

ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS . ETAPA II

CONVENIO CFI - PROVINCIA DE ENTRE RIOS

Participantes :

DIRECCION PROVINCIAL DE HIDRAULICA

Director : Ing. Carlos Victor

Realización del trabajo :

Geóloga María E.Santi

Técnico Héctor Casa

Coordinación:

Geólogo José a. Sanguinetti (Contratado por el CFI)

PROVINCIA DE ENTRE RIOS

ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS - ETAPA II - Año 1998

Contenido del Informe Final

- * Resumen del Informe Final
- 1. Objetivos y Fundamentaciones de la Etapa II
- 2. El recurso a estudiar
- 3. Marco social y económico de la zona
- 4. Marco físico de la zona
 - 4.1. Climatología
 - 4.2. Geología
 - 4.2.1. El subsuelo profundo
 - 4.2.2. Las estructuras geológicas
 - 4.2.2.1 Relaciones de las estructuras geológicas con las principales formaciones acuíferas
- 5. Características de los acuíferos de interés . La parte cuspidal de la columna sedimentaria.
 - 5.1 Sedimentología y Estratigrafía
 - 5.1.1. Acuífero Superficial

6.3.2 Cotas Piezométricas

6.3.3 Temperatura

6.3.4 Conductividad

6.3.5 PH

7. Hidroquímica . Calidad del agua para Consumo y Riego.

**Análisis de Resultados de Laboratorio (se acompañan
planillas de laboratorio)**

7.1 Conductividad

7.2 Residuo Seco

7.3 Dureza Total

7.8 Alcalinidad

7.9 Cloruros

7.10 Sulfatos

7.11 Conclusiones de la calidad del agua para consumo.

7.12 Recomendaciones para el consumo humano.

7.13 Clasificación del agua para riego (se acompañan
9 Gráficos)

7.14 Resultados de la interpretación estadística de datos

- 9.3 Zona Rural en Montoya Sur
- 9.4 Departamento Rosario del Tala
- 9.5 Departamento Diamante
- 9.6 Departamento Paraná
- 9.7 Conclusiones y recomendaciones

10) Conclusiones y recomendaciones de la Etapa II

11) Detalle de la planimetría intercalada en el texto(base digital CAD y copias en papel)

- 1) Plano General con indicación de perforaciones relevadas
- 2) Plano con indicación de perforaciones relevadas, profundidades del agua, cota nivel piezométrico, clasificación del agua para riego y valores del "residuo sólido".
- 3) Plano "Altimetría de la Zona de Estudio" con indicación de las perforaciones antecedentes utilizadas para la reconstrucción de la estratigrafía.
- 4) Perfiles Geológicos
- 5) Plano de Espesores de la cubierta de los acuíferos Fm Ituzaingó y Fm Paraná.
- 6) Plano de Lineaciones Tectónicas

* Resumen del INFORME FINAL

La Etapa II del Estudio de Aguas Subterráneas en Entre Ríos se realizó sobre una región de 10.000 km² (Hojas IGM 3360 -3 /4/5/9/10/11) que incluye la mayor parte de los departamentos Nogoyá y Rosario del Tala, en menor superficie el departamento Diamante, la zona alta del departamento Victoria (fuera del valle aluvial del río Paraná) y una franja de la parte norte del departamento Gualeguay.

Lo acuíferos estudiados son los de mayor uso actual y potencial en la región y corresponden a las formaciones geológicas **Paraná e Ituzaingó** ubicadas en el rango hipsométrico de 37 /-30 (IGM, metros sobre el nivel del mar). También se ha relevado un "**acuífero superficial**" utilizado para provisión de agua a pequeña escala. Se hace mención a un "**acuífero profundo**" ("**aguas termales**") cuyo estudio no fué incluido en el presente trabajo, atendiendo a sus particulares características y utilización.

Las **características geológicas** de la región han sido descriptas en base a la información antecedente y sustentadas en experiencias personales de los autores de este trabajo. Las relaciones supuestas entre las principales formaciones acuíferas (*Ituzaingó y Paraná*) con los caudales y calidades de agua han quedado relativizadas después de este estudio. De todas formas, mejorar el conocimiento del marco geológico seguirá siendo necesario para futuros análisis de datos y demarcación de áreas hidrogeológicas.

Como parte de la información antecedente se ha incluido perfiles estratigráficos basados en perforaciones existentes,

Se ensayaron 16 perforaciones distribuídas a lo largo de la zona estudiada y ubicados en las poblaciones y en zonas rurales. Se han determinado los "**caudales característicos**" del acuífero principal que permiten disponer de un dato básico para la producción y consumo. Los aforos realizados brindan información de caudales explotables y permiten hacer comparaciones de rendimientos para puntos alejados y correlaciones con las formaciones geológicas.

