

46963

" ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS
AREA PILOTO II " EL COLORADO "

SANTIAGO DEL ESTERO, Diciembre 1986.-

AUTORIDADES:

COMITE DE GOBIERNO

Sr. GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

Dr. Carlos Arturo JUAREZ

Sr. SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Ing. Juan José CIACERA

COMITE TECNICO:

Sr. REPRESENTANTE DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

Ing. Antonio LOPEZ CASANEGRA

Sr. REPRESENTANTE ALTERNO DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

Lic. Pedro Jorge FERRERA

Sr. REPRESENTANTE DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Ing. Eduardo TEVEZ

Sr. REPRESENTANTE ALTERNO DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Lic. Rubén DAFFINOTI

JEFE EJECUTIVO

Ggo. Arnaldo Sergio TENCHINI

PERSONAL TECNICO

EQUIPO DE RECURSOS NATURALES

Jefe: Téc. Roberto Guillermo LELL

Téc. Juan Martín THIR

Téc. Jorge Esteban SABAINI KING

Sra. María Cristina RIZO PATRON

EQUIPO DE ECONOMIA Y PRODUCCION

Jefe: Ing. Luís Julio FERNANDEZ

EQUIPO DE INGENIERIA

Jefe: Ing. Jorge Alberto BOCCANERA

Ing. Oscar Enrique BILBAO

Sra. Ana María FLORES de BUXEDA

Sr. Horacio José ROJO

Sr. Renato NAVARRO

PERSONAL ADMINISTRATIVO

Oficial Administrativa: Sra. Nélida ROSALES de CAMAÑO

Secretaria : Sra. Lila Beatriz PATIÑO

Maestranza : Sra. Nora SALVATIERRA

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada por la Dirección General de Geología y Minería de la Provincia de Santiago del Estero, a través del acuerdo de cooperación técnica entre ambas instituciones.

- * Secretaría de Planeamiento y Desarrollo.
- * Administración Provincial de Recursos Hídricos.
- * Dirección General de Agricultura y Ganadería.
- * Laboratorio de Saneamiento Ambiental

Responsables del Trabajo:

Roberto Guillermo LELL

Luis Fernández

Jorge Boccanera

INDICE

1. OBJETIVOS.
2. METODOLOGIA.
3. RESEÑA GEOLOGICA - ESTRUCTURAL Y SEDIMENTARIA DE LA LLANURA CHACO PAMPEANA.
4. AREA PILOTO II " EL COLORADO".
 - 4.1. Características del flujo subterráneo freático.
 - 4.2. Inventario de captaciones del agua subterránea.
 - 4.2.1. Hidroquímica.
 - 4.2.1.1. Indices hidrogeoquímicos.
5. PERFORACIONES DE ESTUDIO Y ENSAYOS DE BOMBEO
 - 5.1. Ensayos por bombeo.
 - 5.2. Perforación de Estudio N°1.
 - 5.3. Perforación de Estudio N°2.
6. MEMORIA TECNICA.
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

ANEXO 1 : Fenómenos de incrustabilidad y agresividad.

ANEXO 2 : Datos poblacionales de la localidad " El Colorado " - Dpto. J. F. Ibarra.

ANEXO 3 :

 - Planillas de datos hidroquímicos (N°1 y 2).
 - Clasificación hidroquímica de las aguas subterráneas (Cuadro N°2).
 - Diagrama de clasificación de aguas.

Ensayo de Bombeo P.E. N° 1 (Planilla N°1) y Gráfico B.

Ensayo de Bombeo P.E. N° 2 (Planilla N°2) y Gráfico A.

ANEXO 4:

- Plano N° 1.
- Plano N° 2.

*****ooo*****

1. OBJETIVOS

Identificar y caracterizar los parámetros hidráulicos e hidroquímicos del acuífero freático en el área Piloto II "El Colorado".

Definir mediante perforaciones de estudio el emplazamiento de la obra de captación en el Area Piloto.

A través de los parámetros hidrogeológicos e hidráulicos, definir el tipo y sistema de captación.-

2. METODOLOGIA

El presente estudio se inició con una etapa previa de gabinete, donde se programaron las tareas a efectuar en campaña. La metodología empleada consistió en: recopilación de antecedentes hidrogeológicos del área de influencia.

