

**2das Jornadas Técnicas sobre la
RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS
y Reúso del Agua
28 de Agosto de 2013**



Sesión 2: MAR: Instrumentación / Caracterización

**Criterios de selección de sitios de recarga artificial
en acuíferos afectados por fallamiento regional,
Valle de Querétaro, México**

Dora C. Carreón Freyre

Centro de Geociencias

Campus UNAM Juriquilla, Querétaro

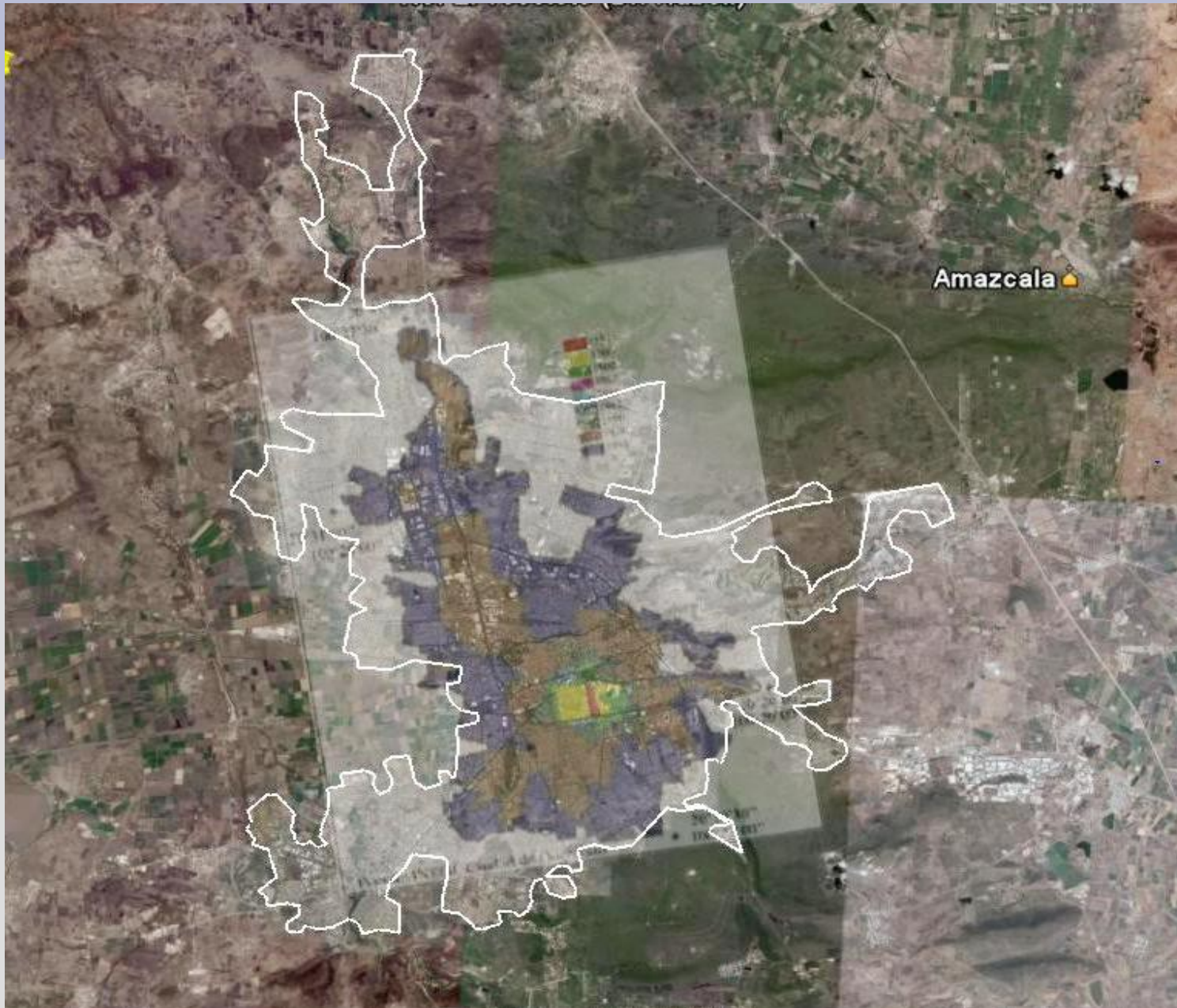


Proyecto CIDETEQ Fondos Mixtos Conacyt-Querétaro 2012

Contenido

1. Análisis hidrogeológico y de la estructura del subsuelo en el Valle de Querétaro
2. Selección de sitios adecuados para perforación de pozos para infiltración de aguas pluviales
3. Interpretación de los pozo perforados Estadio II, Ciudad del Sol, Unidad Deportiva UAQ).
 - Caracterización física de las muestras litológicas, recuperadas durante la perforación de un pozo de absorción y
4. Modelación de infiltración y de deformación
5. Comentarios Finales

Evolución de la Mancha Urbana en la Ciudad de Santiago de Querétaro



1551

1700

1802

1867

1895

1917

1950

1976

1993

2008

EVOLUCIÓN
DE LA
MANCHA
URBANA DE
LA CIUDAD
DE SANTIAGO
DE
QUERÉTARO
1551 - 2008



Balance del Acuífero del Valle de Querétaro

Recarga Natural al Valle de Querétaro:

Aportación: Vertical 35 Mm³

 SJR: 24 Mm³

 Amazcala 6 Mm³

 Huimilpan 7 Mm³

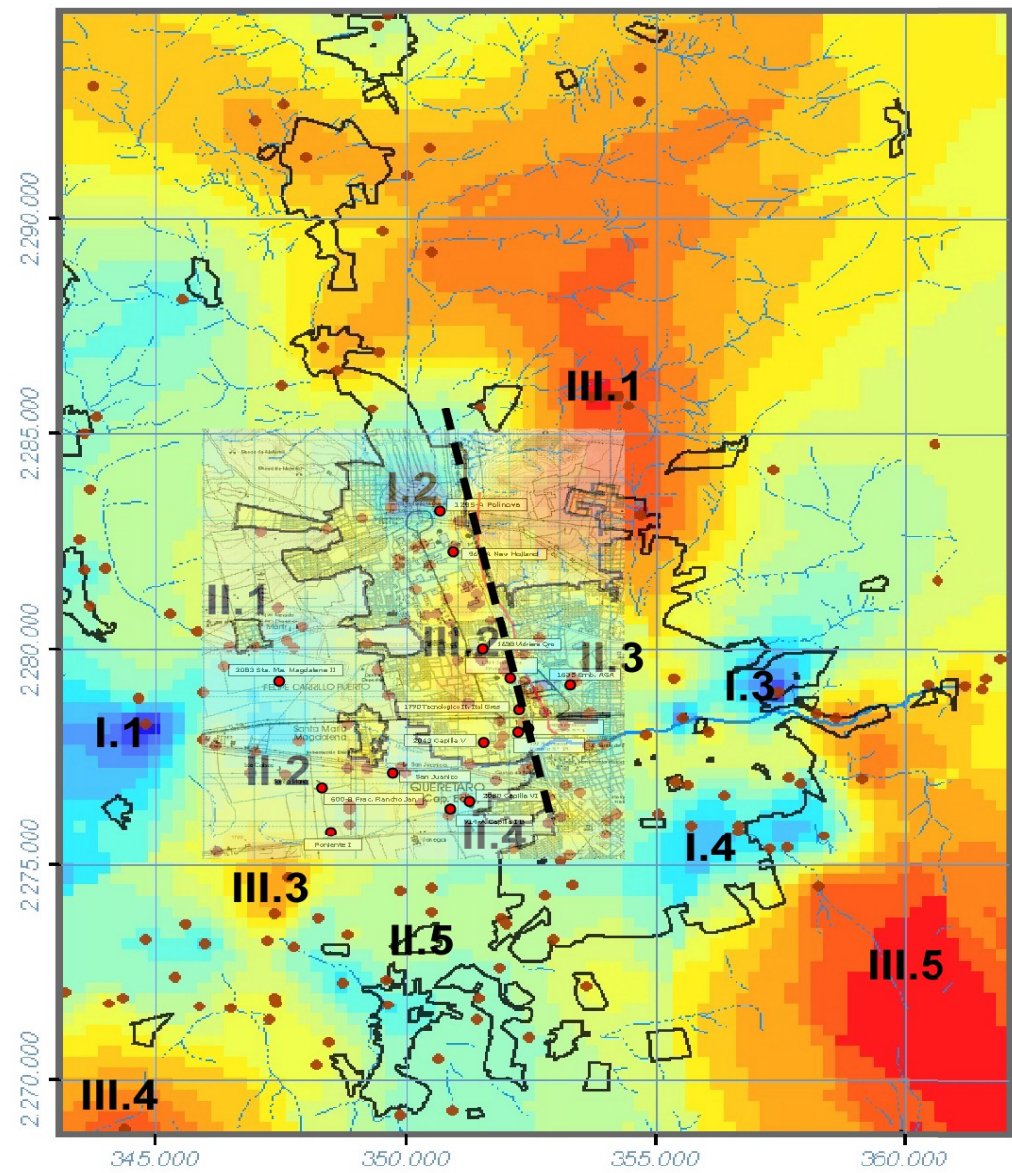
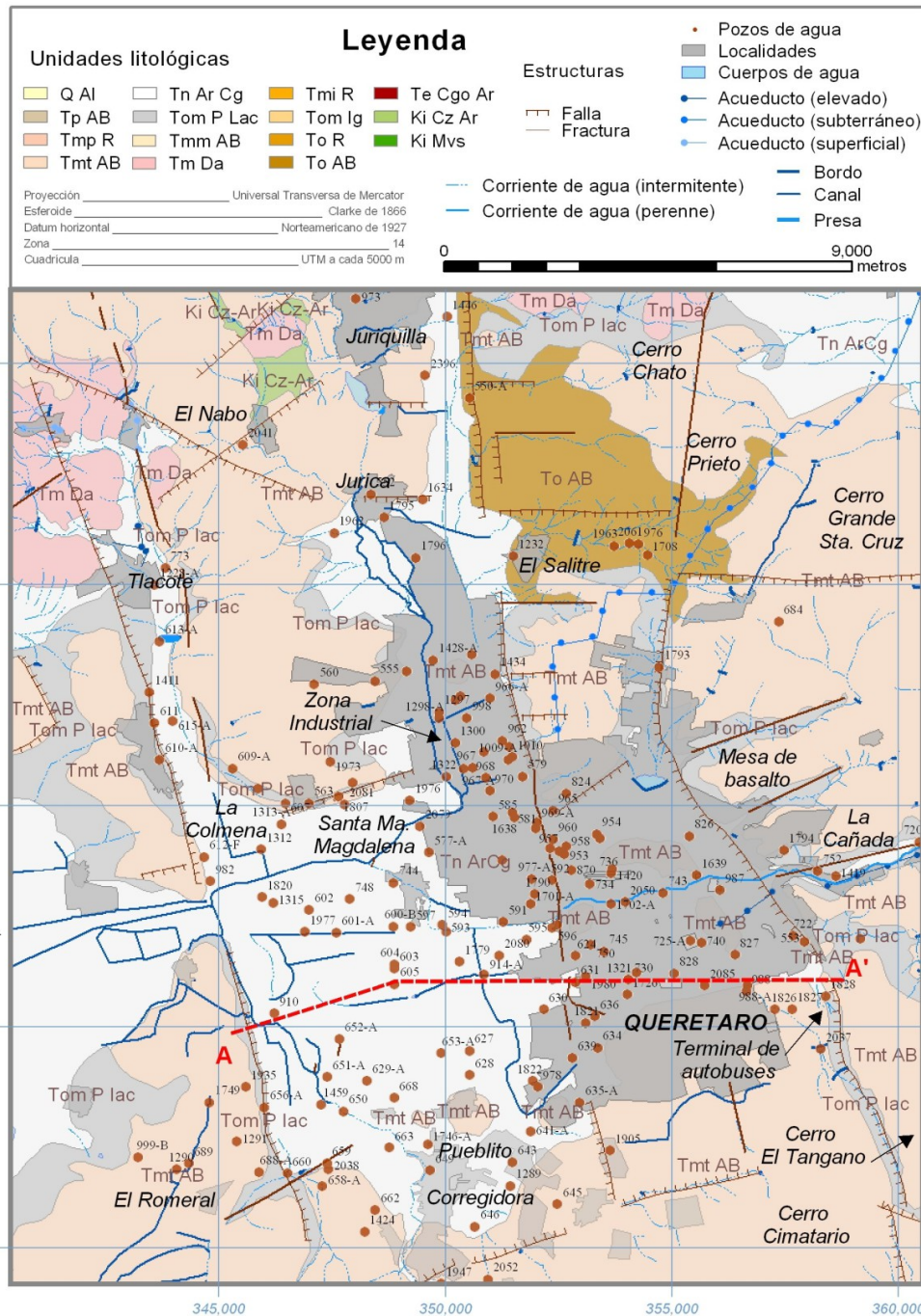
 Buenavista 1 Mm³