Las visitas a las localidades ha permitido a los integrantes del grupo participante tomar contacto con los problemas de suministro de agua para sus distintos usos y hacer Las pertinentes recomendaciones , expresadas en el capítulo final de este Informe.

1.) OBJETIVOS Y FUNDAMENTACIONES DE LA ETAPA II

EL convenio entre el CFI y la Provincia de Entre Ríos, a través de su Dirección de Hidráulica, permitirá la continuidad de anteriores etapas de relevamientos del recurso hídrico subterráneo en una región de la provincia particularmente afectada por adversas condiciones climáticas y tradicionalmente con un alto potencial productivo agrícola ganadero.

La etapa anterior(I) realizada durante 1995 logró una caracterización general, prácticamente de toda la mitad norte de la provincia . Previo a ésto , el único antecedente de trabajos sistemáticos para la evaluación del recurso hídrico subterráneo fueron también realizados por la Dirección de Hidráulica (1980 / 82) y abarcaron el sector nor-oriental de la provincia y también las zonas correspondientes a las hojas IGM 1:100.000 de Bovril, Villaguay, San Salvador y Jubileo (1985) donde se midieron niveles y se realizaron análisis físico

Los efectos de las sequías de los últimos años sobre la zona finalmente elegida dieron suficientes fundamentos para ser seleccionada . Su delimitación coincidente con 6 Hojas IGM E : 1:100.000 (Crespo, Don Cristobal, Rosario del Tala, Victoria, Nogoyá y Mansilla) es a los efectos de dar un marco geométrico para el ordenamiento los resultados , su digitalización y poder compatibilizarlos y unificarlos con los resultados de otras zonas (1era Etapa).

Sobre la oportunidad de haber elegido esta zona viene al caso transcribir conceptos formulados por el Director de Obras Sanitarias de Entre Ríos :

La prolongada sequía operada en el último año ha puesto en crisis los sistemas de abastecimiento de agua potable en numerosas poblaciones , escuelas, comisarías y centros de salud dispersos en la geografía provincial.

*Esta situación se verifica fundamentalmente en los departamentos **Nogoyá, Tala, Villaguay, La Paz, Feliciano** y*

Por otra parte y en forma concomitante a la situación descripta la Repartición ha efectuado numerosos relevamientos , para confeccionar los proyectos de perforaciones para el Programa de Ayuda Social para Agua Potable y Saneamiento (PASPAYs) a través de cual se construyen sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones aisladas de menos de 500 habitantes, donde se ha detectado un importante abatimiento de de las napas freáticas, historicamente aptas, aún en épocas de sequía, con la consecuente inutilización de los pozos existentes.

Asimismo y producto de dicho trabajo pudo detectarse una intensa salinización en otros, siempre referidos a acuíferos que suministraron agua potable desde que se conocen.

Producto de ello la repartición ha tenido que asistir a numerosas poblaciones y escuelas realizando perforaciones nuevas a mayor profundidad (ejemplos : Don Cristobal 1ro, Chiqueros, Laurencena Crucecitas 3ra Crucecitas 7ma Crucecitas 8va en

de 12 km y en breve habrá que ejecuta uno en San Victor (Departamento Feliciano).

Estamos en conocimiento que esta sequía además de éste perjuicio ha originado pérdidas importantes en el sector agropecuario (cosechas, pasturas, etc) y que a través de distintos sectores interesados en el recurso agua, se está impulsado por un lado la LEY DE AGUAS, como asimismo un emprendimiento de canales de riego, para el centro - norte de la provincia.

Creemos firmemente que este emprendimiento debe ser de uso múltiple es decir que no solo tenga un fin productivo sino también que el mismo pueda proveer de agua dulce en condiciones de ser tratada para abastecer a numerosas poblaciones como Las descriptas que no pueden seguir condicionando supervivencia al azar climatológico.

Por otras parte este emprendimiento junto a la Ley de Aguas debieran permitirnos preservar los acuíferos que serán la

potenciales ventajas. Esto ha derivado en una más intensa actividad de estudios de fuentes y perforaciones pudiendo contabilizarse no menos de 12 perforaciones distribuídas en la zona de estudio realizados durante los últimos meses.