Mediante el análisis e interpretación de Imágenes Satelitarias LANDSAT, Bandas 5 y 7 blanco y negro, Escala 1:250.000 y 1:500.000 (Años 1977-1981), se observaron los rasgos geomórficos y estructurales más sobresalientes que influyen en la dinámica del escurrimiento superficial y subterráneo (Se delimitaron las cuencas de aportes, efectuándose cálculos de superficie).

Posteriormente se seleccionaron fotografías aéreas Escala 1:35.000 (I.G.M.1972, pancromáticas blanco y negro), eligiéndose dentro de la zona de influencia de El Colorado, transectas representativas que atravesarán el mayor número de unidades. Se efectuaron mapeos orientados a definir tipos y dirección de los escurrimientos, realizándose una cartografía expeditiva, con el objeto de ubicar las perforaciones de estudio y el probable emplazamiento de la zona de recarga artificial.

Una vez finalizada la tarea preliminar de gabinete, se ejecutó el correspondiente control de campo (censo de puntos de agua, sondeos con pala barreno, perforaciones de estudio, ensayos de bombeo, etc.).

Con los datos de análisis de laboratorio, los resultados de campaña y posterior

procesado, se realizó el ajuste de los límites cartográficos. Para la presentación de los análisis químicos de aguas, se utilizó diagramas de Schoeller-Berka_loff y Piper.

Por último, se procedió a la confección de la cartografía temática y el correspondiente informe final. -

3. RESEÑA GEOLOGICA-ESTRUCTURAL Y SEDIMENTARIA DE LA LLANURA CHACO PAMPEANA.

En base a la información de distintos autores, se ha podido afirmar que la sección inferior del basamento carece de plegamientos y fallas, y esta constituido por metamorfitas y plutonitas; encima se han depositado rocas paleozoicas muy suavemente plegadas, con bancos levemente inclinados cortados por fallas con grandes desplazamientos. Por último, culminando la sucesión aparece una cubierta cretácica (Terciario), con una inclinación hacia la parte más profunda de la cuenca. El rumbo de las dislocaciones se ajustan a dos direcciones formando un sistema conjugado; uno tiene dirección norte-sur, y el otro este-oeste. Estas dos direcciones son muy importantes, porque dan lugar a la formación de "Los Altos Estructurales" que se interponen a las diferentes cubetas.

En el perfil estratigráfico, se puede observar que el arribamiento de los principales elementos estructurales no se mantienen constantes en toda el área, sino que tienden a formar grandes arcos, por ejemplo "Los Altos Pampeanos Orientales" (Rincón - Caburé - Paraguay Oriental), tienen una orientación noreste-sur-oeste. Las Sierras Pampeanas se arriban en sentido norte-sur. Los Altos de Martín García y Uruguay por el sur, marcan los límites de la cuenca chaqueña Paranaense con una dirección general este-oeste.

Este basamento cristalino fracturado y dislocado, dió lugar a una configuración de relieve ondulado cubierto por depósitos de distintas edades. El mismo, no es

el resultado de un sólo movimiento tectónico, sino de la suma de eventos diastróficos ocurridos en el Precámbrico hasta el Terciario. El primer movimiento que afectó a esta pila sedimentaria se originó entre los sedimentos del Cámbrico-Ordovícico y Silúrico-Devónico; quedando como resultado una discordancia muy marcada en el subsuelo. Este proceso se lo distingue en la base de la Formación Zapla.

Una segunda etapa de los movimientos tectónicos importantes, tiene lugar en la deposición de los sedimentos del Devónico en la Cuenca Chaqueña Paranaense, es decir al sur de El Alto Rincón - Caburé - Paraguay Oriental, produciéndose un hiato entre los sedimentos del Carbonífero, siendo reemplazado por los del Pérmico que se apoyan sobre niveles Paleozoicos diferentes.

En la parte norte de Santiago del Estero, el Devónico se encuentra en las localidades de Campo Gallo, El Caburé y Coronel Rico, sobre el silúrico de la Formación Arbol Blanco, y en el Ordovícico de Las Breñas, Gancedo y Las Lagunas.