Recarga Total 67 Mm³

Extracción por Bombeo: 107 Mm³

Sobreexplotación: 40 Mm³

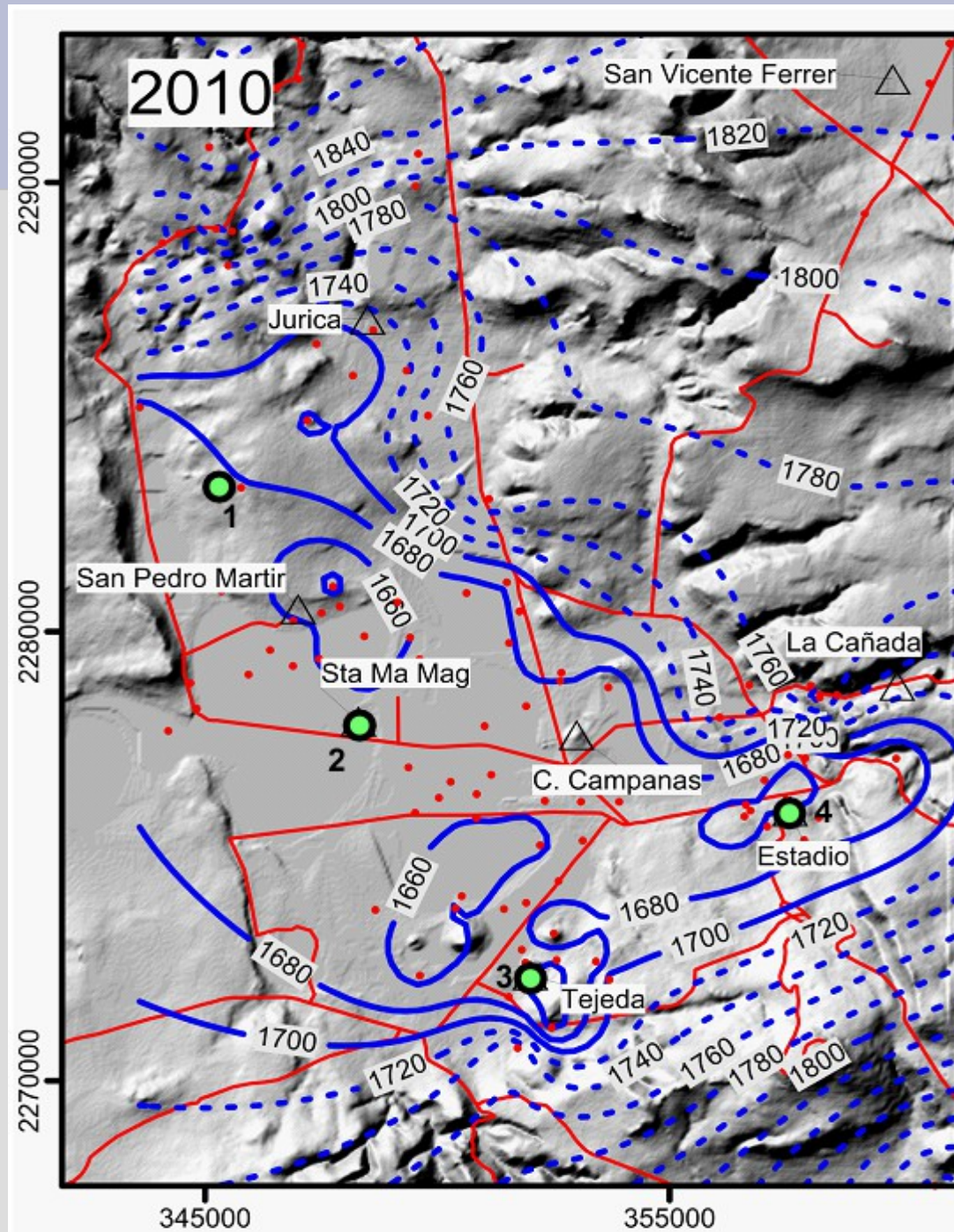
Fuente: Plan Hidráulico del
Estado de Querétaro, Datos
año 2000



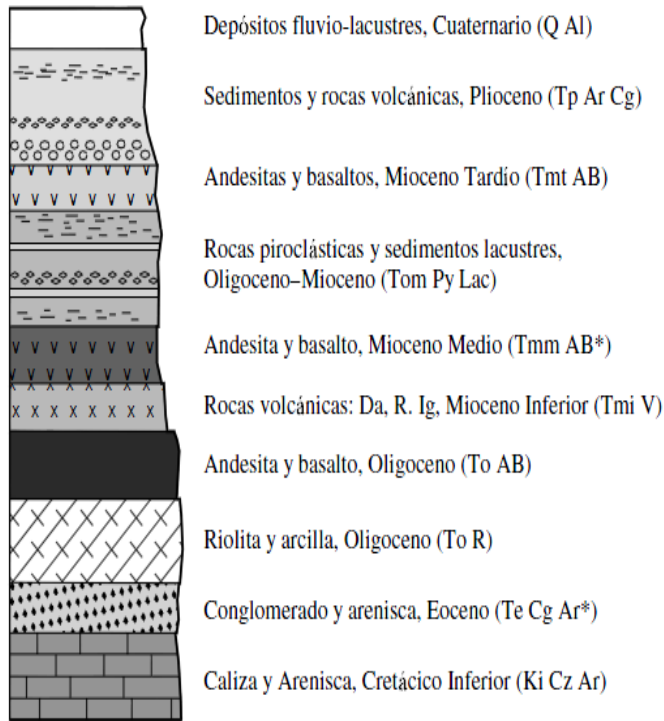
Geología local del Valle de Querétaro y flujo de agua subterránea