**** La Ley Provincial de Aguas**

Debe hacerse mención también para completar el marco referencial a esta Etapa II de Estudio de Aguas Subterráneas el tratamiento de la **Ley Provincial de Aguas** cuyo texto definitivo se encuentra en tratamiento de comisiones bicamerales de la Legislatura Provincial y de cuyo contenido puede interpretarse lo siguiente:

*Implica una futura **Autoridad de Aplicación** que podrá otorgar permisos y concesiones para el aprovechamiento de las aguas del dominio público, decidir sobre su procedencia, definir los caudales a utilizar y obras hidráulicas necesarias, decidir sobre servidumbres, sobre los tiempos y caducidades de las concesiones ,etc, etc.*

En otras palabras todos los caudales, cualquiera sea su origen y ubicación se considera de uso común, estando obligado el propietario del terreno donde se presenta el recurso a facilitar su aprovechamiento por propietarios linderos y también por aquellos que no lo son y que no tengan otra posibilidad más razonable de contar con el mismo.

Las aguas del dominio privado son solamente utilizables para el uso doméstico y abrevado de hacienda y solamente en el caso de un curso superficial que nazca y muera dentro de un fundo cabría la definición del dominio privado , pudiendo el propietario hacer libre uso de sus aguas.

En el caso de una perforación que capte aguas subterráneas el propietario del campo tiene el derecho exclusivo para su consumo doméstico y abrevado del ganado y el caudal restante estará regulado por la ley y podría ser derivado a otro fundo ó para otro aprovechamiento.

Es también conocido el hecho de la bajante en los niveles de aguas subterráneas y menores caudales explotables en la zona arrocerá.

En definitiva, existiría una situación que, sin llegar a ser crítica, está poniendo en peligro el pleno y normal aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas, con algunas consecuencias negativas ya comprobadas.

Sin dudas un mejor y sistematizado conocimiento de nuestro recurso hídrico subterráneo propenderá a una mejor aplicación de lo que la ley estipule, dando los fundamentos técnicos para dirimir conflictos y avanzar en definitiva en su racional aprovechamiento.

Inmediatamente debajo de esta cubierta se presentan formaciones arenosas que constituyen el principal acuífero a estudiar (Formaciones Ituzaingó y Paraná) el cual está sujeto a una intensa explotación.

A su vez , la cubierta superficial contiene en sus primeros metros y en coincidencia con limos loéssicos, **un nivel productivo de bajos caudales** pero aprovechado por numerosos puestos, escuelas y para abrevado del ganado.

Estas dos condiciones hidrogeológicas son la que están sujetas al inventario actual .

**** El acuífero profundo (" AGUAS TERMALES")**

Una tercera situación a mencionar es la existencia de un acuífero profundo cuya evaluación no está al alcance de este Estudio. Se trata de las denominadas "aguas termales" cuyas

Concepción del Uruguay, con posibilidades de que otras localidades también lo hagan (Cerrito, Villaguay, La Paz y posiblemente otras).

La exploración y captación de éste acuífero - **sin intervención de los organismos específicos y a solo cuenta y riesgo de los municipios** - ha arrojado resultados aleatorios y hasta frustrantes (salvo las perforaciones de Federación y Concordia).

Debe tenerse en cuenta que este acuífero profundo, de gran producción en el sector nor-oriental de la provincia y de aún no comprobada extensión a otras regiones de la misma, conforma , junto con el acuífero estudiado en este Proyecto (1era y 2da Etapa), los principales recursos hídricos subterráneos de Entre Ríos , resultando razonable que una futura regulación de Las aguas subterráneas deberá ser aplicable a ambos .

3) EL MARCO SOCIAL y ECONOMICO DE LA ZONA

De igual forma, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (**INTA**) y la Subsecretaria de Asuntos Agrarios de la Provincia a través de sus publicaciones integrantes de la **"Carta de Suelos de la República Argentina "** y que se editan por cada Departamento, brindan una detallada descripción de los recursos naturales, la climatología, el uso actual de la tierra, recomendaciones para el manejo y estadísticas sobre la producción agropecuaria.

Otros organismos que concentran información de base son la Dirección Provincial de Estadística y las distintas áreas y dependencias del Ministerio de la Producción de Entre Ríos .

Los datos relevantes y que se recojan a los largo de las tareas de este estudio serán expresados en las próximas entregas.

Por el momento se hace una sucinta referencia de los Departamentos con mayor extensión dentro de la zona de estudio observándose que:

del Uruguay, Gualeguaychú y Gualeguay tienen proporciones mínimas en el contorno del área estudiada.

* La mayor concentración de ciudades y pueblos coinciden con las principales rutas (Nacional 12 y Provinciales 11 y 39) .

