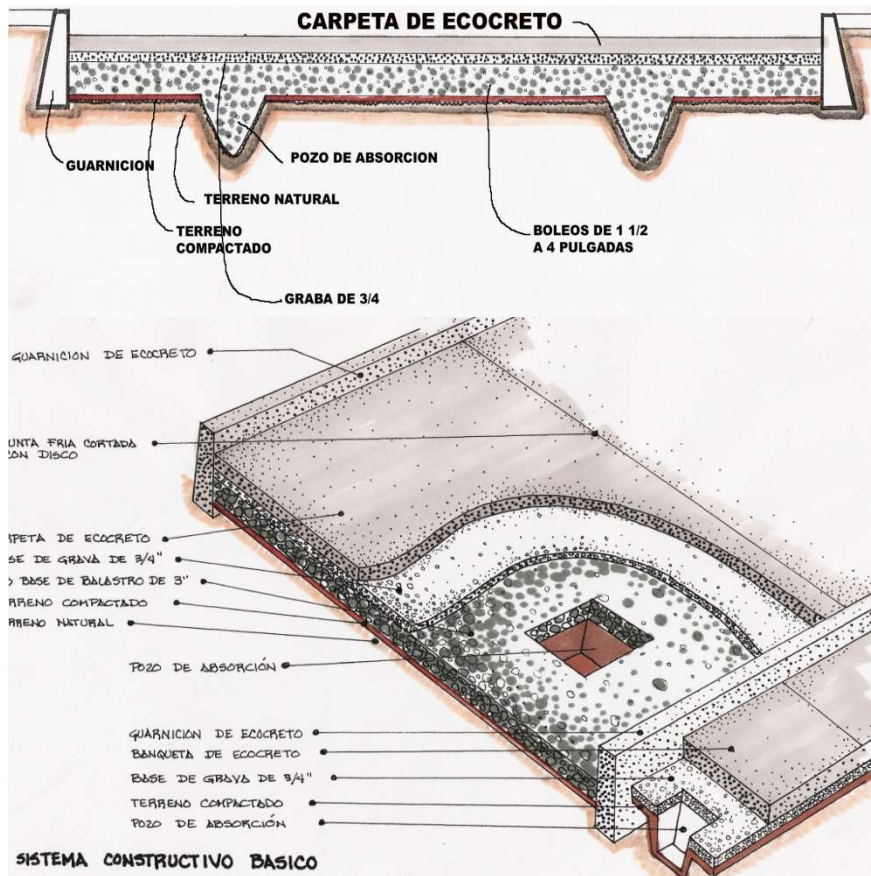


A: Condición anterior a la recarga

B: Condición posterior a la recarga

○ *inducida por extracción*

recarga artificial \ indirecta inducida



○ **concreto permeable**

Concreto Profesional™ **Acuicreto**

La respuesta **permeable** a tus necesidades de construcción

El Concreto Permeable Acuicreto es la solución profesional para pavimentar vialidades de la industria de la vivienda con tránsito ligero. Este concreto se desarrolló para tener un alto índice de permeabilidad y ser la solución integral en la recolección y aprovechamiento de los recursos hidráulicos pluviales. Gracias a su alto índice de permeabilidad evita encharcamientos.

■ Aplicación en Desarrollo de Vivienda Media



■ Proceso Constructivo



■ Alta Capacidad Filtrante



■ Facilidad de Manejo



Usos

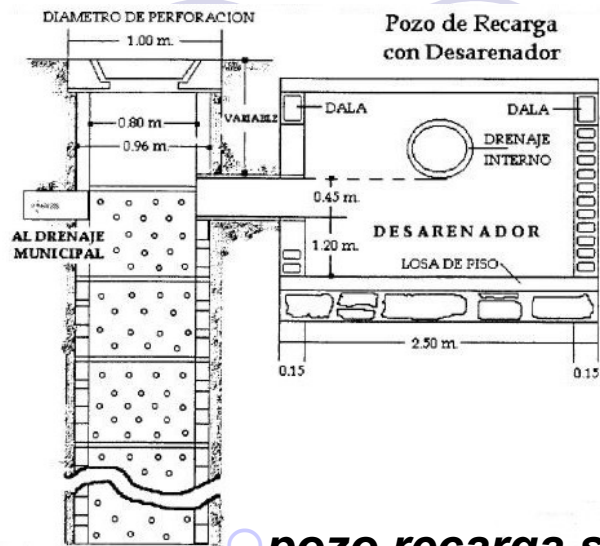
- Estacionamientos privados
- Calles con tránsito ligero
- Banquetas, pasillos y andadores
- Patios públicos y privados
- Plazas, parques y explanadas
- Canchas deportivas
- Zonas contiguas de albercas