Carreón-Freyre et al., 2005,
Revista Mexicana de Ciencias
Geológicas

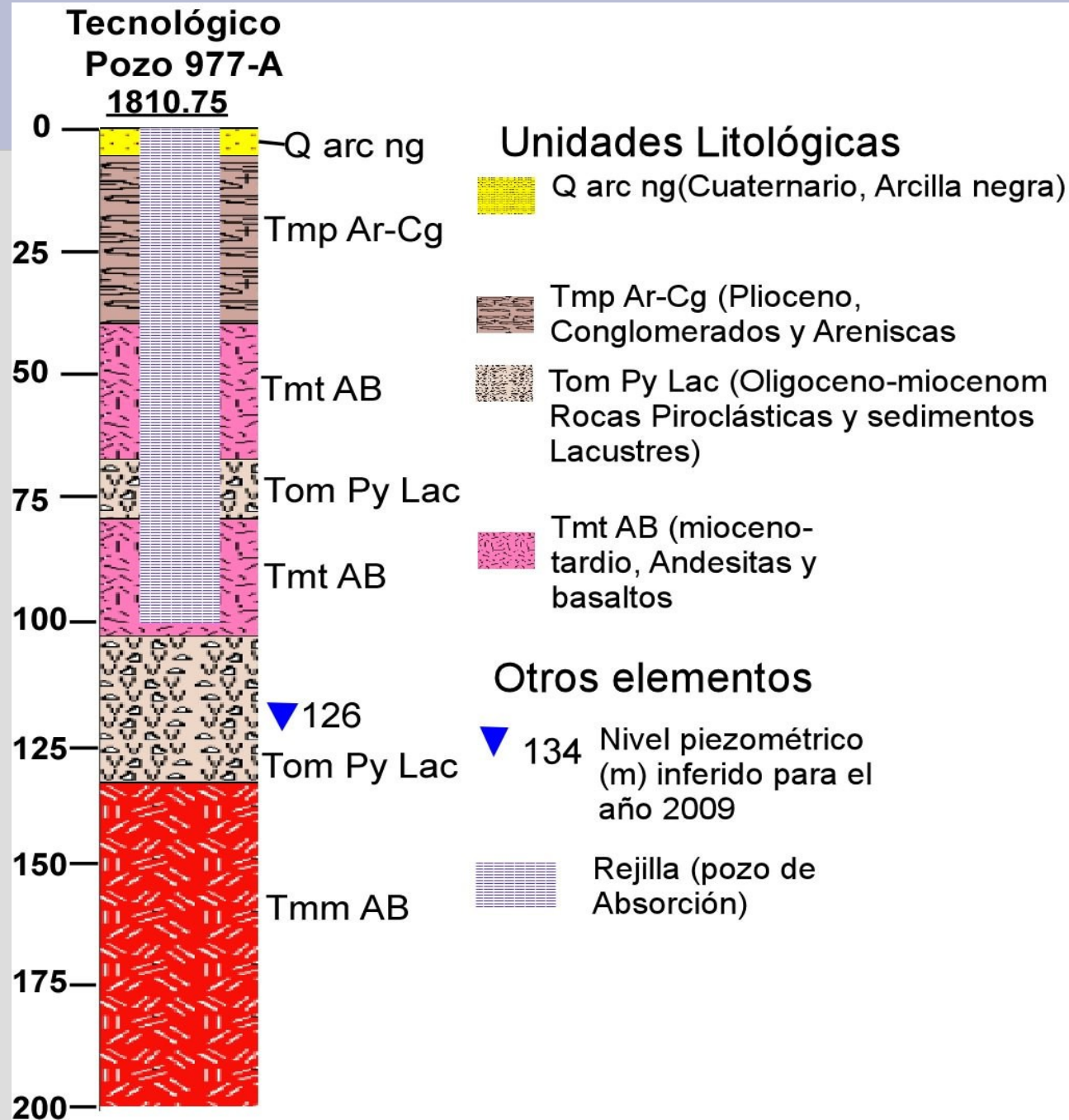
Evolución piezométrica considerando un modelo lineal para un medio homogéneo para el año 2010. La localización aproximada de pozos de absorción se muestra con un círculo verde: 1. Ciudad del Sol, 2. La Gloria, 3. Unidad Deportiva y 4. Estadio.



Perfil tipo: Pozo profundo de extracción de Agua potable, la simbología se encuentra al lado derecho el número subrayado en la parte superior del pozo es la elevación en msnm.

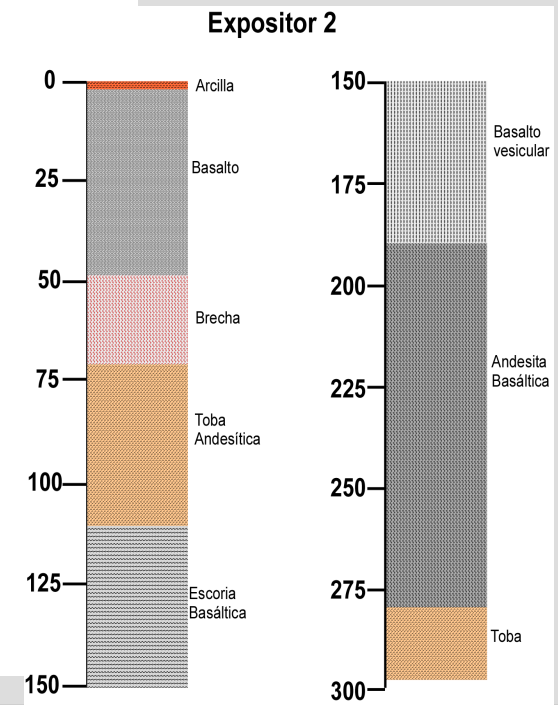
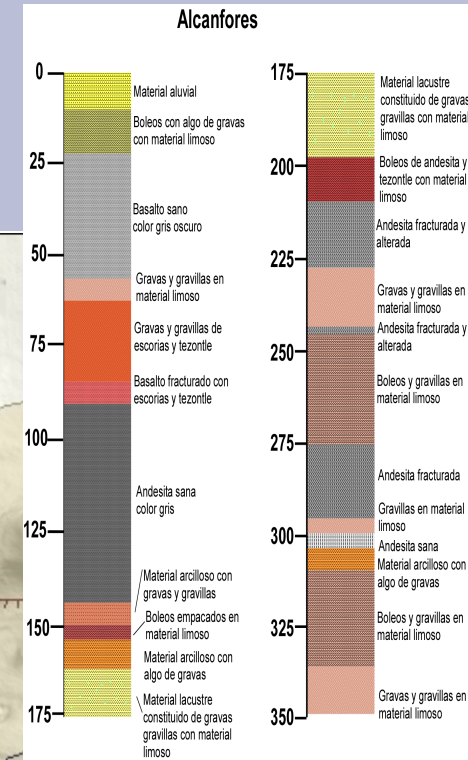
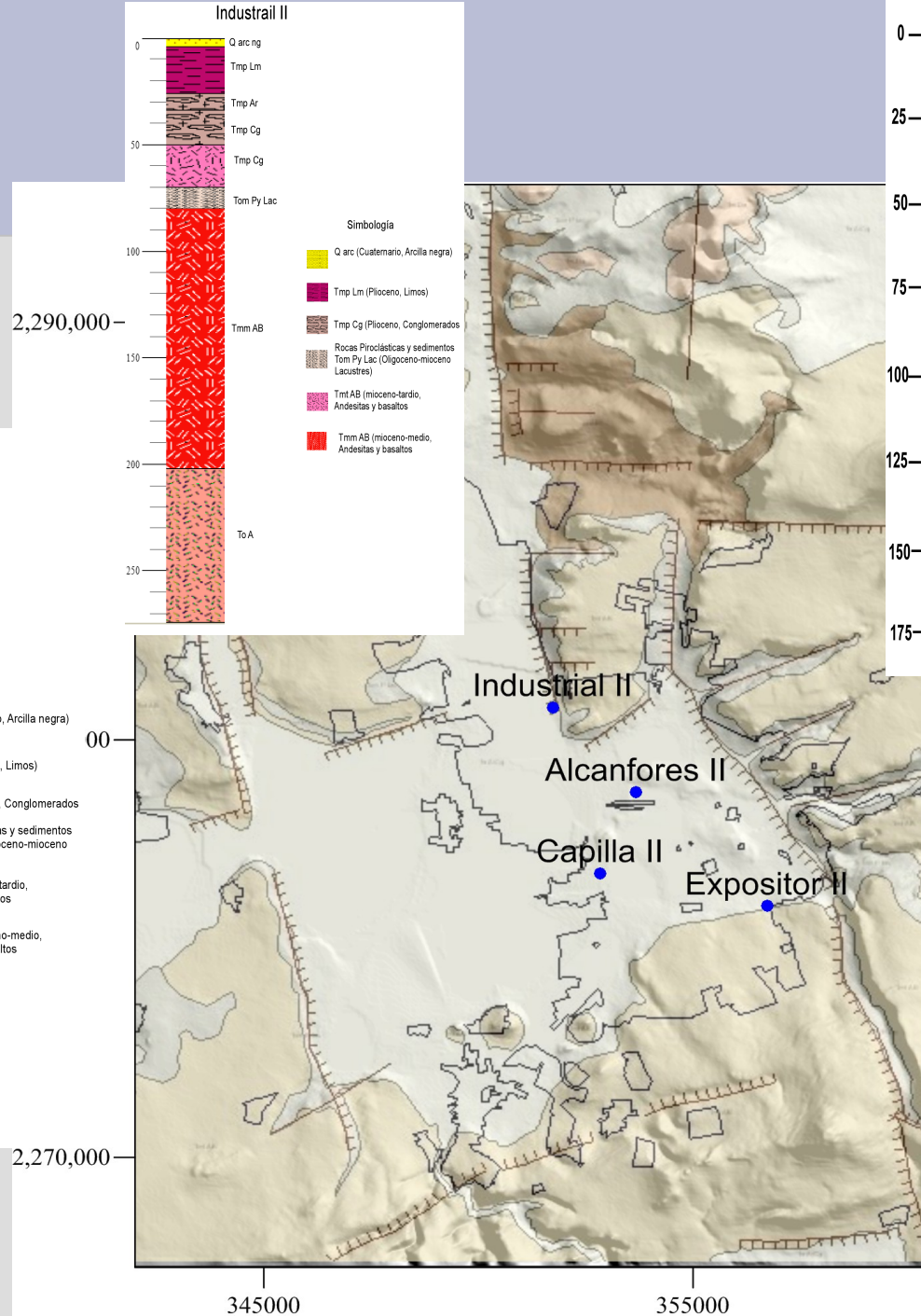


Columna estratigráfica esquemática del Valle de Querétaro que muestra las principales unidades litológicas interpretadas a partir de los registros de pozos y adaptada a la columna de la zona reportada por Alaniz-Álvarez et al. (2001).
Da: dacita, R: riolita, Ig: ignimbrita (Carreón-Freyre et al., 2005)