* La parte norte y central de la zona (Hojas Don Cristobal y R. del Tala) es la menos poblada y con menor desarrollo agrícola. La parte sur de la zona (Hojas Victoria, Nogoyá y Mansilla) posee los establecimientos agrícola - ganaderos más importantes y de mayor extensión y por el momento puede considerarse la de mayor producción.

La zona en estudio será cruzada - en su parte media - por las rutas del **Mercosur** que utilicen el **Viaducto Rosario - Victoria** y según las previsiones, tendrá un gran impacto sobre la misma. Para estos temas hay estudios, también realizados a través del **CFI** , obrantes en la **Dirección de Planeamiento Territorial de la Provincia** (Programa de Ordenamiento Urbano en

*** Breves referencias de cada departamento:**

DEPARTAMENTO NOGOYA : la población total del departamento (Censo 91) es de 37.230 habitantes de los cuales 22.900 residen en la ciudad cabecera (Nogoyá). Actividades principales: industria láctea (planta de Nestlé - hoy cerrada -), agricultura con fuerte participación de cooperativas (trigo, soja, lino, maíz), plantas de secado de arroz y ganadería. Recientemente se han comenzado en un establecimiento el riego a partir de aguas subterráneas.

La provisión de agua potable a la ciudad de Nogoyá se hace con 7 perforaciones con profundidades entre 45 y 60 metros y que indican un cota piezométrica de 17,80.

El promedio de extracción es de 9.000 m³ / día.

DEPARTAMENTO ROSARIO DEL TALA : la población total del departamento (Censo 91) es de 24.244 habitantes de los cuales 12.500 residen en la ciudad cabecera. Actividades principales:

DEPARTAMENTO DIAMANTE: la población del departamento es de 39.186 habitantes (D. de Estadística y Censos, 1990). La ciudad cabecera tiene 14.520 habitantes. Otras ciudades dentro de la zona de este Estudio son General Ramirez con 6.678 h y Villa Libertador con 4.418 h .

La ciudad cabecera utiliza perforaciones para su abastecimiento de agua potable no existiendo toma directa del río Paraná.

La principal actividad del departamento es la agrícola , con parte de la superficie dedicada a la ganadería (generalmente tambo y en menor proporción cría, recria e invernada). El sector Centro - Sur es trabajado por empresas netamente agrícolas con cultivos de trigo, soja, maíz y girasol. Se observan cada vez más campos sistematizados, como respuesta a los altos niveles de erosión de los suelos . En el sector Este predominan establecimientos de superficies pequeñas (50 ha) con uso

(trigo, lino, maíz, avena, cebada, soja, remolacha azucarera).
El área de mayor producción es la nor-este que forma parte de la zona de producción más importante de la Provincia.

En las zonas fuera del valle aluvial hay un predominio de tierra con destino pastoril para invernada (69,4%) por sobre la dedicada a la agricultura (14,2%). La densidad de explotación es baja , con escasa tecnificación e industrialización.

Las previsiones del impacto del Viaducto Rosario - Victoria indican que habrá un incremento superior al 100% de la superficie sembrada y de más de un 130 % de la producción total.

La población del departamento (Censo 1991) es de 30.225 habitantes de los cuales 25.521 residen en áreas urbanas.

4.) EL MARCO FISICO DE LA ZONA

4.1 Clima

Los aspectos climáticos, fitogeográficos y los balances hídricos ya han sido suficientemente expresados en el **Informe Final de la Primera Etapa** cubriendo todo el territorio provincial .

Agregamos en este Informe Final datos de estaciones meteorológicas controladas por la Dirección de Hidráulica dentro de la zona de estudio de la presente Etapa .

Información detallada puede consultarse en Las mencioandas publicaciones del INTA.

A título referencial se transcribe lo expresado para el Dpto Diamante respecto al balance hidrológico (diferencia entre la cantidad de precipitación y la pérdida por evapotranspiración):

4.2 GEOLOGIA

Las formaciones geológicas presentes en el territorio provincial han sido descriptas en el Informe de la Etapa I, por lo cual solamente se hará referencia a la zona incluída en esta 2da Etapa.

4.2.1 El subsuelo profundo

Dentro de zona existen dos perforaciones profundas : en **Pueblito** (Hoja Don Cristobal)) realizada por **YPF** en los años 60-61 que alcanza el zócalo cristalino a la profundidad de 2.020 metros y en **Ramirez** (Hoja Crespo) realizada por el **Servicio Geológico Nacional** en los años 40 que alcanza el techo de los Basaltos de Serra Geral a los 700 m. La cota del techo del basalto es coincidente en las dos perforaciones .

del basalto a los 450m, apoyándose esta formación directamente sobre el cristalino.