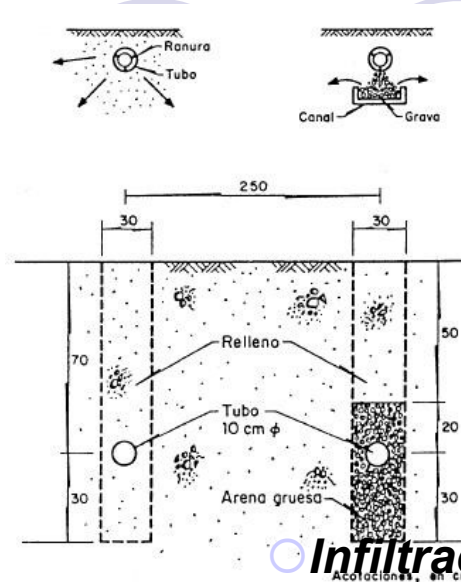
01 800 900 0 100
www.cemexmexico.com



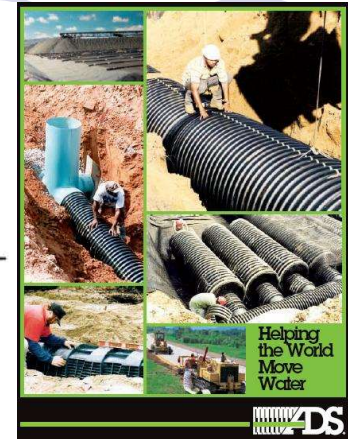
recarga artificial \ directa superficial \ pavimento poroso



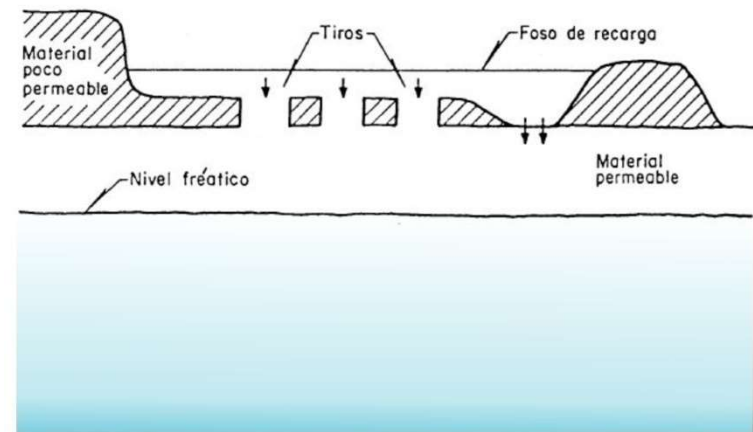
○ **pozo recarga somera rc**



○ **Infiltración horizontal**

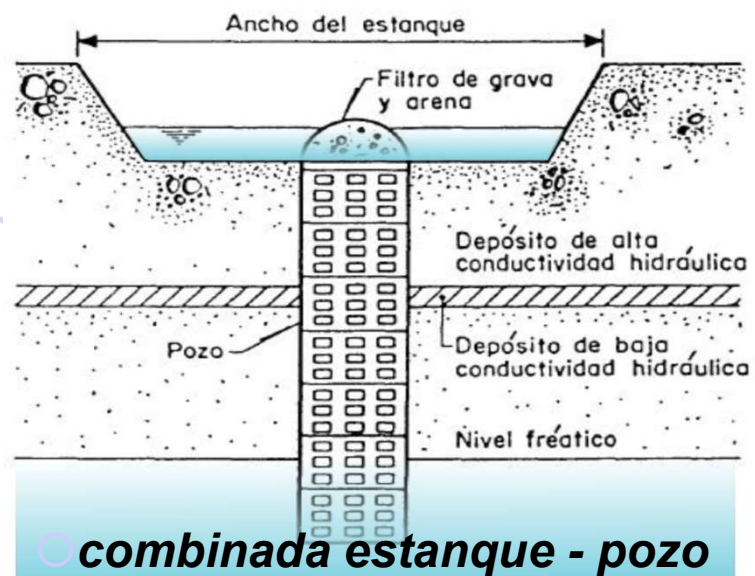


atlantis sistema matricial

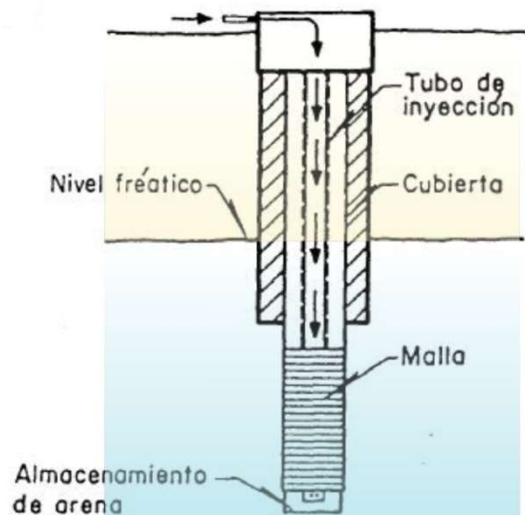


○ **tiros, fosos naturales o artificiales**

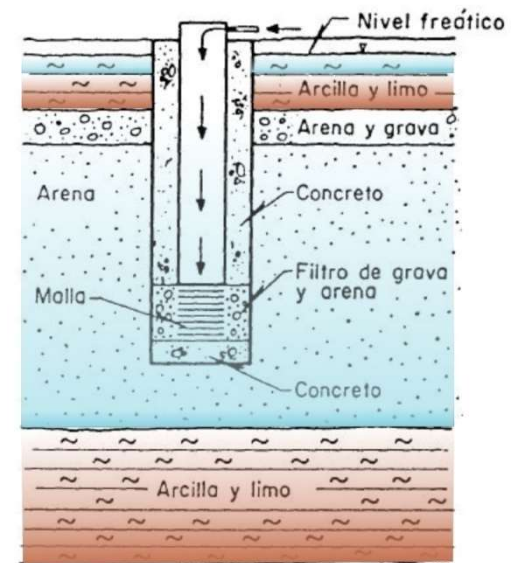
recarga artificial \ directa sub-superficial