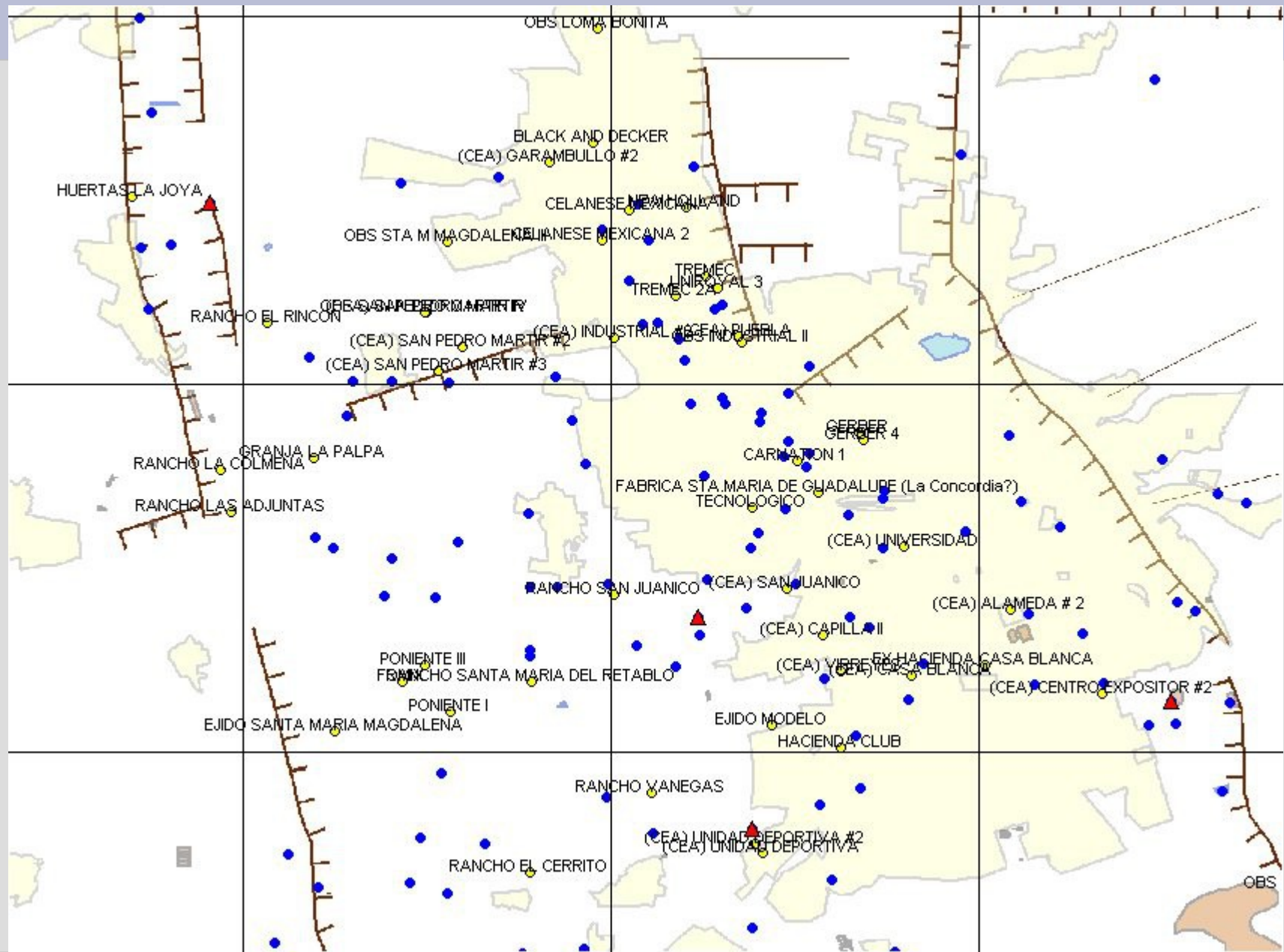


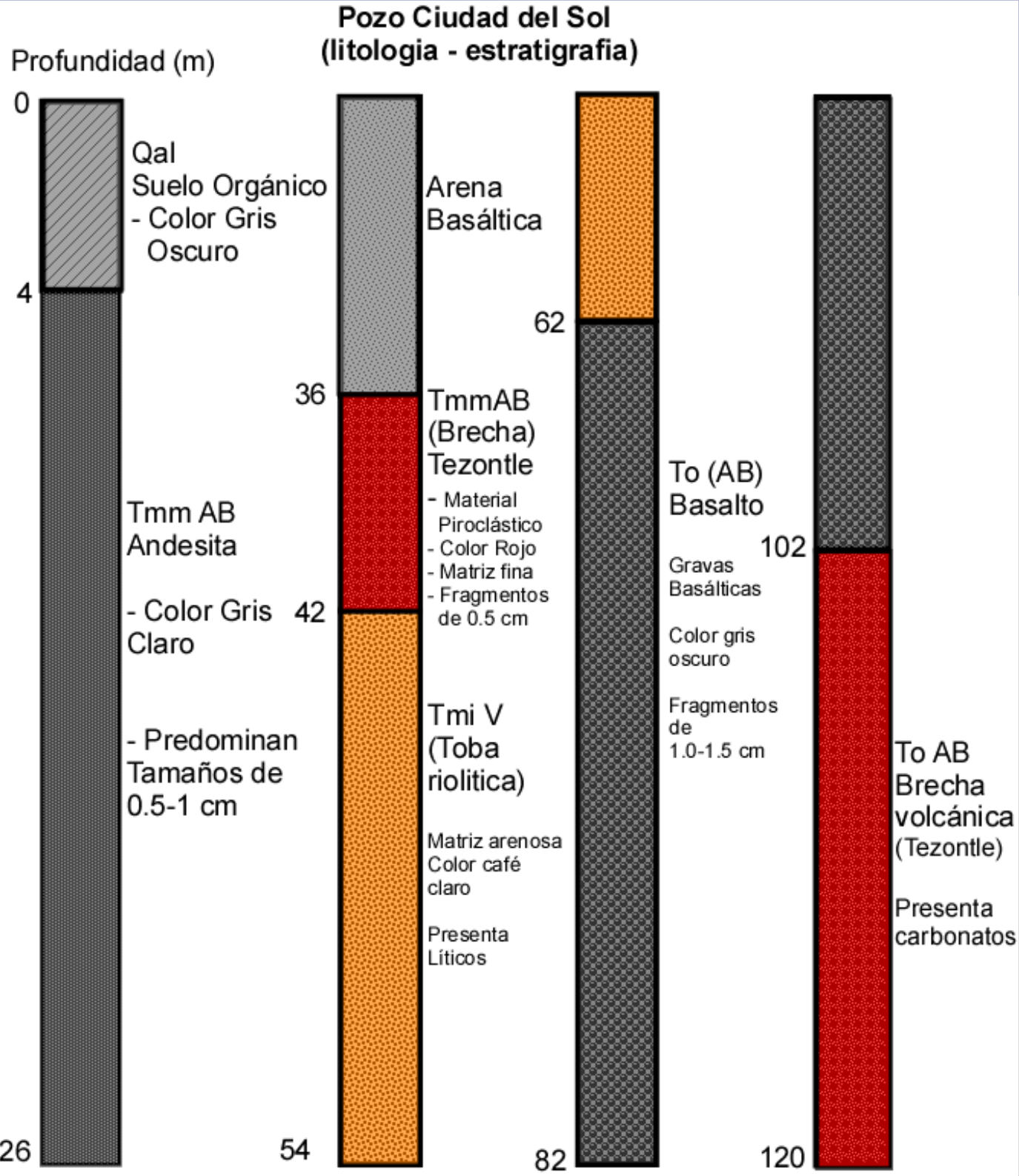


Ubicación de los sitios propuestos para la perforación de los pozos de absorción

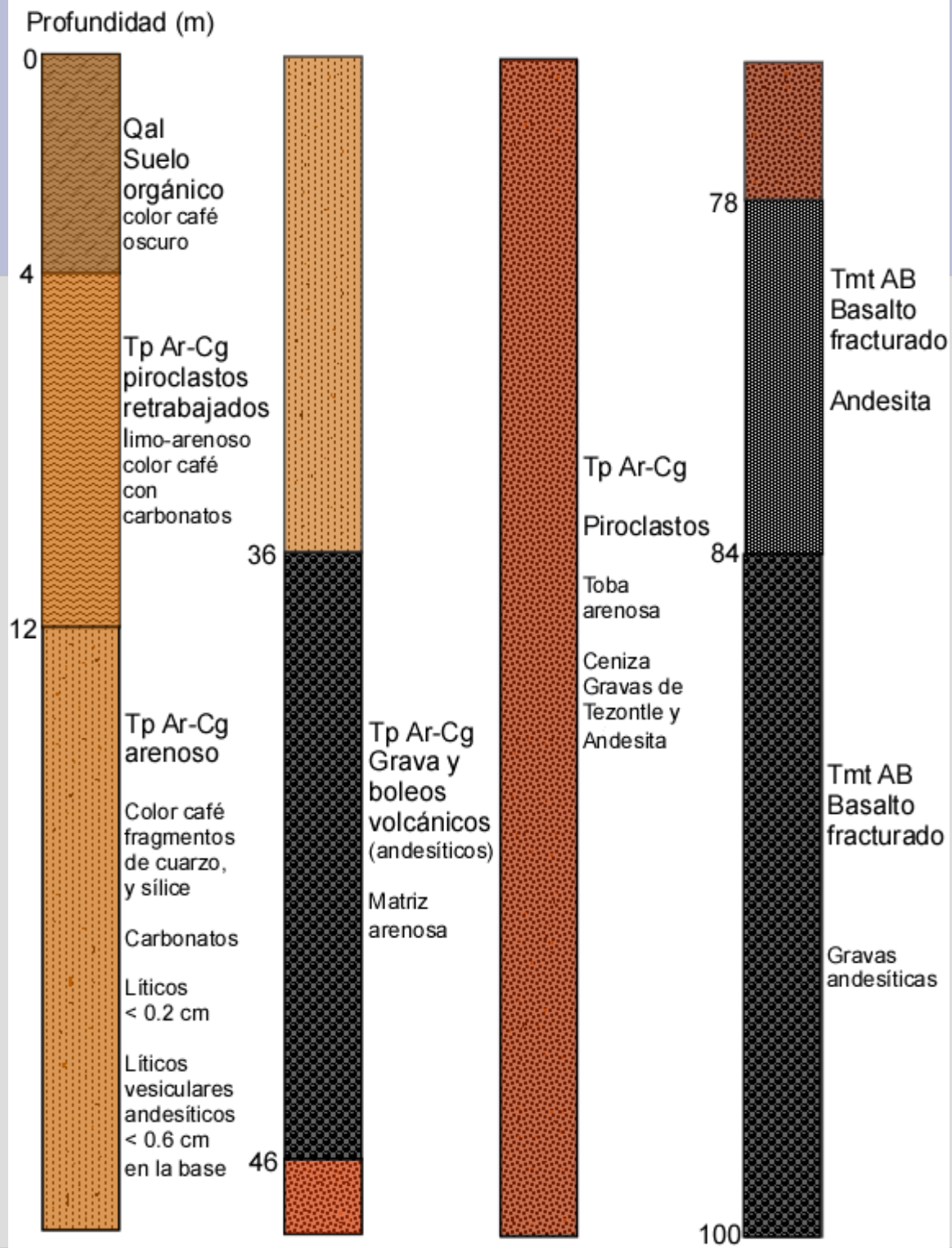


Localización de sitios perforados para pozos de absorción en la Ciudad de Querétaro. Los círculos azules muestran la localización de los pozos de extracción de agua subterránea que constituyen la base de datos utilizada para este estudio. Los triángulos rojos indican la localización de los cuatro pozos perforados: (1) Pozo La Gloria, (2) Pozo Ciudad del Sol; hacia el Sur se ubica el (3) Pozo Unidad Deportiva y hacia el SE el (4) Pozo Estadio.