Considerando la perforación de **Nogoyá** , ubicada en el centro de la zona en estudio, la columna sedimentaria está conformada por potencias de 750 metros infrayacentes al basalto y 700 m sobreyaciendo al mismo. No se dispone aún de datos en relación a posibles intercalaciones areniscosas con las coladas basálticas que podrían ser de interés en relación a acuíferos profundos (actualmente explotados como "aguas termales") mencionadas en el Punto 2. Las formaciones presentes entre el basalto y el zócalo cristalino y de acuerdo a las someras descripciones disponibles no corresponderían a formaciones aptas para contener acuíferos, predominando litofacies de granulometrías muy finas.

Algo similar ocurre en el tramo de columna sedimentaria suprayacente a los basaltos también con predominio de texturas finas y formaciones del Terciario Medio y Superior.

4.2.2. Las estructuras geológicas

Poco se ha avanzado en las últimas 3 décadas sobre el conocimiento de las estructuras geológicas del territorio entrerriano.

Rafael Cordini, en su trabajo sobre las posibilidades mineras de Entre Ríos (hecho en 1947) , es el primero en sugerir la disposición en bloques cuyos límites quedarían expresados por las configuraciones rectilíneas y paralelas de los principales cursos interiores (en la zona en estudio : el río Gualeguay y los arroyos Clé y Nogoyá y fuera de la misma el río Gualeguaychú y tramos de los ríos Paraná y Uruguay).

Esta conformación en bloques la adoptan también los autores **Padula - Mingran** (**YPF**, 1969).

Más actualmente y con el advenimiento de las imágenes satelitales (a partir de 1972) los "**rasgos lineales**" y su

presentaría en el sector **centro - norte de la provincia** y podría ser de interés en el caso de los acuíferos profundos ("**aguas termales**") explotados actualmente en la provincia. No se conoce material gráfico sobre esta posible estructura.

Una lineación principal expresada en el **Mapa Geológico Argentino**, cruza la zona en estudio con rumbo NW SE , indicándose un labio hundido hacia el NE, según interpretación originada en las perforaciones de Gualeguay y Pueblito (Nogoyá) donde el techo del zócalo cristalino desciende de 700 m de profundidad hasta 2.020 metros respectivamente. Esta lineación principal pareciera estar influyendo en un cambio de la pendiente en el tramo inferior del río Uruguay marcando el paso de un delta interior hacia un estuario (a la altura de la ciudad de Gualeguaychú) así como en la inflexión del río Paraná a la altura de la capital de la provincia.

Respecto a las expresiones de la tectónica **a nivel del techo del basalto y transparentadas en la cubierta moderna**, puede

Debe mencionarse también las interpretaciones de rasgos lineales en regiones próximas (Sur de Provincia de Santa Fe) indicadas originalmente por la **Pierina Passotti (Univ. Nacional de Rosario)** y con un neto control sobre la red de drenaje superficial.

Todos los rasgos mencionado son evidentes en imágenes satelitales **pero no hay ninguna evidencia de campo que constate desplazamientos sobre el tramo superior de la columna sedimentaria.**

Las interpretaciones publicadas de YPF, que incluyen perforaciones profundas en Entre Ríos, Santa Fe y en la ROU indican que el control tectónico sobre el desarrollo de la columna sedimentaria ha sido de influencia **solamente en las formaciones infrabasálticas** , no indicándose resaltos tectónicos en el techo de los basaltos de la formación **Serra Geral.**

Igualmente, estudios y mediciones detalladas realizadas en la margen izquierda del río Parana (barrancas) con columna aflorante desde el Mioceno no detectaron rasgos tectónicos (desplazamientos, fracturas , microestructuras, etc) a nivel del techo del acuífero que nos ocupa (Formación Ituzaingó).

4.2.2.1 Posibles relaciones de las estructuras con las principales formaciones acuíferas (Fm Paraná y Fm Ituzaingó)

En lo que puede llegar a ser una evidencia que se contrapone a los conceptos expresados más arriba, se ha constatado una pendiente del techo de la formación Ituzaingó desde la latitud de la ciudad de Paraná hacia el norte registrándose la menor cota en el Arroyo Feliciano con 7 a 10 metros por debajo de sus partes más altas (cota 40 IGM).

El arroyo Feliciano corresponde a un notable rasgo lineal de

directo interés para el estudio de aguas subterráneas que nos ocupa.

En base a este hecho se asume , como hipótesis de trabajo , que la disposición de los cursos del **Guauguay, Clé y Nogoyá** están efectivamente indicando una compartimentación en bloques con influencia en el desarrollo de la (las) formaciones acuíferas : las pendientes estructurales de los bloques pueden haber determinado controles sobre el mayor o menor desarrollo de la sedimentación fluvial durante el plio -pleistoceno (actuales acuíferos) situación esta de suma importancia para una caracterización regional del recurso hídrico subterráneo.