○ **combinada estanque - pozo**

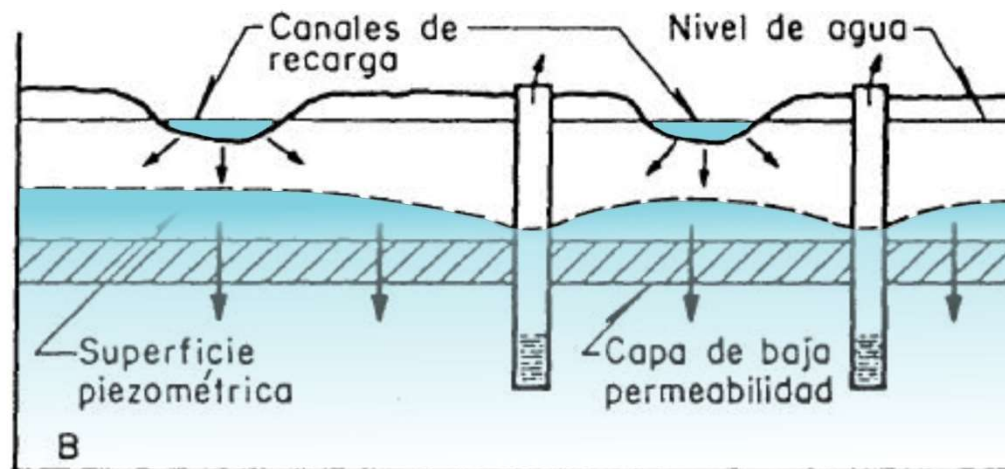
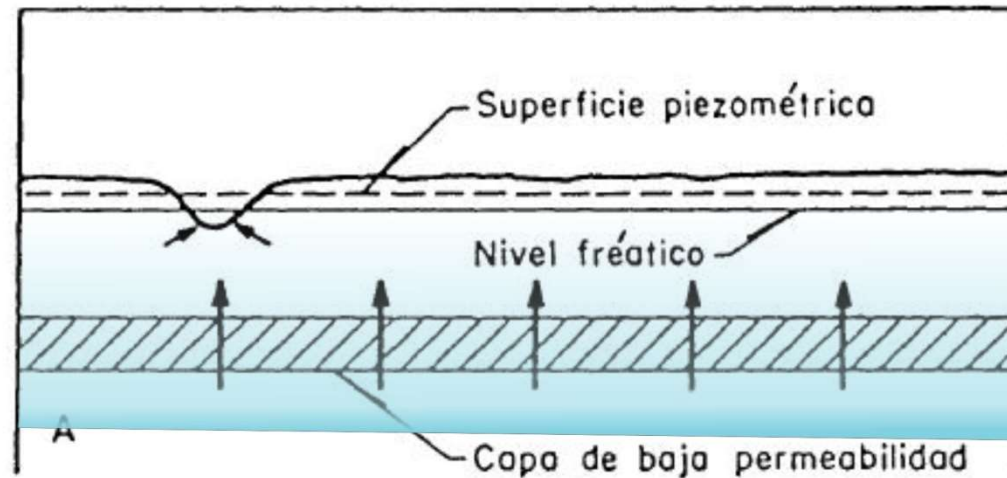