Las deformaciones observadas dentro de las sucesiones Paleozóicas, han sido provocadas por movimientos posteriores (Post-Pérmicos), para dar lugar a la larga etapa de denudación que condujo a la peneplanización de la zona. Por otra parte debe descartarse que las fallas y plegamientos no afectaron a los depósitos Cretácicos, esto indica que los movimientos posteriores han sido del tipo epirogénicos, limitándose a regular el avance y retroceso del mar ocupando las cubetas

deposicionales.

En la Cuenca Chaco Paranaense los sedimentos del Eoceno (Mioceno inferior), que dan origen a la Formación Chaco, y están constituidos por arcillas rosadas-castañas, ocasionalmente por arcillas verdosas con intercalaciones de yeso y anhidrita. Se trata de depósitos continentales acumulados en extensas llanuras aluviales y constituyen ambientes de baja energía preferentemente subacuáticos. La Formación Chaco se habría depositado durante el Eoceno - Mioceno.

Durante el Mioceno - Plioceno Superior, aparecen los sedimentos de la Formación Paraná y Entre Ríos, que representan los depósitos acumulados en la llanura Chaco Pampeana durante la transgresión del Mar Entrerriano, que penetró por el estuario Río de La Plata, cubriendo la mayor parte de la llanura Chaco Paranaense (Mioceno Medio). Se distinguen dos unidades litológicas: la inferior, es cuando se depositaron los sedimentos mientras se retiraba el mar, conocida como Formación Paraná, constituida totalmente por arcilla de color verdoso, azulada y gris amarillentas con intercalaciones calcáreas fosilíferas. Esta resalta en las barrancas del Río Paraná, a la altura de la capital de la Provincia de Entre Ríos. Este fue un mar somero y de aguas templadas a cálidas. La superior está constituida por margas calcáreas de colores claros o amarillentos en los bordes, y oscuros verdosos y grises en las áreas deprimidas.

Características Geológicas e Hidrogeológicas.

En la segunda etapa de los movimientos orogénicos que originaron los Altos Rin -

cón - Caburé - Paraguay Oriental, también generaron las elevaciones o dorsales que cubren un sector en nuestra área y se disponen con rumbo norte-sur, siendo en esta elevación o dorsal donde se encuentra ubicada la localidad de Roversi (152 m snm) que es el punto de partida de nuestro perfil estatigráfico que pasa por el Lote 28, Pozo del Toba, Finca Chicolonea, Cañada Bajo de los Saladillos, Los Jurfes, Guardia Escolta, terminando en Estación Selva, (cota 84,87 msnm). El límite norte del perfil corresponde a la cota más elevada del área en estudio, (Roversi). Esta llanura suavemente ondulada, a medida que nos dirigimos hacia el sur comienza a descender y perder altura para luego atravesar la Cañada de los Saladillos, (cota 76,72 snm). Pasando esta depresión se eleva hasta la cota de los 90,00 ms n y desciende nuevamente hasta llegar a la localidad de Selva.

Este alto (Roversi), ubicado al norte de la Cañada de los Saladillos es interceptado por una falla con rumbo aproximado este-oeste coincidente con la cañada, originando una discordancia entre las capas sedimentarias del terciario. Observando el perfil geológico entre Roversi y la Cañada de los Saladillos, se puede distinguir una cubierta de sedimentos cuaternarios.

Al sur de la falla, según datos de la perforación ubicada en el centro de la depresión, a los 40 m b.b.p., se ha encontrado el Mioceno, que presenta un leve buzamiento hacia el sur. En la perforación de la estación Selva, han encontrado sedimentos del Mioceno, (no se encontró el Plioceno debajo del Cuaternario).

rio), presentando el cuaternario un espesor de 52,30 m b.b.p. Luego continúa el Mioceno hasta los 209,30 m b.b.p.

Los Llanos, complejo sedimentario compuesto por arcillas, arenas con arcillas y arenas, que se caracterizan por la abundancia de yeso y anhidrita. El Plioceno también es portador de yeso probablemente de origen marino. Entre los sedimentos del terciario no hay una continuidad lateral en ambos sectores. En el sector norte, comprendido entre Roversi y la falla de la Cañada de los Saladillos, la deposición de sedimentos fue normal, por debajo del cuaternario se continúan los sedimentos del Terciario Superior, (Plioceno). En cambio, en el sector sur, (comprendido entre la falla de la Cañada de los Saladillos y estación Selva), notamos la falta del Plioceno, que se ve sustituido por el Mioceno, (según datos de la Perforación N°1 de Selva). Es decir que el Cuaternario tiene un espesor de 52,30 m b.b.p., continuándose el Mioceno hasta la profundidad que alcanzó la perforación (209,50 m).