Por otra parte la información antecedente indica, que en coincidencias con esos cursos se presentan granulometrías más gruesas y mayores caudales subterráneos.

Sobre la otra formación acuífera presente en la zona en estudio (**Formación Paraná**) existen algunos indicios señalando

desembocadura del **Arroyo Antonio Tomas**) ubicándose todas estas localidades - a las que se suma la ciudad de **Paraná** - en proximidad ó sobre rasgos lineales y muestran pronunciadas inflexiones de hasta 90 grados del curso del río (El Cerro y Bajada Grande).

5. Características de las formaciones acuíferas de interés .

Las cotas máximas de la superficie del terreno en la zona a estudiar superan los 110 snm (IGM). En la localidad de **Camps** se ubica el punto más alto de toda la provincia (119 m).

Ituzaingó (Plio-pleistoceno) ubicados entre cotas (IGM) 40 y - 30.

Existe también un acuífero "**superficial**" emplazado en la base del Holoceno y en **sedimentos loésicos** que pueden alcanzar una potencia máxima entre 15 y 20 metros, apoyados sobre las arcillas de la Formación Hernandarias (o equivalentes).El rango hipsométrico del "acuífero superficial" es muy variable (encontrándose desde cota 100 a cota 50), acompañando la superficie del relieve regional y emplazándose a pocos metros de profundidad. Este acuífero si bién aporta caudales mínimos (centenares de litros/ hora) tiene su importancia ya que es aprovechado por la mayoría de los puestos y pequeños establecimientos rurales, escuelas rurales y para abrevado.

Volviendo a las Formaciones **Paraná e Ituzaingó**, ambas han sido descriptas en los informes de la **Etapa I**. La particularidad es que para la zona de estudio de la **Etapa II**, su superficie estaría compartida en términos equivalentes por las dos

período caracterizado por un clima árido que **"niveló"** el techo de ambas formaciones en el **pleistoceno temprano**. Aguas arriba de la ciudad Paraná , la formación homónima alcanza solamente en un punto (**El Cerro**) la **cota 37**, estando en los otros sitios mencionados coincidente con el pelo de agua del río, siendo dominio en todo ese tramo de la Formación Ituzaingó. Desde la ciudad de **Paraná y hacia aguas abajo**, la Fm Paraná se presenta con su techo alrededor de cota 37 y es posible observarla en forma continua hasta **Rincón del Nogoyá** .En este tramo, la **Formación Ituzaingó no aparece**, al menos aflorante ó próxima a la margen del río.

El contacto lateral entre ambas formaciones pasaría diagonalmente por la zona de estudio, marcando dos regiones donde era de esperar distintas condiciones hidrogeológicas, lo cual **no pudo comprobarse en los resultados de éste trabajo**.

El contacto de **Ituzaingó con Paraná** es erosivo y discordante y algunas perforaciones probablemente hayan cortado ambas

Corresponde a un loess , "limo loéssico" ó "limo loessoide" de acuerdo a la clasificación de distintos autores. Puede superar los 10 m de potencia (según comprobaciones de campo en el camino de acceso a Diamante). Las zonas topográficamente más altas han sido originadas por mayores depósitos de estos suelos. Su edad es del Holoceno. La estructura es masiva y son abundantes las concreciones de carbonatos de calcio en su base.

La porosidad y permeabilidad inherente a estos sedimentos y su posición sobreyaciendo a arcillas muy impermeables (Fm Hernandarias) favorece la acumulación de agua en su base . Determinaciones mediante el método de "pozo barrenado" arrojaron **valores de conductividad hidráulica entre 0,21 y 1,83 m/día, con una media de 0,70 m/día (E. Diaz ,1994 Santa Elena, ER).**

Al menos en toda la franja oriental de la provincia, la presencia de niveles saturados en la base de estos sedimentos es constante cuando se dan condiciones morfológicas favorables para el entrampamiento del agua.

Es el acuífero más conocido y explotado en toda la región , incluyendo las provincias vecinas . No existen antecedentes de afloramientos en la zona de éste estudio .