○ **pozo acuífero libre**



○ **pozo acuífero confinado**

recarga artificial \ directa sub-superficial



A: Condición anterior a la recarga

B: Condición posterior a la recarga

○ *inducida por extracción*

recarga artificial \ indirecta inducida

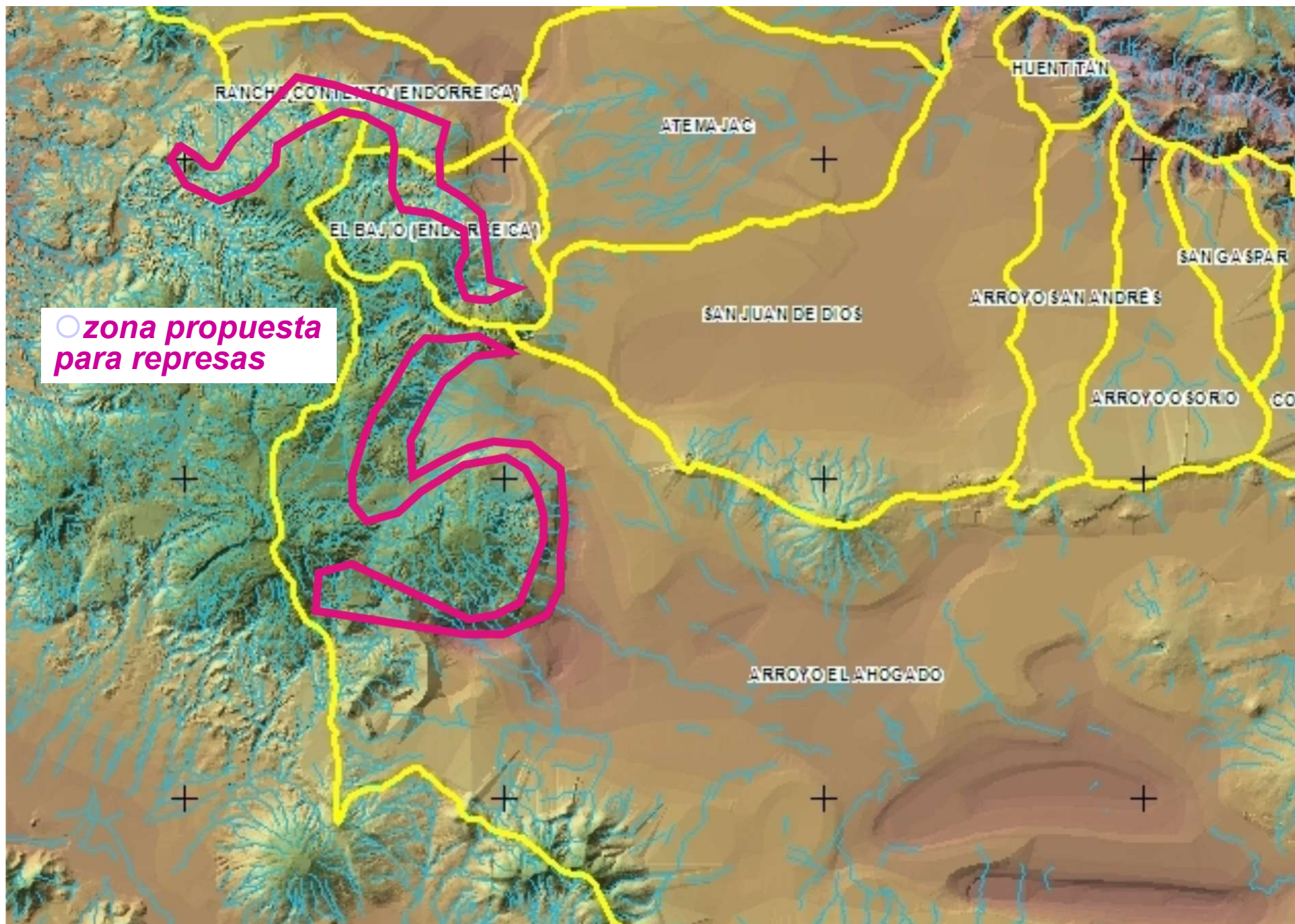
Zonas de Carga en Berlín



