



---

## VI.- RESULTADOS E INTERPRETACION

### VI.1.- DISPONIBILIDAD DE DATOS.

Para la realización del presente trabajo se utilizo y reproceso información geoelectrica disponible, realizada en los últimos años en diversos estudios geofísicos en el área. (THORSA, 1991. CNA, 2004)

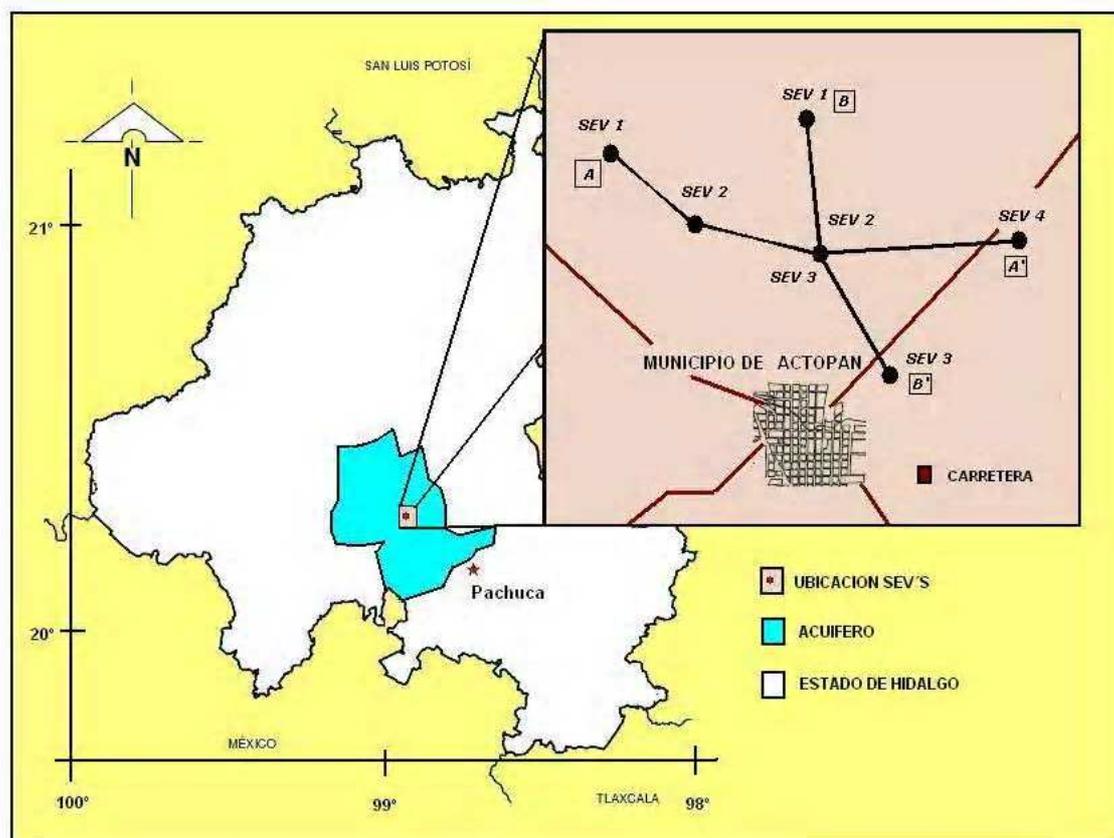
En esta etapa se recopiló la mayor información posible, de tipo geológico, hidrológico, climático y fisiográfico, que se ha hecho en la zona. (CNA, 2004. CRM, 1995. INEGI, 2000) Tal información fue obtenida tanto de estudios hidrológicos preexistentes realizados en el valle, como de estudios geológicos del Instituto de Geofísica de la UNAM y de algunos estudios geoquímicos realizados en el Instituto de Geología de la UNAM. Así como de los realizados por la gerencia de aguas subterráneas de la CONAGUA y del Distrito de Riego 03.

Así también, se utilizo información existente en los boletines hidrométricos y climatológicos complementándose la información mas reciente obtenida en la Gerencia de Aguas Superficiales y en la unidad regional ubicada en Actopan.

Con la finalidad de determinar las condiciones litológicas y características acuíferas al norte de la población de Actopan. Del estudio realizado por THORSA, 1991. se seleccionaron y reinterpretaron dos líneas eléctricas con un total de 7 sondeos eléctricos verticales en la modalidad Schlumberger con una abertura promedio máxima AB/2 de 800 m. los sondeos están ubicados en la parte central del acuífero al norte de Actopan. Una de las líneas lo cruza en dirección E-W y el otro N-S (figura 17).

Los sondeos eléctricos fueron analizados e interpretados utilizando el paquete IPI2WIN de Geoscan - M Ltd., Moscú, Rusia. (1990-2000) Este paquete computacional está diseñado para realizar la interpretación automática o semi-automática de datos de sondeos eléctricos verticales arreglo utilizado con más frecuencia en la prospección eléctrica. El algoritmo implementa el filtro de O'Neill (1975), para el cálculo de curvas

de resistividad aparente del dispositivo Schlumberger sobre medios estratificados.



**Figura 17, Ubicación de las Secciones Eléctricas en la zona de estudio (Modificado, AEH 2005).**



---

## VI.2.- UNIDADES HIDROGEOLOGICAS.

A continuación por la información geológica e hidrológica se han podido establecer las características geológicas de la región que se pueden agrupar en 3 unidades que a continuación se describen (Figura 8) (CRM, 1995).