Esta formación es netamente arenosa y de origen fluvial con una edad asignada al Plio - pleistoceno. En su parte cuspidal (entre cotas 32 y 37) presenta mantos arcillosos y areno-arcillosos de colores grises y de hasta 3 metros de potencia. Las arenas son de granulometría media , por lo general no cementadas, de tonos ocres y con estructuras sedimentarias diagonales o entrecruzadas según estratos de varios decímetros de potencia. Son comunes grandes estructuras lentiformes (de más de 100 m en un corte transversal y espesores de más 7 metros) compuestas por finas intercalaciones de capas de limos y arenas, dispuestas en cuñas fuertemente inclinadas (éstas estructuras las hemos asociado a rellenos de paleocauces). Ocasionalmente se presentan niveles de cementación muy fuerte de varios decímetros de espesor controlados por las estructuras sedimentarias y que dan origen a areniscas. La sustancia cementante son carbonatos (siempre en proximidades del techo)

potencia son comunes y distribuídos en toda la columna de la formación.

Puede estimarse que no menos de un 70 % de esta formación está compuesta por arenas limpias de granulometría media. No se han observado gravas en las secciones aflorantes (barrancas del río Paraná y afluentes) pero **sí hay descripciones de materiales gruesos en numerosas perforaciones ubicadas en proximidades de los cauces del río Gualeguay y arroyo Nogoyá.**

Como hipótesis de trabajo y basado en la información antecedente se asume la presencia de paleocauces donde la sedimentación de Fm Ituzaingó ha correspondido a un ambiente de mayor energía despositando gravas y arenas gruesas. Estos paleocauces se corresponderían con los principales cursos actuales (**Gualeguay, Cle y Nogoyá**).

El pase de Fm Ituzaingó a Fm Paraná es de difícil identificación: desde la ciudad de Paraná hasta la Paz se lo ha

es posible por los niveles fosilíferos ó por cambios en la granulometría de las arenas que son más finas en Fm Paraná y de tonos más claros y que también pueden presentarse ligeramente cementadas. Otra guía de identificación son los tonos amarillentos y ocres , característicos de la Fm Ituzaingó y en los tonos verdosos oscuros y hasta azulados en las intercalaciones arcillosas de Fm Paraná.

5.1.3) Formación Paraná

Asignada a un ambiente **litoral marino y de edad miocena** esta unidad estratigráfica es, junto a Fm Ituzaingó, de máxima importancia en el comportamiento hidrogeológico de la zona de estudio.

Como se ha expresado más arriba, el techo de esta formación se presenta a similares cotas que el de Fm Ituzaingó, alcanzando 37 msnm en las barrancas de la ciudad de Diamante, muy próximas al borde oeste del área de estudio.

por arenas arcillosas de tonos verdosos y localizadamente (Aldea Brasilera) por bolsones de "las arenas silíceas" con un bajísimo contenido de óxidos , limos y arcillas.

Volviendo a Diamante , por arriba del manto arcilloso y hasta la **cota 37** se presenta un paquete integrado por finas intercalaciones (milimétricas) de **arenas y limos** (en forma subordinada niveles de arenas puras) culminando en un horizonte de **cementaciones y tabicados calcáreos entre cotas 32 y 37** con una matrix arenosa. Este paquete sobrepuesto al manto de arcilla conforma un comprobado acuífero con descarga en el talud de barranca (J.A.Sanguinetti, Anteproyecto de Estabilización de Barrancas en Diamante, SUCCE ,1995).

Coincidente con **cota 10 y hacia profundidad predominan arenas finas a muy finas** , algo cementadas, con niveles fosilíferos e intercalaciones de algunos decímetros de arcillas oscuras, características que alcanzarían cotas de -20 a -30 sndm, según datos de perforaciones disponibles .

El cambio más notable e importante está registrado alrededor de las mencionadas cotas (-20 / -30 msnm) donde las arenas pasan a estratos de limolitas y arcilitas, rojizas, con yeso, etc.

Una de las principales referencias de la columna descripta es **la perforación de Ramirez** . Un dato interesante de ésta perforación (realizada entre 1945 y 1950) es la presencia de un importante nivel acuífero entre cotas **-90 -116 msnm** con buenos caudales pero altamente mineralizado y del cual no existen referencias de ser explotado. **Este acuífero no corresponde a ninguno de los hasta aquí descriptos o mencionados.**

5.1.4) Otros posibles niveles acuíferos

La denominada **Formación Alvear** que sobreyace a Ituzaingó corresponde un horizonte de tosca calcárea precipitado en los

Otra situación es la posible presencia de **niveles arenosos** (de origen eólico) intercalados en la **arcillas de Fm Hernandarias** ("cubierta acuicluda") las cuales se han detectado en la localidad homónima , en condiciones de saturación y con espesores de 0,50 hasta 1,00 m. No puede descartarse, en especial en la zona de mayor potencia de la Fm Hernandarias (Hoja Crespo), la presencia de intercalaciones similares que puedan conformar acuíferos menores .

aaa

7.14 Resultados de la Interpolación Automática de Datos

Hidroquímicos

La interpolación se realizó mediante módulos del programa Idrisi y sobre aquellos sectores donde la distribución de muestras era suficientemente homogénea para que los resultados pudieran expresar una posible vinculación con las condiciones del subsuelo (estratigrafía) .