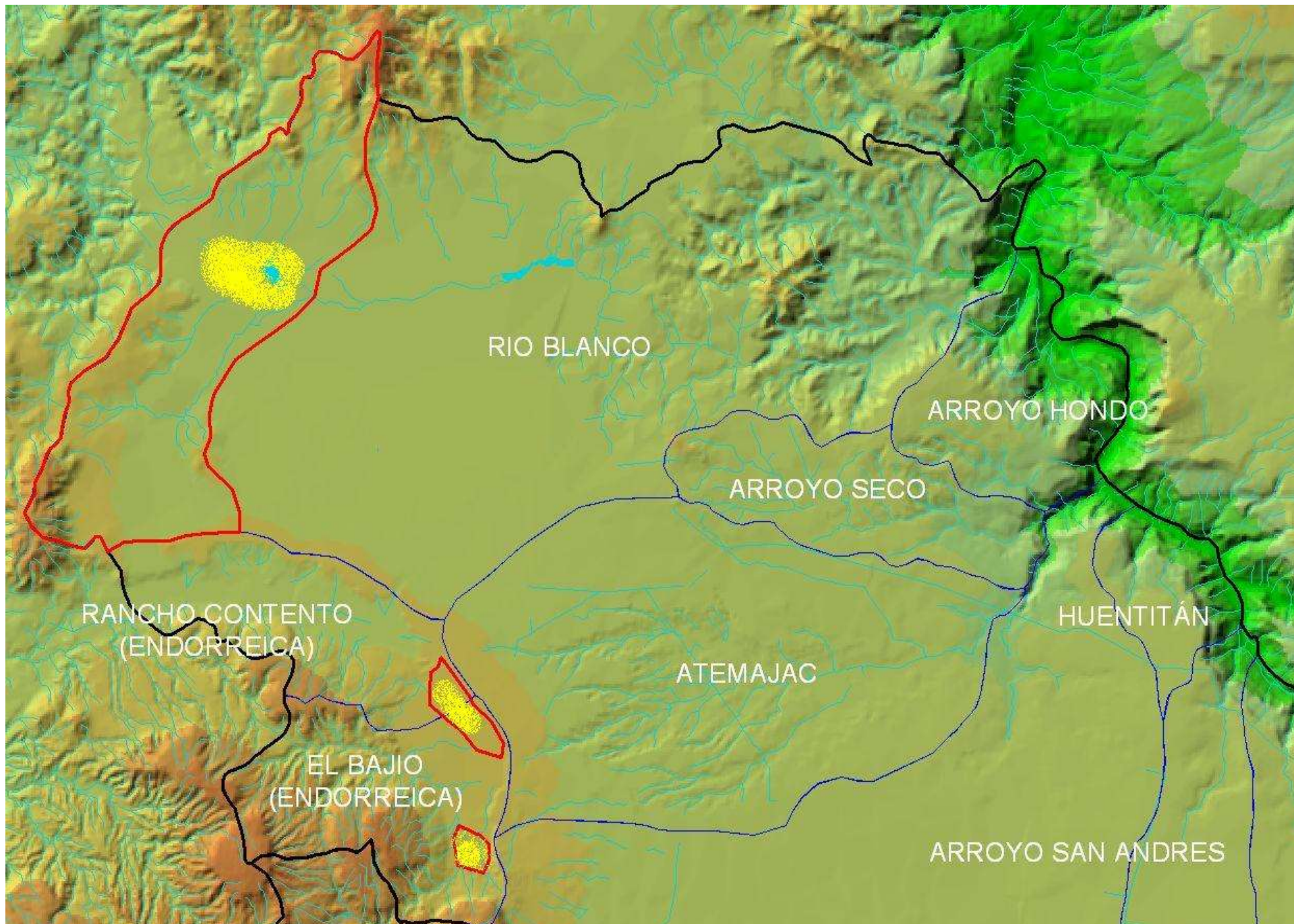
Fuente: Berliner Wasserbetriebe



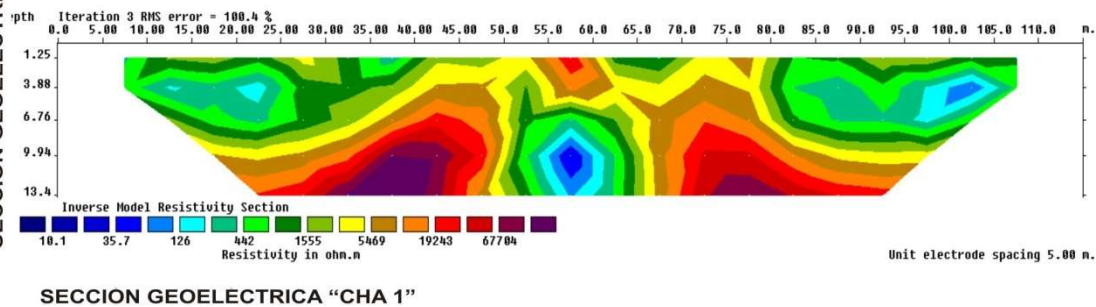
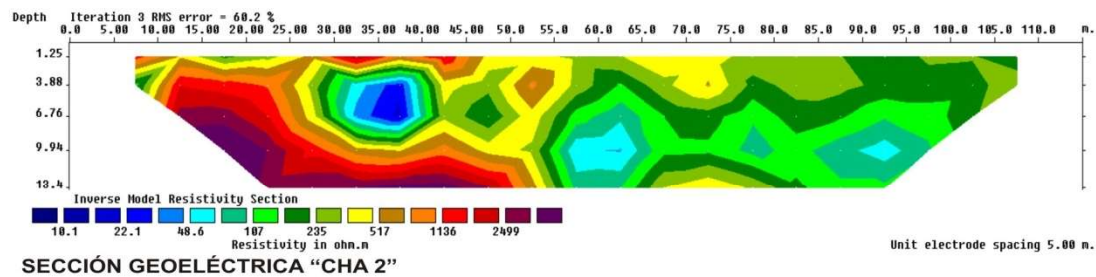
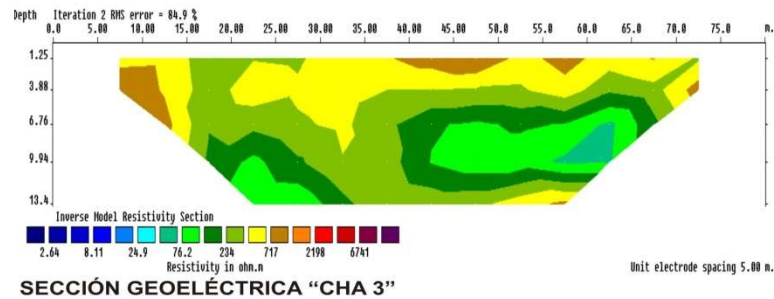
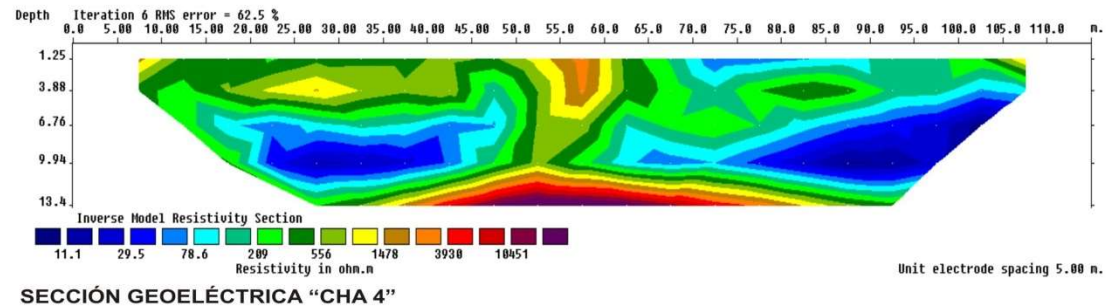
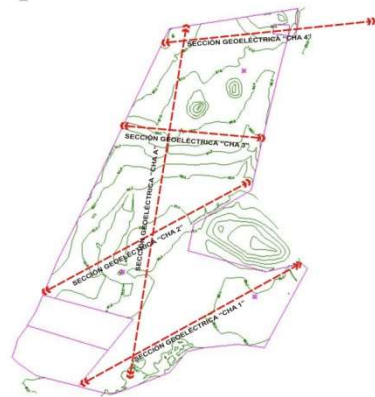
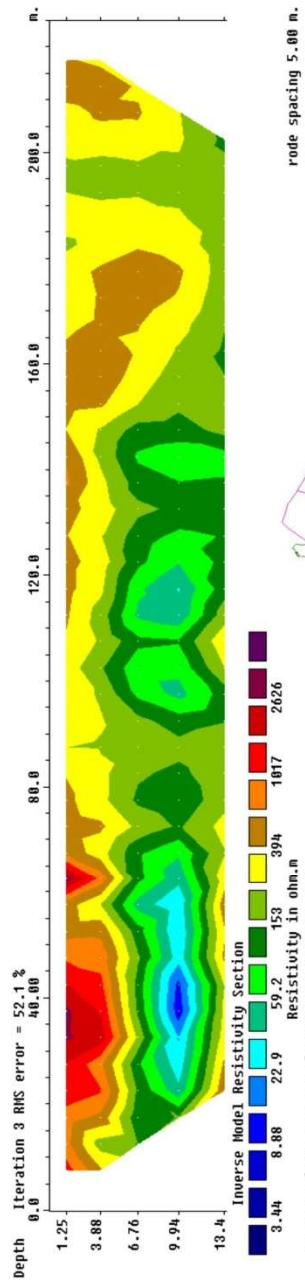
Wannsee