Los sedimentos del Mioceno Inferior son de origen continental y constituyen el llamado Terciario Subandino. Por encima del Mioceno y Plioceno se ubican los sedimentos del Cuaternario, constituidos por depósitos loésicos limo-arenosos rojizos, conocidos como Formación Pampeana y Formación Puelche. Esta última representan la formación acuifera más importante (arenas medianas amarillentas). Estos sedimentos cubren toda el área, encontrándose mezclados en ciertos lugares, o pasando gradualmente de unos a otros. Cubriendo estos sedimentos se encuentran los del Post-Pampeano, constituido por limos loésicos de color amarillento

a rojizo.

En esta sedimentación se observa que los componentes son de origen eólico y están expuestos desde la región premontana del Oeste (Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy), hasta la llanura chaqueña, caracterizando un relieve suave y ondulado. Otro agente de modelación es la disección hídrica de los escurrimientos superficiales que actúa sobre la unidad más moderna, redepositando los sedimentos eólicos.

La composición litológica de la formación Pampeana, hace que la misma deba ser considerada como de permeabilidad media, (acuitardos). Los sedimentos de la Llanura Pampeana alojan aguas de variada calidad química, dependiendo de las sales que contienen dichos sedimentos. Es importante tener en cuenta, que el agua meteórica de infiltración, diluye las sales en su camino de percolación hasta alcanzar capas impermeables de gran extensión para dar lugar la capa freática.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el cuaternario revela cierta importancia como acuífero de explotación, no solo por su capa freática, sino por el gran número de paleocauces que disectan esta extensa llanura que constituyen posibles reservorios de agua para abastecimiento. Contrariamente, el Plioceno, a pesar que en ciertos niveles es portador de agua potable, presenta en general condiciones desfavorables, mientras que el Mioceno por tener en toda su formación horizontes yesíferos, debe descartarse toda posibilidad de explotación. Algo si-

milar ocurre con los sedimentos del Post-Pampeano, que no es generalmente portador de agua de buena calidad, debido a su contenido en sales, incrementándose su concentración en el sentido de la circulación regional.

Todas las aguas al Este del río Salado, presentan concentraciones salinas que aumentan notablemente a medida que nos dirigimos al límite con la Provincia de Santa Fe y Chaco, en algunos casos se obtienen concentraciones superiores a las aguas del mar. La posibilidad de explotación de agua para consumo humano, solo se circunscribe a las cañadas de escurrimiento temporario, (a excepción de la Cañada de los Saladillos), y a los cauces fósiles del río Salado, éstos, se encuentran al norte y este del mismo, dispuestos en forma de abanico, como consecuencia de la migración del curso original al producirse la epirogenia (procesos neotectónicos), que afectó las capas superiores del Terciario.

4. AREA PILOTO II " EL COLORADO "

Dadas las condiciones geomórficas, hidrogeológicas y climáticas de la unidad " Llanura del Chaco Suavemente Ondulado ", sólo es factible explotar como recurso hídrico, el acuífero freático. Como se han descrito en el ítem anterior, los acuíferos del Terciario, contienen aguas con elevados tenores salinos. Para corroborarlo pueden consultarse los perfiles de perforaciones que dispone la Dirección Nacional de Geología. Además no se tiene conocimiento que se exploten acuíferos pliocénicos dentro de la zona de influencia al área Piloto.

El Area Piloto II se ubica dentro de la cañada de escurrimiento temporario N°1 que abarca una superficie aproximada de 1.660 ha y se extiende entre las coordenadas geográficas $27^{\circ} 50' 30'' / 27^{\circ} 55' 30''$ L.S. y $62^{\circ} 05' 10'' / 62^{\circ} 10' 00''$ L.O.

4.1. Características del Flujo Subterráneo Freático.

Existe una estrecha relación entre la morfología y la hidrogeología, es decir las componentes del flujo están controladas por los factores geomórficos y topográficos que responden a un modelo conceptual de flujo que se esquematiza en las figuras N°s. 1 y 2.