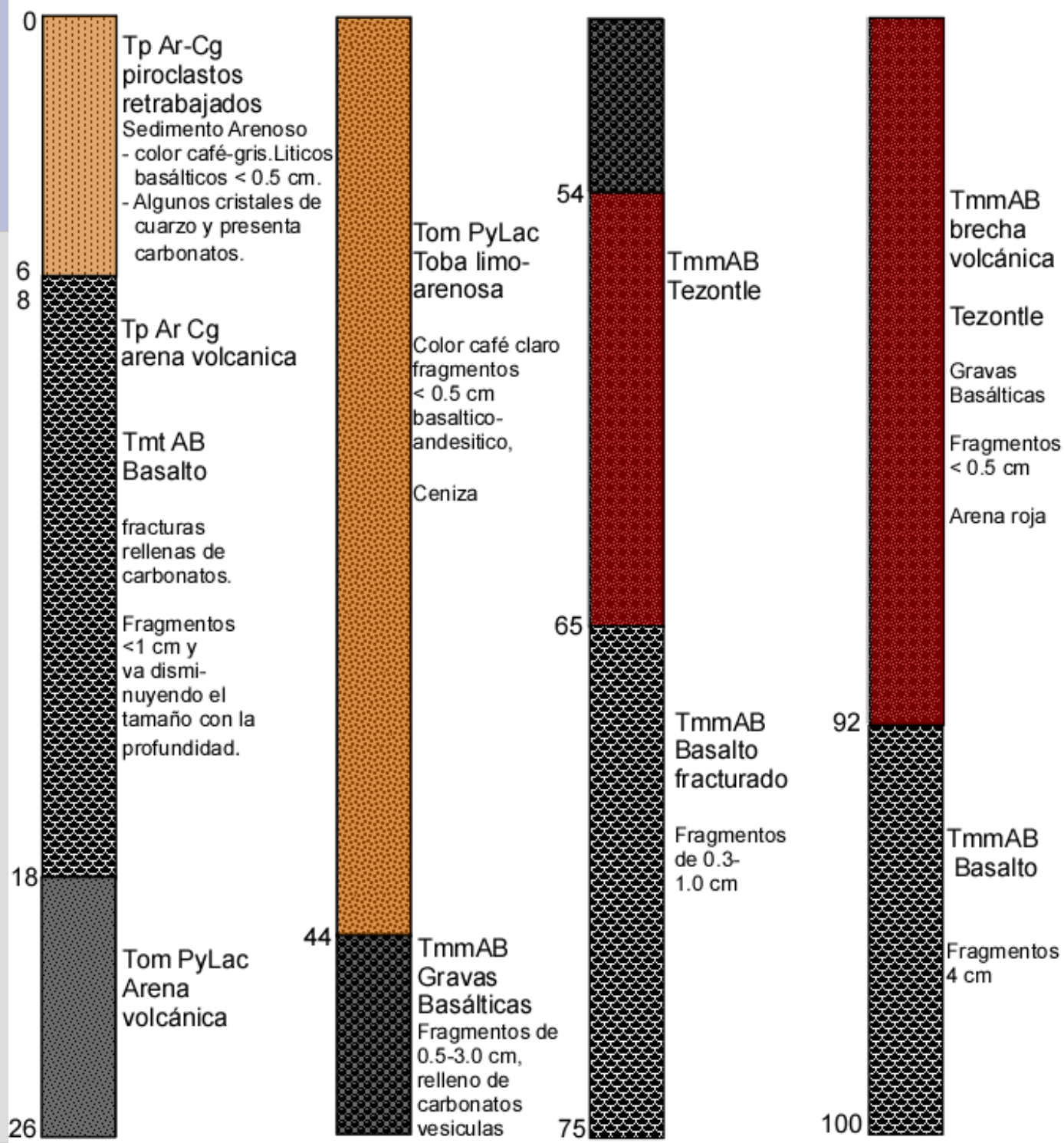


Pozo Unidad Deportiva (litología-estratigrafía)



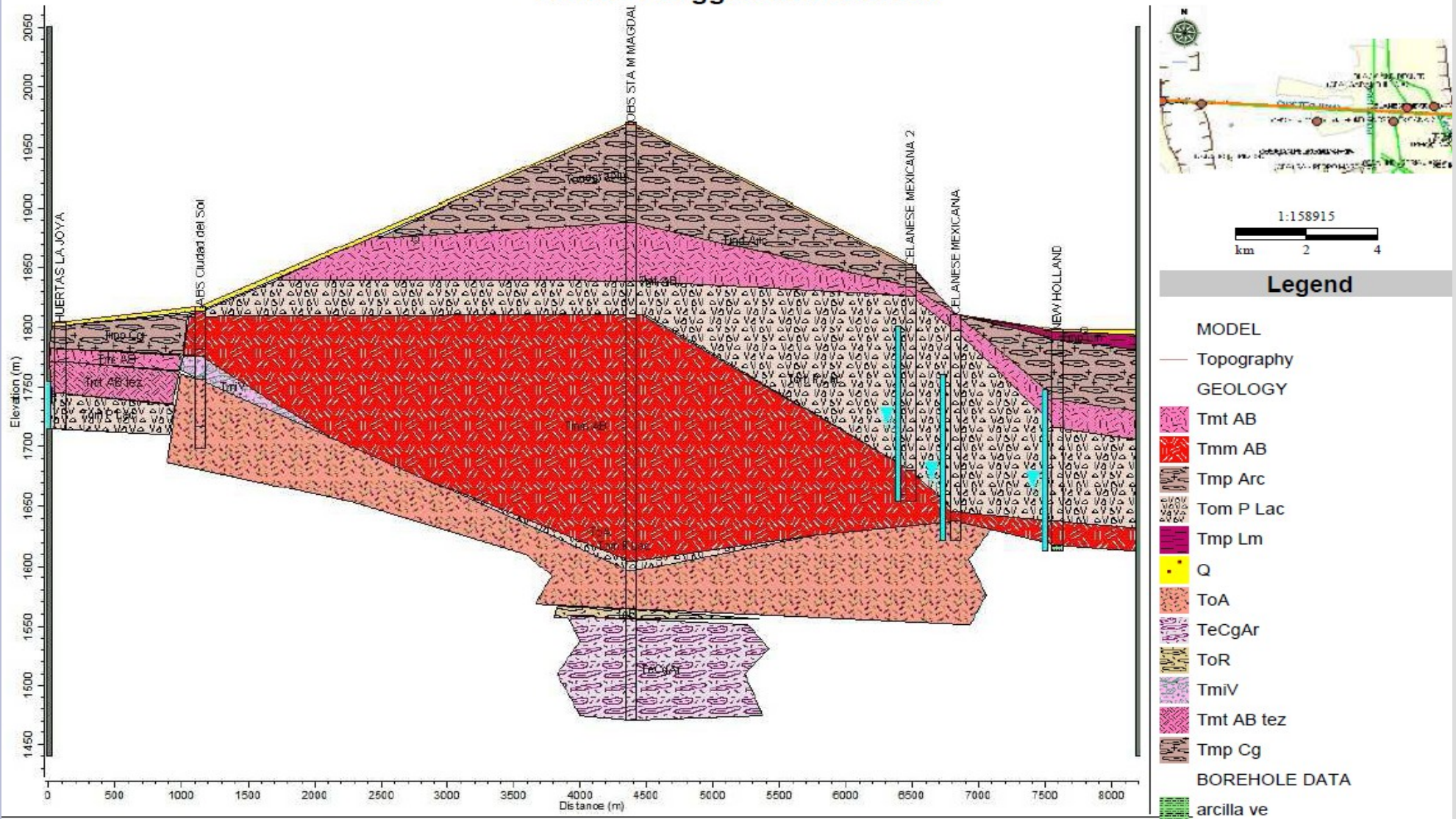
Pozo Estadio (litología-estratigrafía)

Profundidad (m)