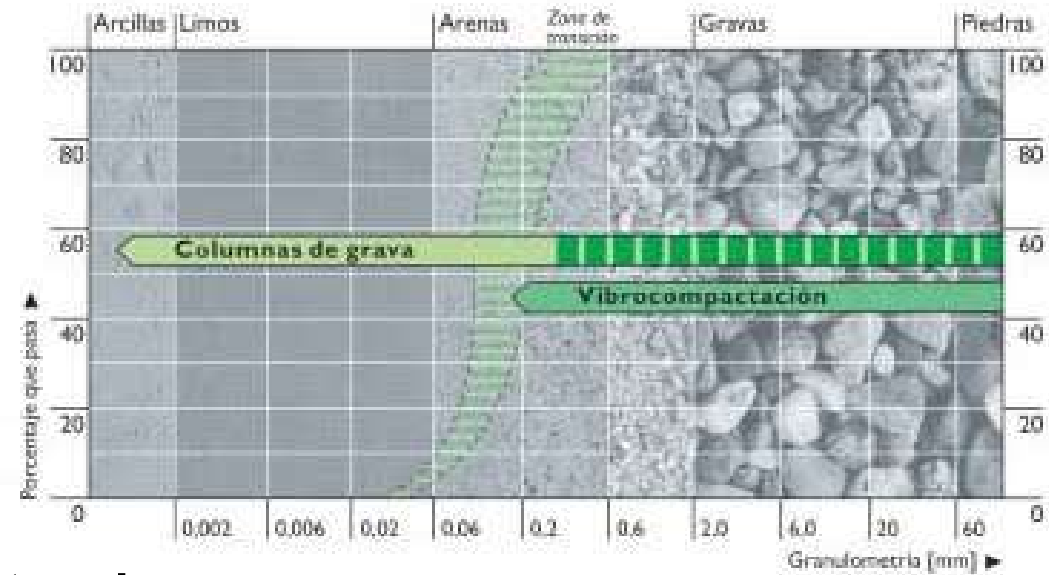


recarga artificial \ propuestas de recarga \ directa superficial - represas

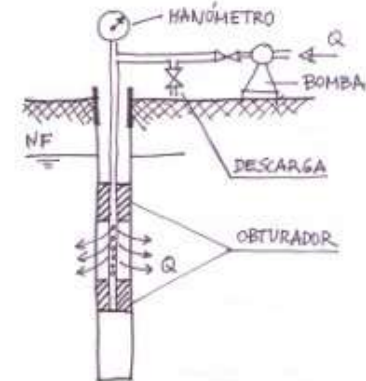
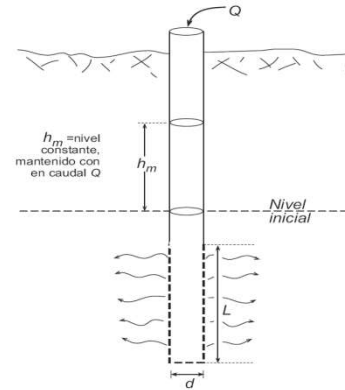
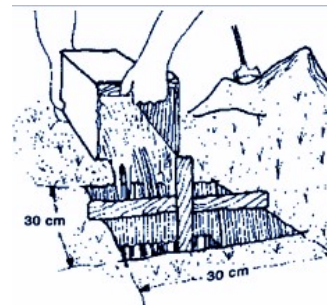