Se distinguen dentro del sistema de flujo, tres zonas de agua con distinto contenido salino, (desde abajo hacia arriba).

- a) Aguas de circulación regional, que por su mayor tiempo de tránsito y contacto con los sedimentos acuíferos presentan elevado contenido de sales disueltas.
- b) Luego una zona de agua mezcla (interfaz), de escaso espesor y variable en el año.
- c) Por último, una lente de agua dulce de reciente infiltración y menor tiempo de tránsito.

La variación de almacenamiento puede establecerse mediante un control piezométrico y responde a un incremento por efecto de las precipitaciones que se concentran en los meses de enero y febrero. En cambio los niveles descienden a causa de producirse una estación seca. La freatimetría no ha sido posible realizarla por la escasez de puntos de agua dentro de la zona de estudio.

En el área no existen cursos de aguas permanentes que recarguen el acuífero a explotar. Se realiza la práctica de recarga artificial mediante represas ubicadas contiguas a los pozos en el centro de las cañadas, que retienen y almacenan parte del agua de escurrimiento proveniente de las precipitaciones. Estos pequeños reservorios artificiales mejoran notablemente las condiciones químicas de las aguas en el entorno al pozo de captación. Ello lo corroboran los análisis físico-químicos de las muestras extraídas en la zona. Esquema Figura N°3.

FIGURA N° 1

PERFIL LONGITUDINAL DEL FLUJO A LO LARGO DEL
EJE DE LA CAÑADA (N - S)