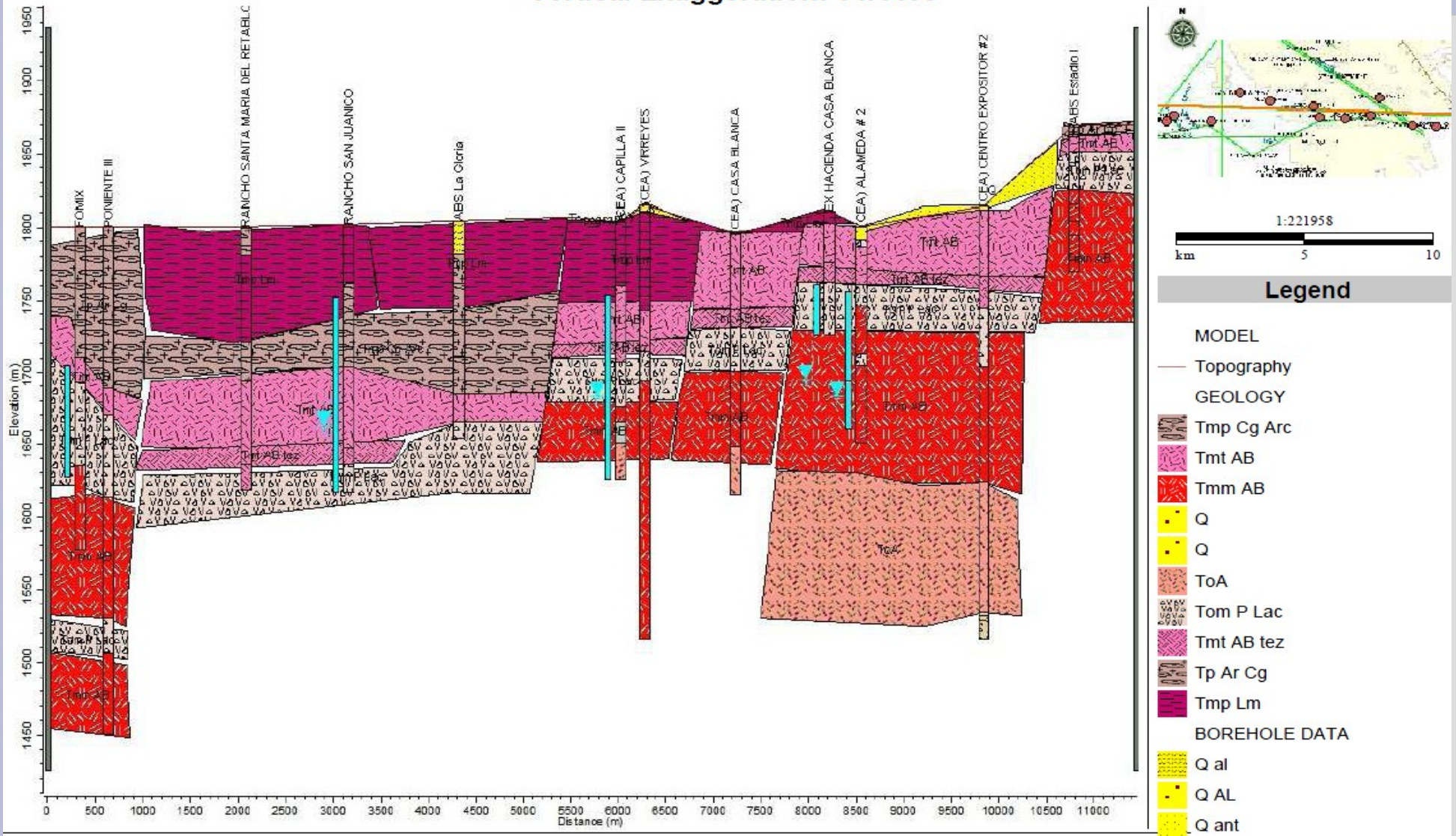
Sección geológica E-O, Norte

Cross-Section CIDETEQ Norte
Vertical Exaggeration: 8.67069



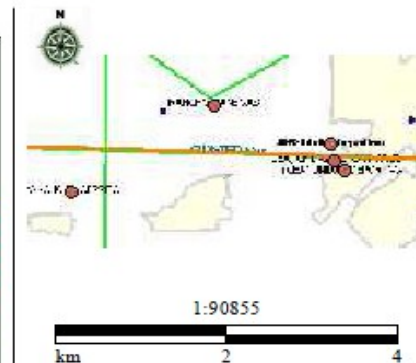
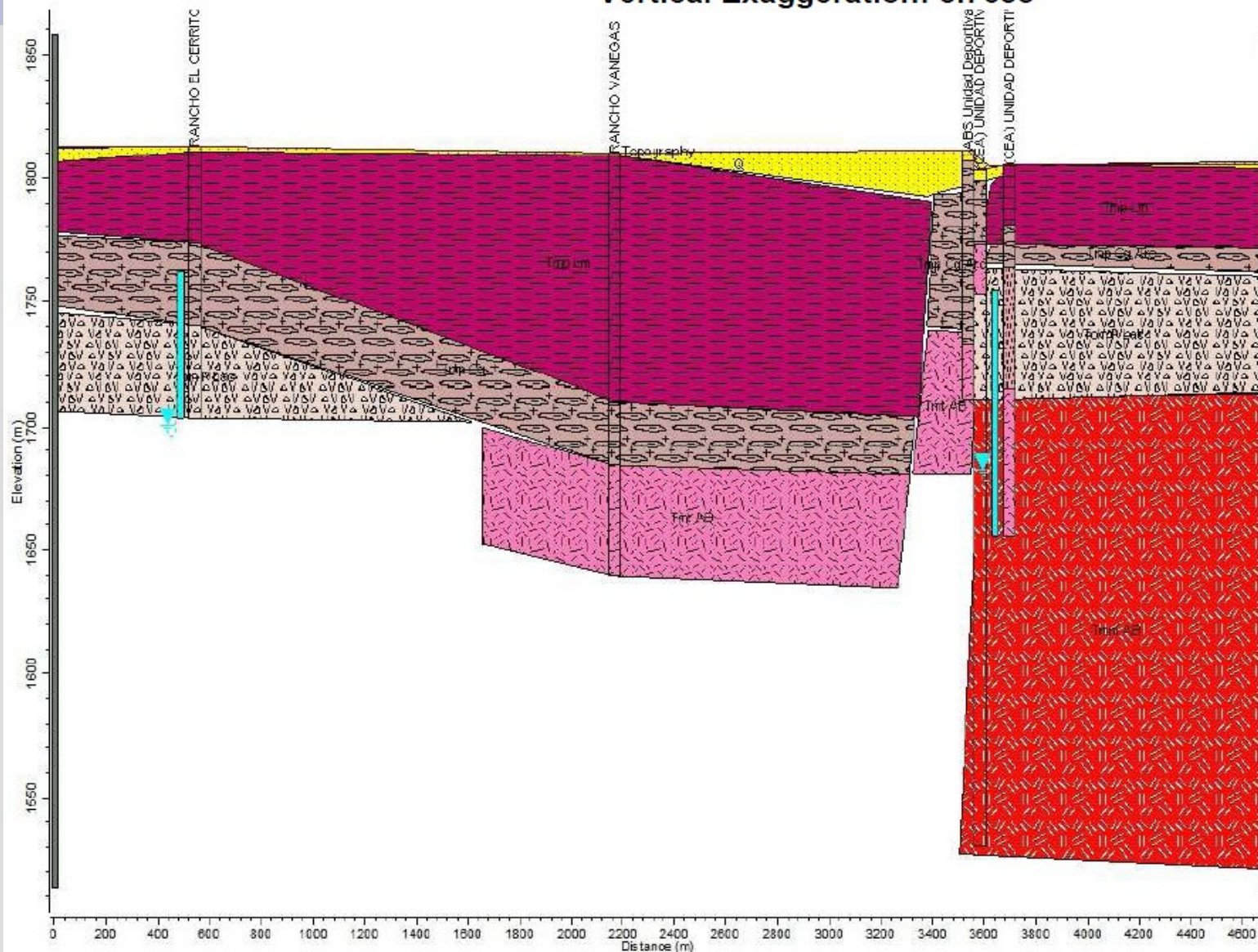
Sección Geológica E-O, Central

