

## CONDICIONANTES GEOMORFICOS QUE CONTROLAN LA PRESENCIA DE AGUAS FREATICAS EN LAS SIERRAS CHICAS Y SU POSPECCIÓN

*Rolando Nóbile*

*Geofísico*

### El clima de la Región

Las sierras Chicas constituyen el cordón montañoso más oriental de la Provincia Geológica Sierra Pampeanas de Córdoba y San Luis. El agua subterránea de ésta región depende del régimen climático dominante y en este caso en particular, podemos decir que responde a las características generales de la Región Pampeana Semi-árida dentro de la zona templada, con una aproximación geográfica a los subtropicales y muy marcados rasgos de continentalidad.

Las Sierras en si, pertenecen al dominio semi-seco con tendencia a semi-húmedo de montaña, al pie de monte, subdominio con déficit de agua y a tipos locales relacionados a la presencia de valles tectónicos, vientos locales, orientación del sistema montañoso, modificaciones en la vegetación natural, asoleamientos restringidos y particularidades microclimáticas relacionadas a notables bajos fríos.

La recarga hidrogeológica al subsuelo es concordante con la ocurrencia de la época de lluvias estacionales ocurrentes entre Octubre y Marzo, presentando máximos entre Diciembre y Enero con precipitaciones intensas de corta duración, como su característica notable.

Los años secos son más frecuentes que los años húmedos por lo que la zona sufre importantes problemas de sequía; esta particularidad resulta menguada y por lo tanto poco percibida por los habitantes de las ciudades y pueblos de las Sierras Chicas, por no ser una región agrícola y por la influencia atenuante que ejerce la presencia de ríos, arroyos, pantanillos y el efecto barrera del cordón montañoso, como paliativo de la semi-aridez general de la región.

## LA GEOMORFOLOGIA Y SU RELACIÓN CON LAS AGUAS FREATICAS

El condicionamiento climático no es lo único que puede relacionarse a la presencia o no de aguas subterráneas en las sierras; la hidrodinámica del escurrimiento superficial, la permeabilidad y capacidad de absorción de suelos y rocas, la retención de efluentes por parte de estructuras geológicas y vegetación y la recarga hidrogeológica al subsuelo, están íntimamente asociadas al paisaje geomorfológico entendiendo por tal, a las formas o paisaje de la tierra como consecuencia del relieve, de las litologías presentes, de la presencia o ausencia de rellenos coluvioaluviales, del clima imperante, de los efectos de la tectónica general y de la vital cubierta vegetal.

Es por todo esto que la mejor forma de discriminar, entender y explicar la presencia de los escasos acuíferos de aguas libres de nuestra Sierra Chica, es relacionar a los mismos con unidades de paisaje.

El cordón serrano es un agregado de bloques rocosos, del basamento, basculados y limitados por estructuras imbricadas relacionadas a un fracturamiento regional de carácter compresivo, que le otorgan al conjunto un perfil general asimétrico que muestra desde la divisoria de aguas hacia el oeste, un Flanco Abrupto como escarpa tectónica de una megatrayza regional de carácter inversa de alto ángulo (Falla Regional de la Sierra Chica) y un Flanco Estructural o Flanco Oriental Tendido de menor gradiente topográfico arealmente y mas extenso que el anterior.

Para el Flanco Abrupto la recarga hidrogeológica está afectada a un intenso fracturamiento general del macizo rocoso, a una mayor presencia de suelos y humedad y por lo tanto, relacionada a una mayor presencia de vegetación.

Las pendientes son importantes y el diaclasado y callamiento es tan alto (a favor de un basamento frágil compuesto por rocas plutónicas y metamórficas), que presentan una gran esquistosidad por fractura, intensa cataclasis y granulado de roca.

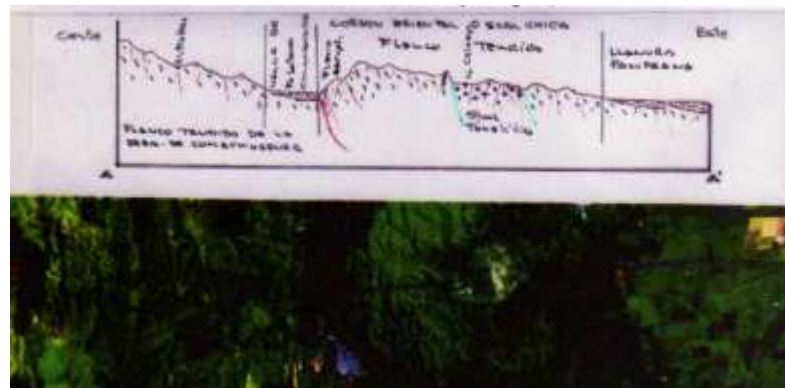
Las vertientes nacen aquí cerca del pie de monte antes de la faja complexita generada por la Falla Regional de Punilla (también la Falla de Santa Rosa o Falla Regional de la Sierra Chica) y la recarga a depósitos coluvio-aluviales y masas de roca fracturada es incentivada por los colectores principales de las quebradas.

Para el Flanco Tendido Oriental en cambio, el fracturamiento en general es mucho menor, hecho que hidrológicamente se compensa con una “potencial” mayor superficie de captación por parte de las distintas sub-cuencas himbríferas conformando de esta forma, las nacientes de los cinco ríos mas importantes que luego ingresan a la Llanura Pampeana Oriental atenuando la semi-aridez, del extenso territorio rural agrícola-ganadero de la Provincia de Córdoba (los cinco ríos de la Provincia resultan prácticamente pequeños arroyos comparados con la gran extensión de terrenos que irrigan).