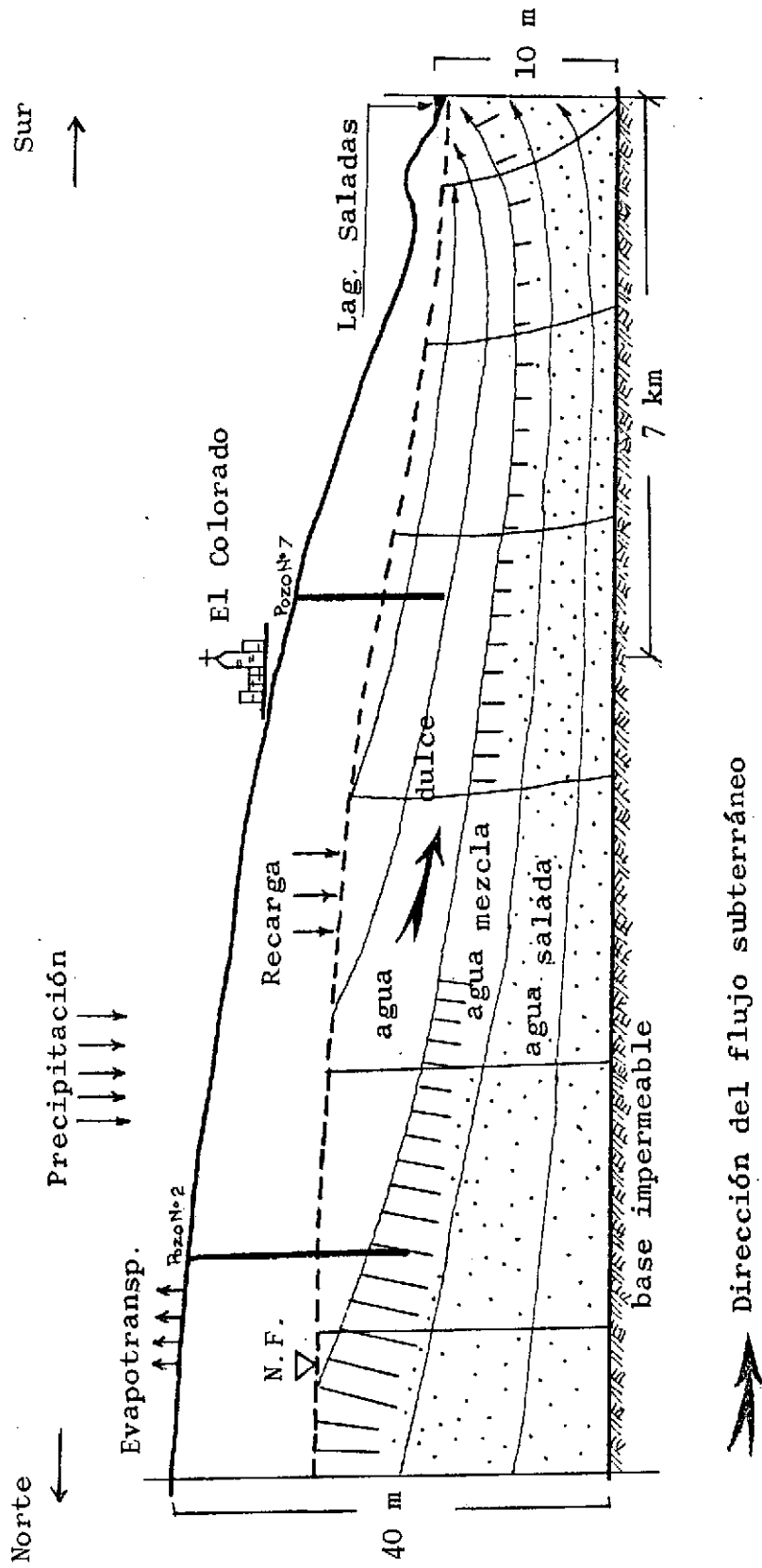


FIGURA N° 2

PERFIL TRANSVERSAL DEL FLUJO A LO ANCHO DE LA CAÑADA

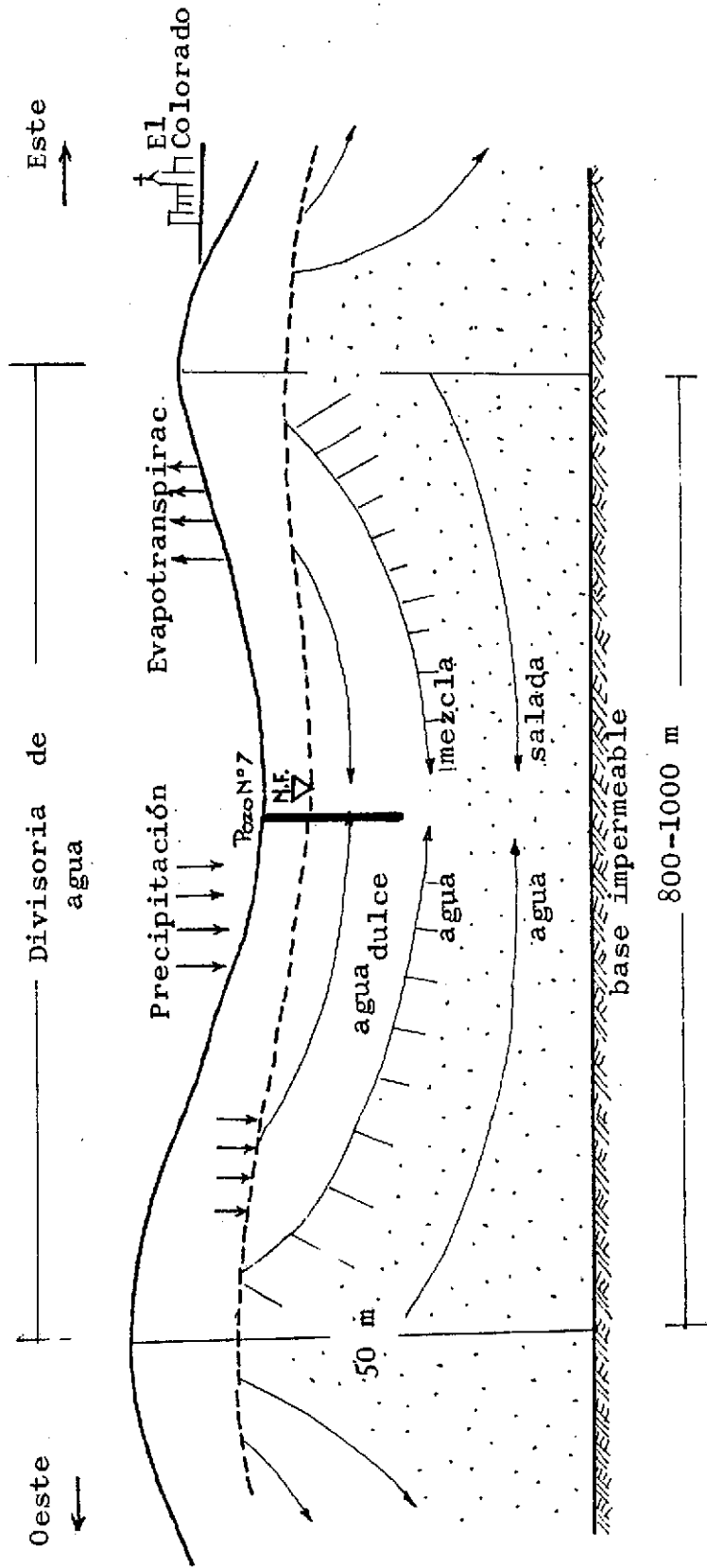
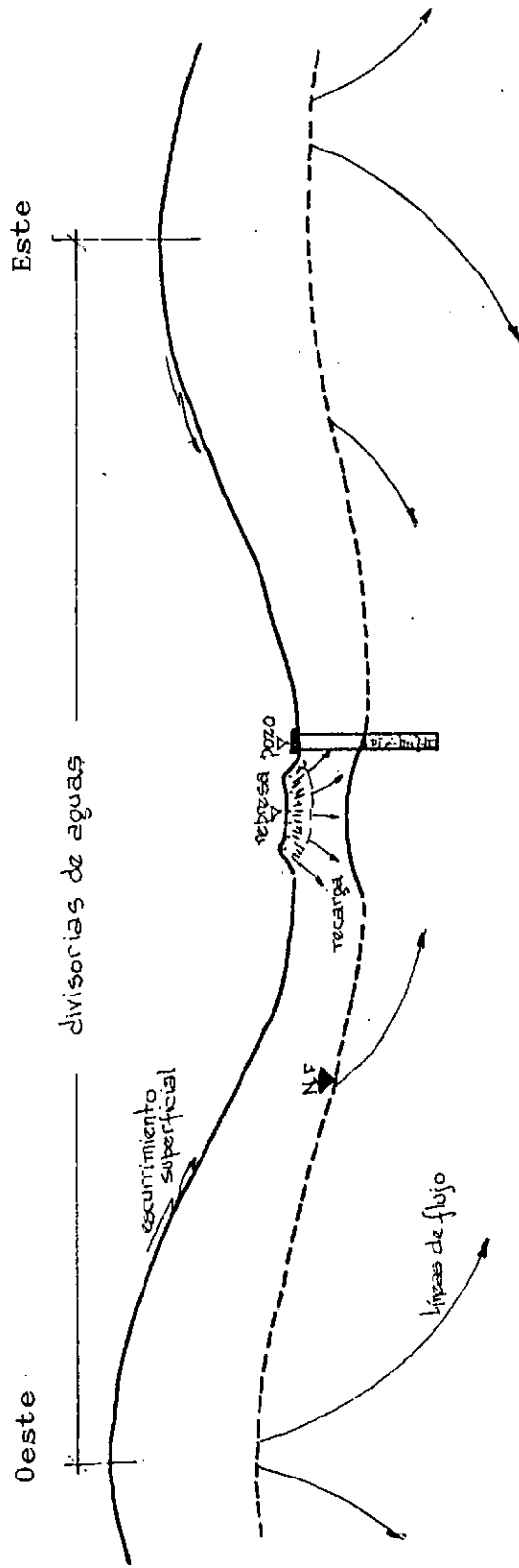


FIGURA N° 3

ESQUEMA DEL PERFIL TRANSVERSAL A LA CAÑADA Y UBICACION DE LA REPRESA CON EL POZO DE CAPTACION



base del acuífero freático

4.2. Inventario de Captaciones de Agua Subterránea.

Con el propósito de tener un conocimiento de las características hidrulicas e hidroquímicas de las aguas subterráneas, se ha efectuado un censo de pozos y perforaciones ubicados en el área de influencia de las cañadas. Para el muestreo en campaña, se realizó una fotointerpretación en la que se mapeó los límites de la cuenca, dirección y tipo de escurrimiento superficial. Material que ha permitido apoyar los criterios a considerar para la selección de los puntos para establecer las perforaciones de estudio.

La mayor concentración de pozos (excavados), se ubican en la parte más deprimida de la cañada en cuestión, detectándose en los pozos emplazados fuera de la misma, problemas de salinidad, (más de 3 g/l de sales totales disueltas). Plano N° 1, ubicación de pozos.