recarga artificial \ inundación y/o combinada con subsuperficial



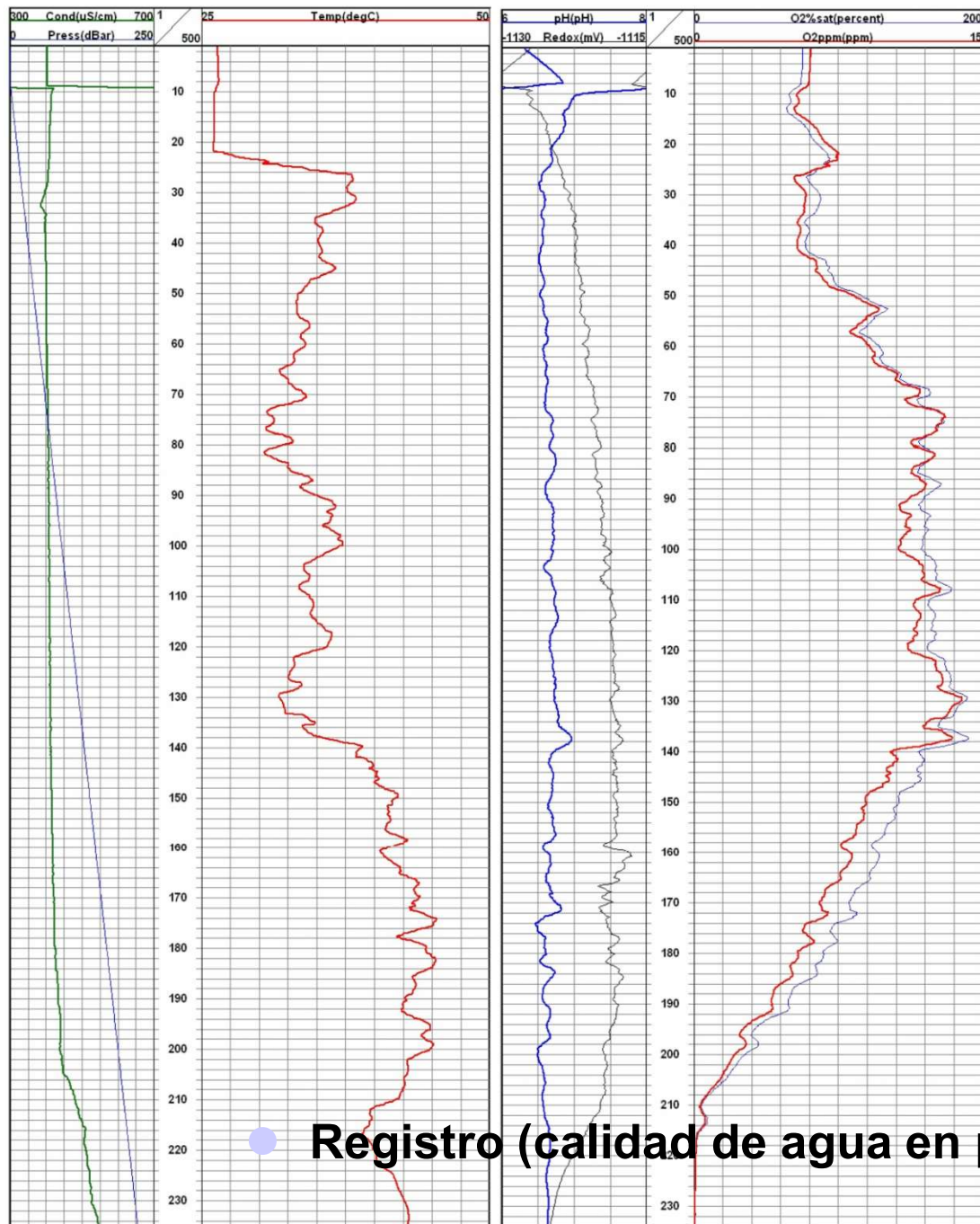


- **Geotecnia:**
- **SPT**



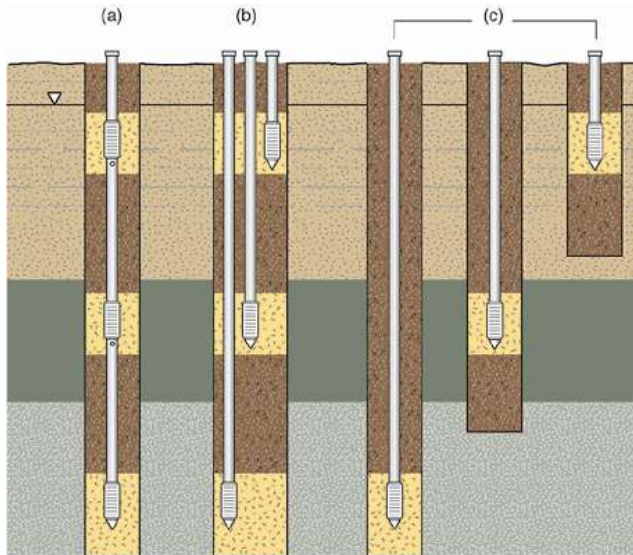
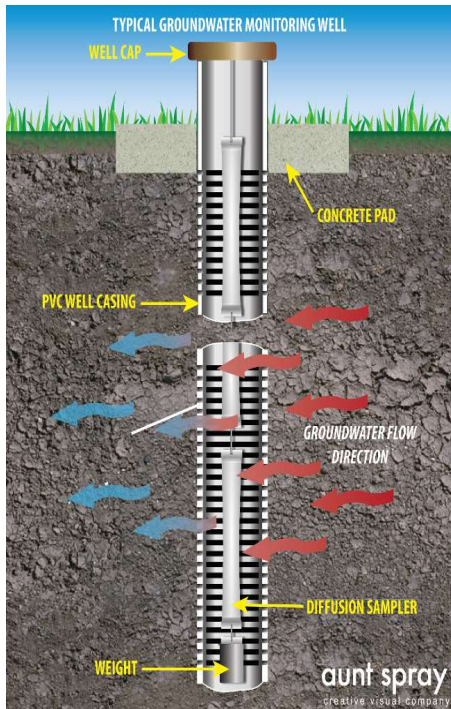
- **Permeabilidad:**
- **Lefranc**
- **Lugeon**