Al sector de nacientes se lo puede considerar como un área de captación y recarga, mientras que al tramo intermedio como de tránsito y en general, de escasa retención y recarga (la mayoría de los cauces de aguas permanentes carecen de subálveo). En estos sectores los colectores presentan un diseño de drenaje dendrítico-angular controlado en su disposición espacial por estructuras geológicas y litologías relacionadas a intrusitos filoneanos.

En general la surgencia y recarga al subsuelo mejoran en los valles coluvio-aluviales del tramo inferior, con un sustrato rocoso altamente fracturado y alterado por falla, ocupando los sitios particularmente más bajos del Flanco Tendido en proximidad a sus depósitos aluviales de piedemento, en los valles estructurales conformados entre los estratos rojo eo-cretácicos y el faldeo rocoso plutónico-metamórfico y en los sectores donde fallas geológicas se asocian a cursos de aguas influentes.

*PERFIL TRANSVERSAL  
GENERALIZADO DE LAS  
SIERRAS CHICAS  
(Entre Santa Rosa de  
Calamuchita y San Agustín)*



## PROSPECCIONES GEOFISICAS

### MÉTODO UTILIZADO

El método Geofísico de Prospección más utilizado es el *Geoeléctrico de Resistividad* con la modalidad *Electrónica Schlumberger* y con características de *Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)*, siendo éste y para cada punto explorado: tetraelectródico, lineal y con centro de simetría en un punto (entorno al cual el subsuelo es prospectado).

La finalidad de este método es la de determinar cambios en la resistividad eléctrica del subsuelo (que medida desde la superficie, se asocia a cambios litológicos en profundidad). Como en realidad se estudian efectos en superficie de causas reales que están en profundidad, es un método indicativo “indirecto” de investigación.



Estación Geofísica



En la modalidad Schlumberger y debido a la poca separación de los electrodos dispuestos en el suelo (censores M y N), la diferencia de potencial eléctrica leída en los instrumentos se puede asociar al concepto de “Campo Eléctrico” y como tal, es un método con sólidos fundamentos físico-matemáticos que lo hacen altamente confiable en su aplicación, para la determinación de las características físico-geológicas del subsuelo.

### METODOLOGIA SCHLUMBERGER

La diferencia de potencial (Campo Eléctrico), leída entre los electrodos censores (M y N), es producida por una corriente eléctrica de naturaleza continua y conocida. Esta corriente se hace circular por el subsuelo mediante los dos electrodos emisores (A y B), a expensas de una fuente de energía eléctrica-conversor.

Para la característica SEV (Sondeo Eléctrico Vertical), la metodología es ir separando continuamente los electrodos emisores a los fines de aumentar la profundidad de la investigación y conservando siempre el eje de simetría con respecto al punto prospectado. Esta diferencia de potencial leída está asociada a los cambios litológicos del subsuelo.

En base a la corriente y diferencia de potencial leídos, se calcula la resistividad para cada punto de movida de los electrodos emisores (A y B) (Cálculo de resistividad aplicando Ley de Ohm para un medio homogéneo).

Esta resistividad inducida (que indica cambios en las propiedades y características del subsuelo), es aparente ya que es medida en superficie y no “in situ” en cada cambio litológico ocurrido en profundidad. Esta resistividad se grafica en papel cuadrulado logarítmico de módulo adecuado y en función de la separación de los electrodos emisores, se obtiene la denominada Curva de Campo de Resistividad Aparente.



Estos valores de Resistividad Aparente y los valores de la Secuencia de Separación de los electrodos A y B junto a los valores de un perfil litológico premodelado por comparación, son introducidos a un programa de computación con lo que se logra la interpretación de los SEV, consistentes en poder conocer la Potencia (espesor), la Resistividad Verdadera y la Profundidad de cada unidad geológica proyectada.



*Disposición lineal de sensores*

Los sitios seleccionados previamente con métodos de teledetección (presumiblemente más aptos para el alumbramiento de aguas subterráneas), se pueden caracterizar de esta forma estableciendo entre otros aspectos: los espesores de los sedimentos existentes, la profundidad del basamento cristalino y su estado de agregación, la cota altimétrica del nivel estático, la potencia del cuerpo receptor y la metodología de captación a efectuar mas conveniente.

## CONCEPTOS FINALES

Muchos son los factores que controlan la presencia de acuíferos de aguas libres en nuestro cordón serrano. Se trata de aguas freáticas semi-confinadas o de aguas libres (en contacto con la atmósfera y a poca profundidad en general), que conforman un medio altamente sensible a contaminarse tanto biológica como químicamente y cuyos efectos, pueden inhabilitar la capacidad de uso de este recurso en forma permanente (la naturaleza sólo se autorregula en miles de años)

Los agentes naturales que controlan la presencia de estos acuíferos, son fundamentalmente los relacionados a condiciones de tipo geomorfológicos muy sensibles. Por eso resulta de alto interés que la ciudadanía y autoridades tomen rápida conciencia de la escasez de este vital recurso (y se tomen medidas de urgencia en el corto y mediano plazo), a los fines de elaborar pautas de preservación sustentadas en cartas orgánicas que conformen una política de estado regulatoria común a todas las poblaciones de las Sierras Chicas.

Actualmente existen algunas normativas similares en muchos Municipios serranos y en especial, una excelente propuesta lograda gracias a la gestión del Sr. Carlos Orlich y técnicos y profesionales asociados, en un magnífico Proyecto que induce a declarar a los faldeos de las Sierras Chicas como Reservas Hidrológicas. Lo cual significa limitar el uso indebido del suelo en pos de cuidar los reservorios freáticos, condicionando el accionar humano a prácticas menos agresivas hacia los frágiles ambientes que nos rodean, siempre tan susceptibles a contaminarse por causas naturales y/o antrópicas.