Los pozos existentes en la región relevada presentan agrupamientos que delimitan zonas de aprovechamiento con neto predominio del acuífero superior o del acuífero inferior, lo cual está condicionado por la topografía (como queda expresado en el mapa de espesores de la cubierta acuícluda). Resultado de esta situación es que no existe una distribución homogénea de perforaciones de ambos acuíferos cubriendo toda la región relevada.

La interpolación automática no pretendía un resultado

evidencias, salvo el anión Sulfato que pareciera estar vinculado con la formación Paraná.

La partición en sectores en las láminas que se presentan responde a la mencionada distribución de perforaciones en uno u otro acuífero. En Las zonas en blanco la densidad de muestras no era adecuada para el procesamiento.

10. Conclusiones y Recomendaciones de la Etapa II

A pesar de ser las aguas subterráneas un recurso vital para el abastecimiento de poblaciones, riego, uso industrial y abrevado, los únicos **inventarios organizados** disponibles para el usuario se restringen a los documentos producidos a través del **ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS ETAPA I (CFI - Dirección de Hidráulica, 1993/94) y la actual ETAPA II (CFI - Dirección de Hidráulica, 1998).**

Si bién existen antecedentes de antiguas perforaciones con minuciosa descripción de la estratigrafía e hidráulica estas son muy contadas, mientras que la mayoría de las perforaciones para agua existentes en el territorio provincial (miles) no tienen ninguna descripción , tanto de sus parámetros geológicos como hidráulicos e hidroquímicos. Esta realidad, acentuada por las actuales circunstancias reseñadas en el Punto 1 de este Informe, resalta la importancia y perentoria necesidad de

Como conclusiones en aspectos específicos del relevamiento realizado se pueden mencionar los siguientes:

- * En la región relevada en ésta Etapa se aprovechan dos fuentes que hemos denominado "acuífero superior "(primer nivel) y "acuífero" (segundo nivel).

- * El "primer nivel" es utilizado con mínimos caudales y actuales y potenciales problemas de contaminación bacteriológica. Desde el punto de vista hidráulico tiene una permeabilidad baja y su potencialidad está restringida al uso doméstico y abrevado.

- * El "segundo nivel " emplazado en las formaciones geológicas terciarias Ituzaingó y Paraná es objeto del mayor uso siendo la única fuente para poblaciones (incluyendo las más importantes) , para riego y para uso industrial.

- * El "segundo nivel" arrojó caudales característicos para la

* Mejores calidades de agua y mayores caudales están relacionados a sectores geológicamente definidos como "paleocauces" coincidentes con los cursos del Arroyo Nogoyá, Arroyo Clé y Río Gualaguay.

* Problemas de disminución de caudales del "segundo nivel" estarían dados por el emplazamiento de los filtros en el **techo del acuífero**, situación que podría resolverse con perforaciones más profundas.

* Los análisis hidroquímicos muestran que tanto para el primer nivel como para el segundo nivel **la calidad del agua desde el punto de vista físico - químico es buena y potable**. La excepción en la zona la constituye un sector ubicado entre Las localidades de Lucas Gonzales, El Pueblito y la ciudad de Maciá debido a los altos índices de salinidad y dureza.

* **La calidad del agua para riego** de acuerdo a clasificaciones utilizadas caen en la categoría de "**calidad media**" para la

región, pero su explotación es menor en las áreas más altas. Esta realidad responde a factores técnico - económicos vinculados a las profundidades de las perforaciones y no a la existencia del agua.

* Es necesario puntualizar que el presente Estudio se ha basado en las perforaciones existentes y en la accesibilidad a las mismas, habiendo quedado una distribución de toma de datos no homogénea para ambos niveles, expresado en la interpolación de datos hidroquímicos e hidrológicos.

* Independientemente de eventuales nuevas solicitudes del organismo provincial (Dirección de Hidráulica) de continuar este tipo de relevamiento cubriendo el resto del territorio provincial y para esta zona en particular, atendiendo a los problemas de suministro de agua y utilización cada vez más intensiva para riego artificial, sería de suma importancia realizar perforaciones de estudio y posterior utilidad para explotación en un número (tentativo) de seis, que permitan acrecentar conocimientos acerca de los parámetros geológicos