Cross-Section CIDETEQ Centro
Vertical Exaggeration: 14.4405



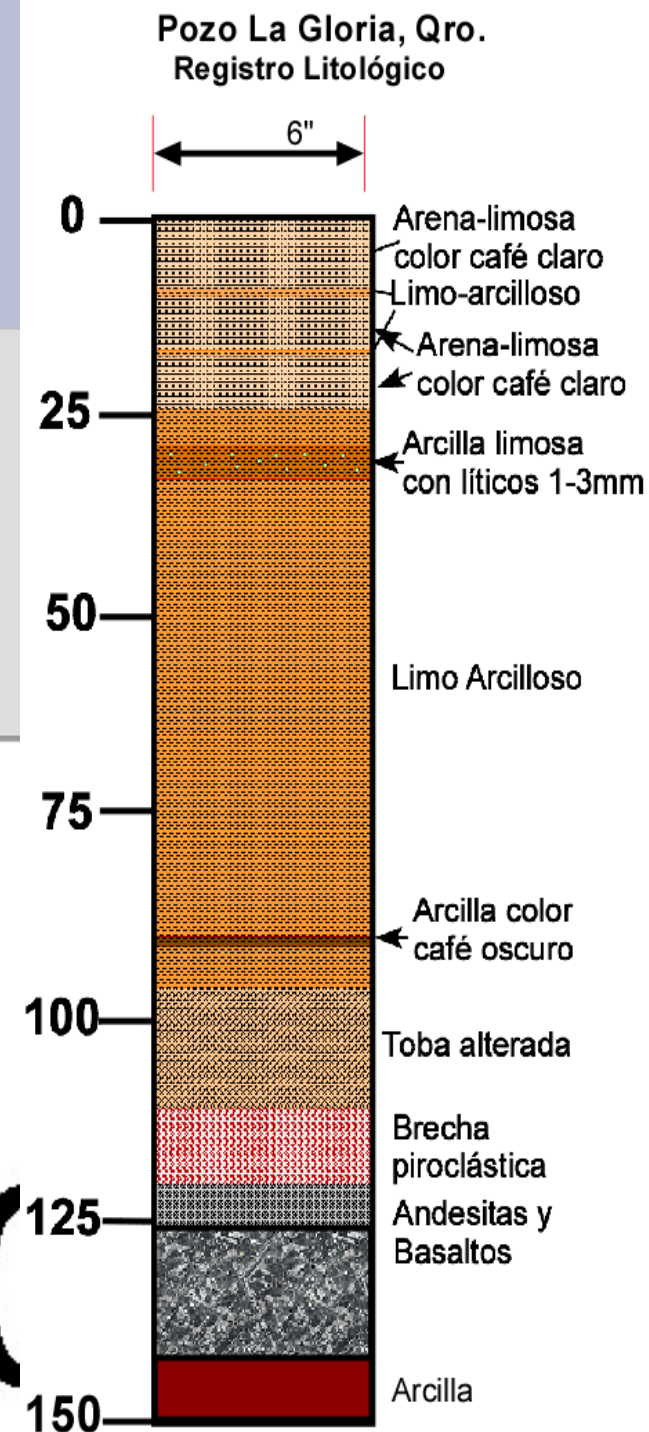
Sección geológica E-O. Sur

Cross-Section CIDETEQ Sur
Vertical Exaggeration: 8.7655



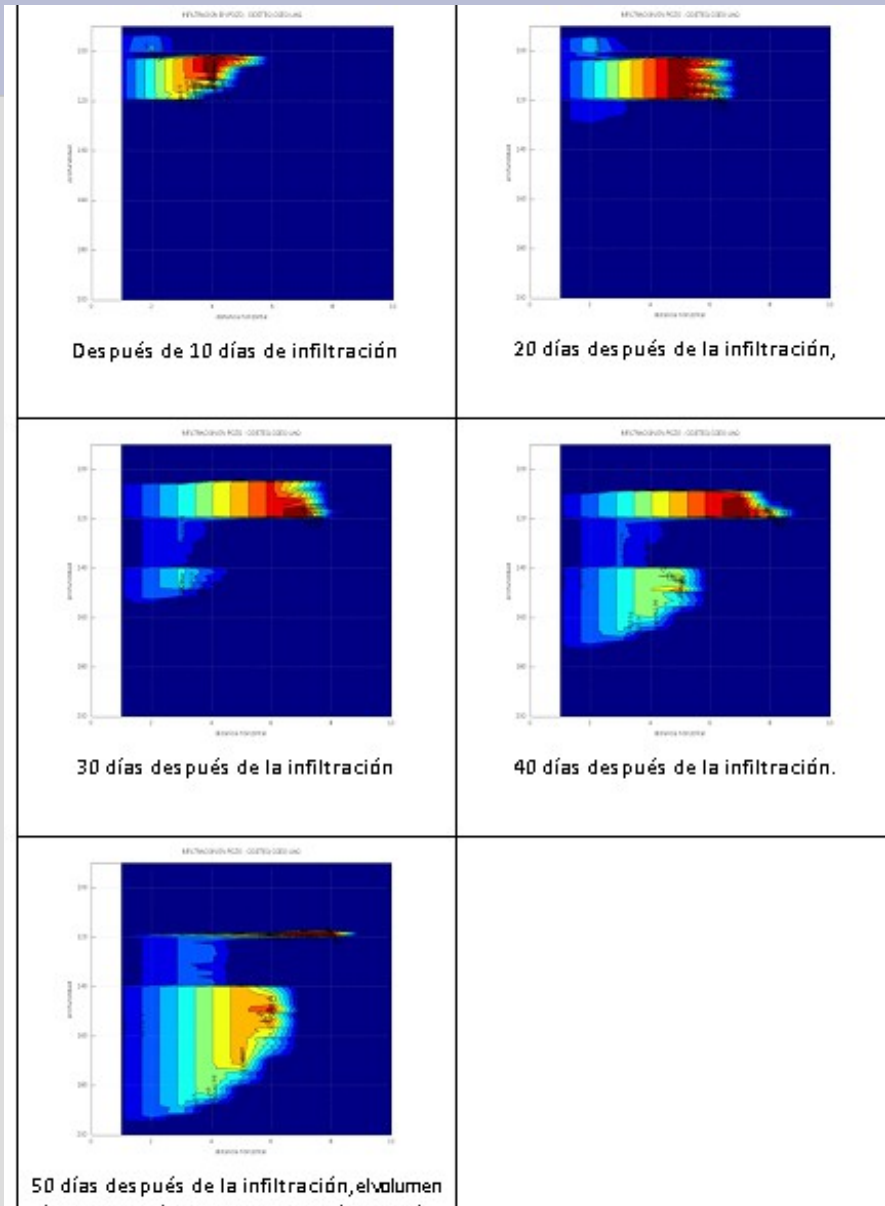
Legend

- MODEL
- Topography
- GEOLOGY
- Tmp Lm
- Tmp Cg Arc
- Tmt AB
- Tmm AB
- Q
- Q
- Tom P Lac
- Tmp Cg
- BOREHOLE DATA
- Q al
- Q AL
- Q arc ng
- Tmm AB
- Tmp Cg



100

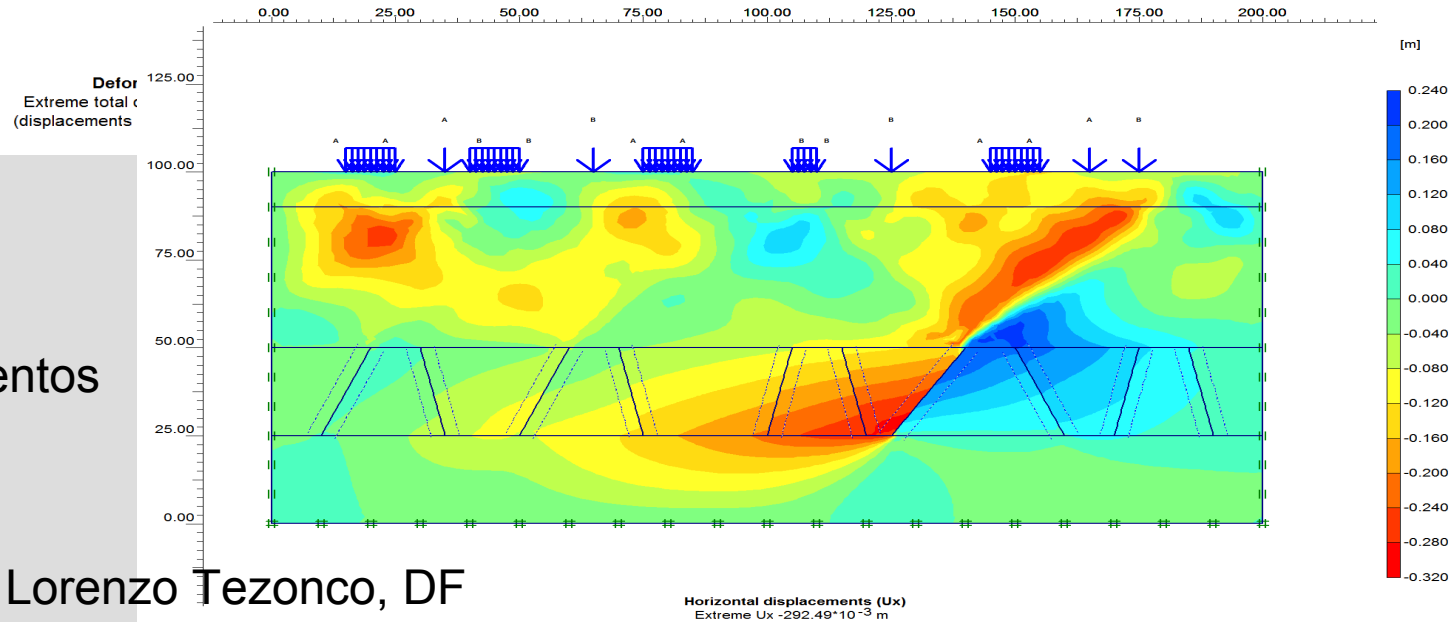
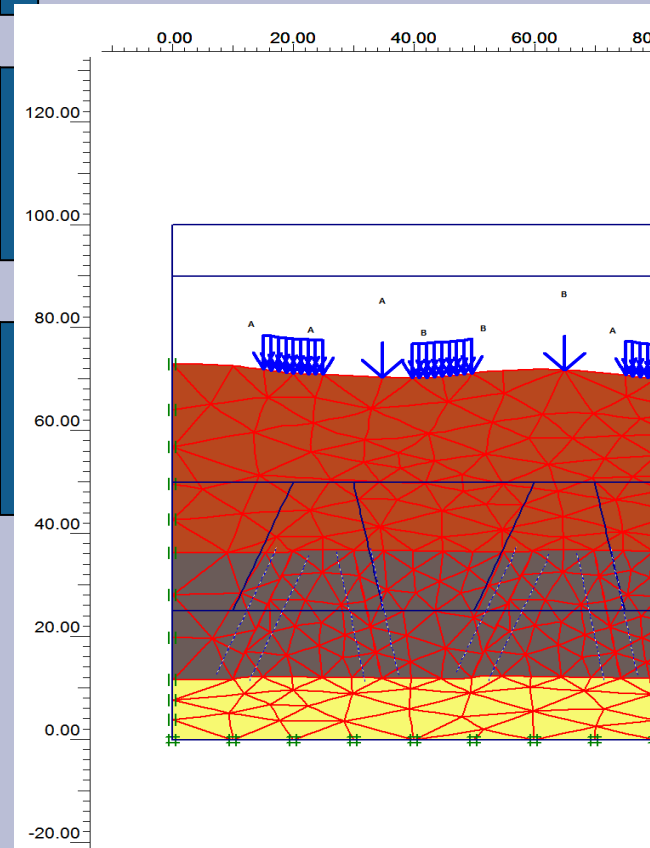
Modelado de infiltración



Se muestra la infiltración en diferentes días para el caso hipotético presentado en la figura 1, con infiltración continua (el pozo se mantiene lleno) durante 50 días de infiltración. Los diferentes colores representan el grado de saturación, el azul es 0% y el rojo 100%.

Nótese que en profundidad solo se muestra de 90 a 200 metros y hacia la izquierda de 0 a 10 m. La zona de menor porosidad esta dentro del rectángulo marcado con una línea discontinua.