- Un acuífero granular somero, de pocos metros, producto de la erosión de rocas persistentes, que fueron depositadas en las partes bajas.
- Un acuífero en materiales volcánicos, compuesto por intercalaciones de tobas, piroclastos y brechas.
- Un acuífero en formaciones carbonatadas

Considerando la característica granular del Grupo Pachuca estas pueden estar actuando como una forma impermeable que puede presentarse debido a esfuerzos tectónicos en la zona, falla y fractura. De esta manera esta Formación puede permitir recarga en la zona e infiltración lateral al estar en contacto con los paquetes grandes constituyentes de la Formación Atotonilco el Grande.

## VI.3.- SECCIONES ELECTRICAS

A continuación se discuten los resultados de los modelos analizados usando el paquete IPI2WIN. Se constituyen dos secciones geoeléctricas (Anexo 1 figuras A1 y A2).



---

## SECCION A-A´.

Esta sección ubicada al norte de la población de Actopan (Anexo 1 figura A1) está compuesta por cuatro Sev´s separados en un intervalo de un kilómetro (figura 17). Se observa una potente unidad de alrededor de 200 m de espesor que alcanza un máximo espesor al poniente asociada a tobas y materiales piroclásticos cuya resistividad varia entre los 11-25 ohm, y cuyo espesor presenta entre 120-210 m. Esta unidad es importante, ya que es donde se encuentra el acuífero en explotación.

Localmente la sección, presenta en el Sev 1 una formación de 5 ohm-m en a una profundidad de 30 m. que puede asociarse a materiales con mayor contenido arcilloso y que contiene agua mineralizada. A medida que el perfil se acerca hacia las estribaciones montañosas al este (el cerro Alto y el Grande) (Figura 6), se observa un incremento en el carácter resistivo de la sección especialmente en los primeros 80 m. (Sev´s 3 y 4). Posteriormente a mayor profundidad el carácter resistivo se mantiene pero en menor proporción.

Superficialmente, resalta en los primeros metros coladas de roca ígnea, e intemperizaciones mezcladas con tobas volcánicas, e incluso una intrusión detectada en el SEV 3, producto de la actividad geológica reciente de la región (Anexo 1 figura A1).

A partir de los datos de resistividad, se obtuvieron los mapas de iso-resistividad para diferentes aperturas de  $AB/2$ . En el anexo se presentan las secciones de iso-resistividad aparente para las dos secciones de sondeos. La sección de iso-resistividad obtenida (Anexo 1 figura A3) muestra que para distancias cortas de  $AB/2$  se presenta una zona resistiva en los Sev´s 3 y 4. Este carácter resistivo se observa a medida que nos acercamos a las estribaciones del cerro Alto y el Grande, al este de la



---

zona de estudio, efecto que se mantiene a medida que se incrementa nuestra profundidad de investigación. Sin embargo en el Sev 1 para una apertura de AB/2 de hasta 100 m., se presentan valores de resistividad entre 10 y 17 ohm-m, que pueden ser asociado a la formación Pachuca constituida de tobas y materiales piroclasticos constituyentes de la formación acuífera. Esta tendencia, se alarga en dirección este incrementando suavemente su carácter resistivo, tal y como se observa en la sección a la altura del Sev 3

#### SECCION B-B´.

Esta sección N-S consta de tres SEV´S, que en su parte central se intercepta con la sección A-A´.

Al igual que la sección anterior, se distingue un nuevo paquete identificado como una unidad constituida por piroclastos, tobas arenosas y afloramientos de material limo-arcilloso entre los 90 y 250 m de espesor y cuyo mayor espesor se identifica en el SEV 3. Este paquete presenta variaciones de resistividad (14 - 17 ohm-m), seguramente por la existencia de rocas volcánicas fracturadas (Anexo 1 figura A2).

El los sondeos hechos, respecto al sondeo 1 se presentan resistividades de 60  $\Omega$ -m a unos 800 m. un contraste resistivo (136  $\Omega$ -m) que pudiera ser asociado a basaltos del Grupo Pachuca.

Por otra parte, en la parte superior de la sección entre los primeros 20 m. se distinguen varias unidades constituidas por derrames volcánicos producto de la actividad volcánica perteneciente al Grupo Pachuca. También se observa una capa de baja resistividad (8  $\Omega$ -m) que puede ser correlacionado con material arcilloso (Anexo 1 figura A2).



---

Al igual que en el análisis anterior, en la sección de iso-resistividad aparente A-A', para distancias cortas de AB/2, existen valores de alta resistividad, eso permite inferir la presencia de una capa resistiva superficial, asociada a materiales basálticos, pertenecientes al grupo Pachuca (Anexo 1 figura A4). En el Sev 2 (parte central de la sección), se encuentran los valores más resistivos, observándose un adelgazamiento de esta capa resistiva, decreciendo los valores resistivos en dirección sur, donde aumenta su potencial el sistema acuífero, que presenta resistividades en el rango de 14 a 19 ohm-m. En la parte norte, la zona de interés se encuentra entre los 25 y 100 m de AB/2, de profundidad de investigación. En la parte central se reduce lateralmente esta formación. Se infiere que entre los 20 y 100 m de AB/2, se tiene la presencia de tobas y materiales piroclásticos asociados al acuífero en explotación. Cuando la apertura de AB/2 es mayor de 100 m., se observa un incremento gradual de los valores iso-resistivos.