recarga artificial \ metodología \ geotecnia-absorción

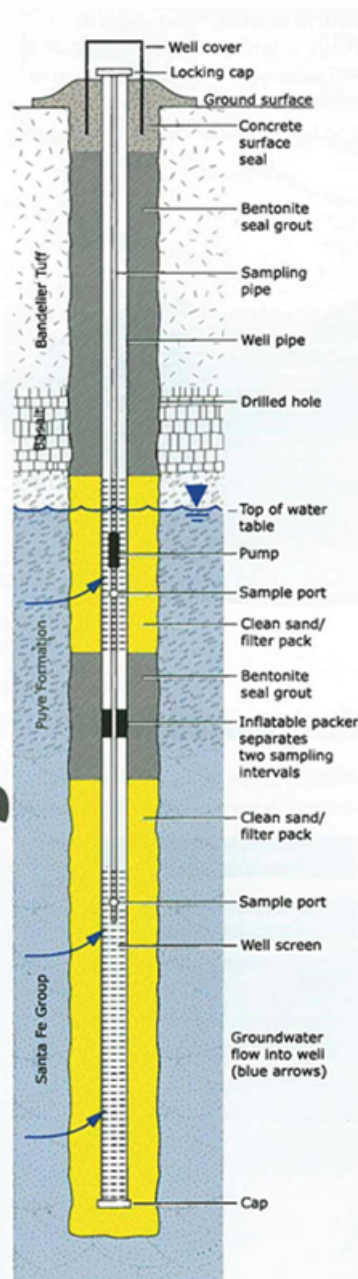


● Registro (calidad de agua en pozos).

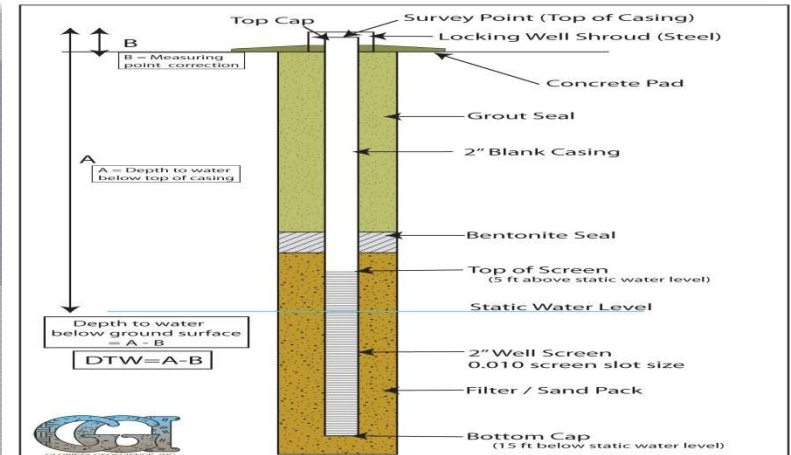
- Conductividad
- Presión
- Temperatura
- pH
- Redox
- O₂ ppm
- O₂ % saturación
- NO₃
- F
- Turbiedad



Monitoring Well



Typical structure of a monitoring well.



What's the Basic Setup?

1. Levellogger
2. Wire assembly (wire & hooks)
3. Standard communications (software & cables)

Useful Accessories

4. Barologger corrects level readings for changes in barometric pressure.
5. Direct read cable replaces the wire and allows you to program/download data without retrieving levellogger.
6. If you purchase (5) then (3) is replaced with direct read communications package.
7. Leveloader is a handheld computer that saves you from taking a laptop into the field.

SPT convertir en pozos de monitoreo.

recarga artificial \ metodología \ pozos de monitoreo

Recomendaciones

RECOMENDACION	CONSEJO TÉCNICO AUTÓNOMO	GOBIERNO
Urgente implementar medidas de conservación de acuíferos	X	X
Establecer Consejo Técnico Autónomo	X	
Generar Plan estratégico para el buen manejo del agua integral de la cuenca.	X	
Tratar de conservar las condiciones naturales del ciclo hidrológico (no entubar arroyos ni modificar vasos reguladores naturales). La infraestructura proyectada que no dependa de errores humanos.	X	
Las aguas superficiales controlarlas y encausarlas al subsuelo previo tratamiento.	X	
El encausamiento de las aguas hacia cuencas mas bajas, sólo si es para abastecimiento, que se pudiera lograr con almacenamientos reguladores. (no simplemente me quito del problema y se paso a otro).	X	X
Impulsar Recarga artificial del acuífero de acuerdo a NOM-014 y NOM-15, involucrando a especialistas en hidrología subterránea. Para no caer en malas experiencias desarrolladas hasta hoy.	X	

Recomendaciones

RECOMENDACION	CONSEJO TÉCNICO AUTÓNOMO	GOBIERNO
Establecer programa de monitoreo permanente del ciclo hidrológico completo.	X	
Generar atlas de recarga artificial para la Zona	X	X
Generar atlas de riesgo para la Zona	X	X
Establecer las áreas de recarga de acuíferos como zonas naturales protegidas	X	
Mientras no se cuente con alternativas sustentables de abastecimiento ni eficiencia de sistemas no se podrá reducir la sobre-explotación del recurso.	X	X
Despolitizar las acciones que los especialistas proponen		X

Marco A. Ramírez Murillo
@hidrológico