ID	Name	Type	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ν [-]	E_{ref} [kN/m ²]	c_{ref} [kN/m ²]	φ [°]	ψ [°]	T-Strength [kN/m ²]	R_{inter} [-]
1	CH	Drained	15.0	18.0	0.33	1000.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.00
2	Roca	Drained	17.0	19.0	0.40	10000.0	10.0	45.0	3.0	0.0	0.50
3	SM	Drained	16.0	20.0	0.30	500.0	0.1	10.0	1.0	0.0	1.00

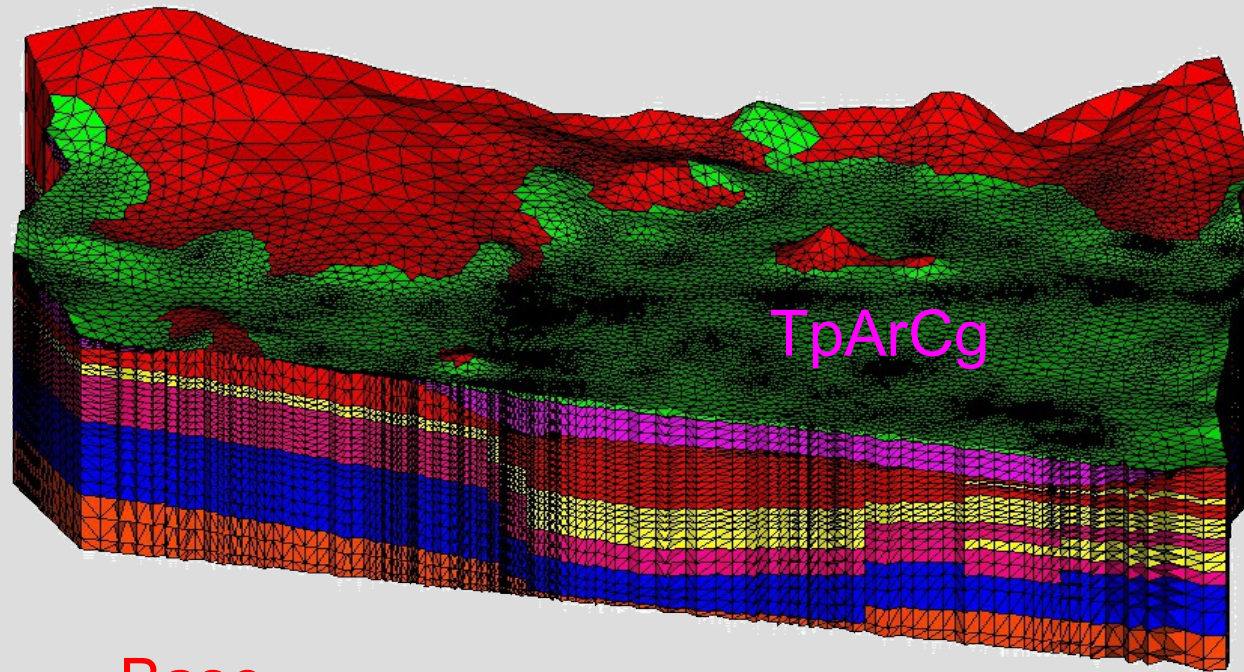


Desplazamientos

Estilo de deformación en San Lorenzo Tezonco, DF

Unidades hidroestratigráficas del AVQ

Tesis doctoral de Gil Ochoa, Algoritmo numérico de la Universidad de Padua, Italia



Quaternario

TmmAB

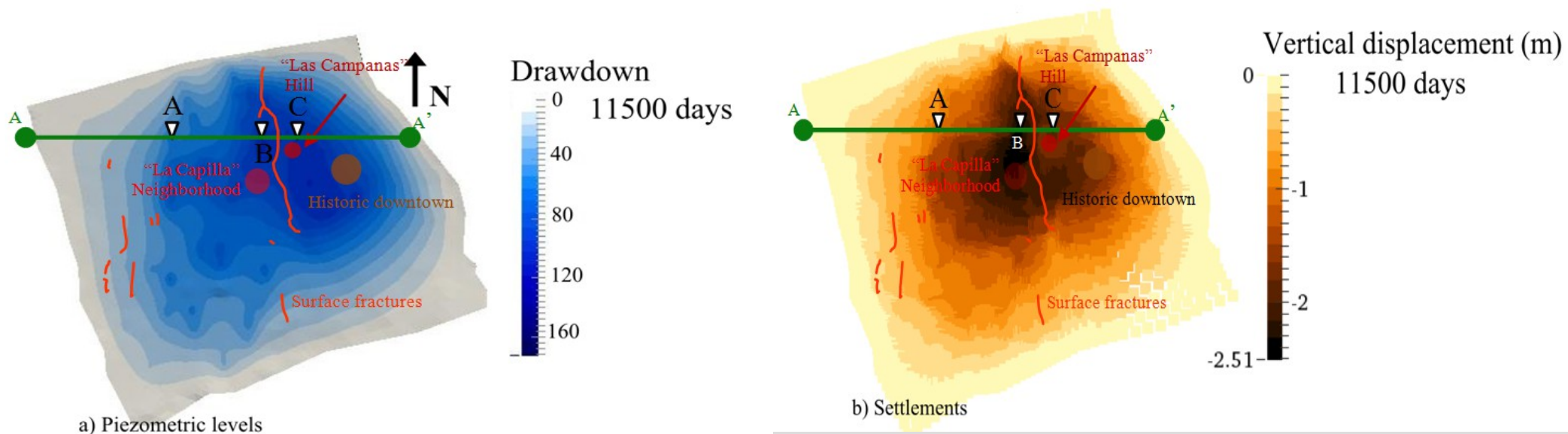
TpArCg

ToAB

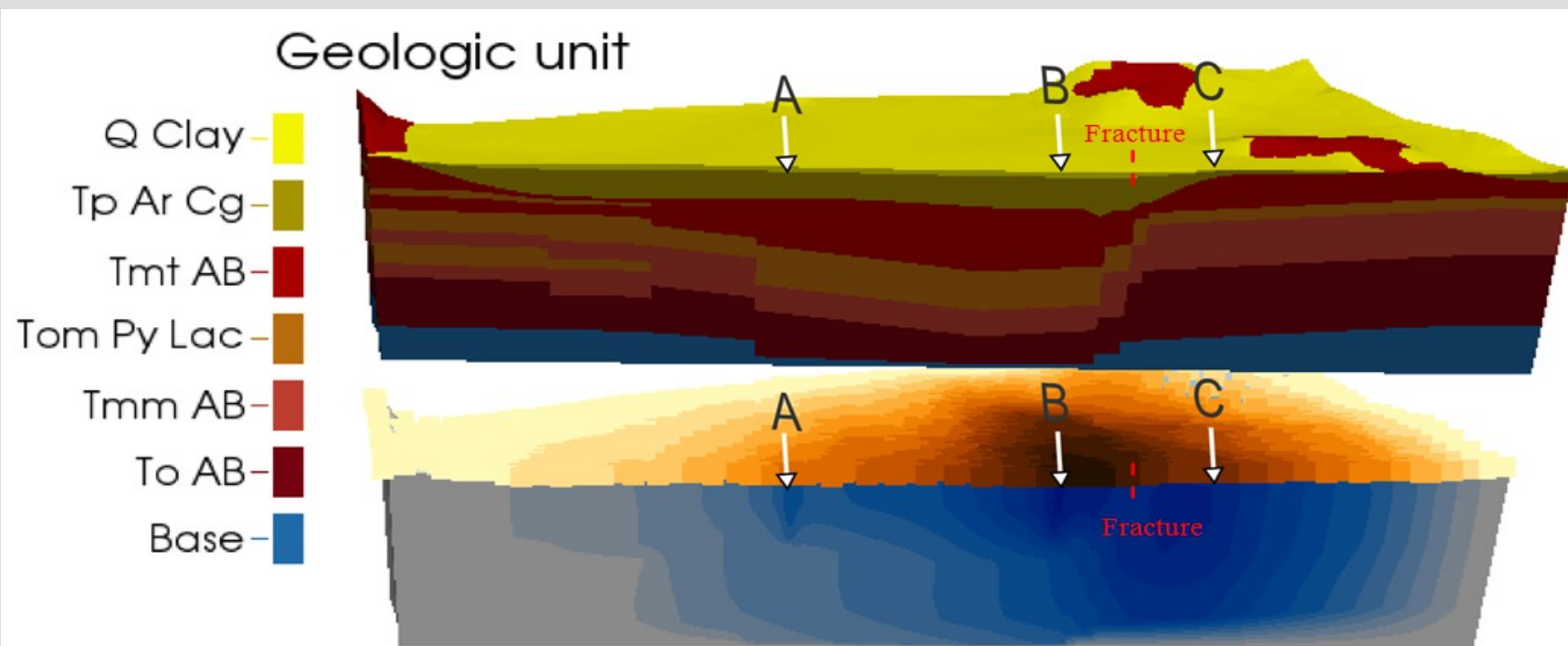
TmtAB

Tom Py
Lac

Base



Modelo de deformación y abatimiento en Querétaro



Comentarios Finales

La correlación de registros litológicos de pozos de extracción de agua es una herramienta fundamental para la realización de los modelos conceptuales de flujo y deformación en **sistemas acuíferos profundos con fallamiento en zonas volcánicas**, y son indispensables para el diseño de un sistema de recarga .

La correlación lito-estratigráfica de pozos debe estar sustentada por un trabajo detallado de **geología estructural** que permita entender las variaciones laterales en condiciones de deposición y emplazamiento de los materiales volcánicos y sedimentarios que rellenan las cuencas.

GRACIAS POR SU ATENCION

Agradezco a mis colaboradores en este proyecto:

María de la Luz Gracia Olalde, CIDETEQ

Francisco Sancén Contreras, COTAS de San Juan del Rio

Gil Ochoa González, Posgrado en Ciencias de la Tierra

Ignacio Ortiz Villaseñor, PCT, CEA Querétaro

Miguel Domínguez, Depto. de Hidráulica de la UAQ

Francisco Javier Gámez González, CONAGUA Querétaro

- Modelación de flujo de agua subterránea AVQ, 2013
- **CLIPQ** (Colección Litológica de Pozos de Investigación de Querétaro)