4.2.1. Hidroquímica.

El presente ítem trata de dar una visión de la evolución hidrogeoquímica de las aguas freáticas en sus distintos niveles. Sólo se tendrá en cuenta la recarga por precipitación o lluvia eficaz y la artificial mediante represas.

Se presentan los índices químicos de mayor interés para el estudio de la evolución. A los efectos de la interpretación se comentan las relaciones entre la litología y la composición de las aguas. (Cuadro N°2).

a) Recarga por precipitación y concentración del agua de lluvia.

Parte del agua de lluvia se infiltra en el suelo (otra parte se evapora y escurre superficialmente), y penetra en el material del subsuelo alcanzando la base impermeable produciendo la saturación del mismo desde abajo hacia arriba hasta un nivel determinado llamado superficie hidrostática, (nivel freático), que separa dos zonas.

Zona de Saturación:

Es el dominio de las aguas subterráneas que alimentan los pozos y fuentes. Generalmente estas aguas poseen un alto

contenido de sales totales resultantes del ciclo hidrogé - químico por su mayor tiempo de contacto, agua-sedimento, además de las sales procedentes de la zona de aireación y aporte de la lluvia.

Zona de Aireación:

Es la zona donde se produce el lavado de elementos solu - bles y se acumula la materia orgánica procedente de la des - composición de restos vegetales por la acción biótica. La oxigenación es fácil por la elevada conexión que existe en - tre los canalículos, (creado por la propia porosidad primaria de los sedimentos, crecimiento radicular y actividad de los organismos vivos).

Una pequeña cantidad de sales provenientes de las precipita - ciones pasan al terreno por infiltración, agua que ocupa to - tal o parcialmente el espacio intergranular, y en su recorri - do dentro de esta zona disuelve dióxido de carbono (CO_2) y ácidos húmicos procedentes de la materia orgánica. Según la tensión parcial de éste, el agua puede tener un carácter ácido (pH menor de 7), o básico (pH mayor de 7). En el primer caso tiene capacidad para atacar materiales del suelo tomando de ellos productos solubles, y en el segundo caso de

jando productos insolubles que se acumulan en la zona de saturación.

b) Recarga mediante represas.

Este sistema aprovecha de la precipitación la fracción que escurre, y que es retenida en pequeñas represas para provocar la infiltración y mejorar la calidad química natural de las aguas freáticas. En este caso, a diferencia del descrito anteriormente, el agua que infiltra alcanza directamente el nivel freático sin tomar contacto con el horizonte orgánico, el que es eliminado al efectuarse la excavación de la represa, y no se producen reacciones de oxidación de la materia orgánica.

El CO_2 es moderado y lo aporta el agua de lluvia, debido al fraccionamiento por evaporación. La presencia y estado en que se encuentra en su mayor parte es semicombinado como bicarbonato y libre.

En general el agua subterránea de reciente infiltración, posee una mineralización algo superior a la de lluvia, dominando las aguas del tipo Bicarbonatadas y Sulfatadas Sódicas, variando las concentraciones de estos iones debido a distintos fenómenos químicos, (cambio de bases, intercambio catiónico, oxidación - reducción, etc.).

4.2.1.1. Índices Hidrogeoquímicos.

De las muestras obtenidas en campaña dentro del entorno hidrogeológico considerado, se procedió a la de terminación analítica en laboratorio de los iones carac terísticos, a los efectos de relacionarlos con el terreno que los contiene y del que proceden sus aguas, luego de ciertos fenómenos modificadores que indican su evo lución. Se clasifican las aguas desde el punto de vista químico mediante el método de Piper, como así la pot abilidad de las mismas especialmente para el consumo hu mano.

El número total de muestras analizadas son 13, 3 de las mismas (N^os. 11, 12 y 13), fueron extraídas de las perforaciones ejecutadas por el equipo de R. Naturales, Convenio C.F.I.- Provincia de Santiago del Est ro.

Relaciones entre iones disueltos:

Los índices considerados para el estudio, están expres dos en me/l simbolizados con la letra (r)

Relación rMg/rCa

La generalidad indica una dominancia del ión Ca^{++} so

bre el Mg^{++} resultando los valores índices menores que 1, a excepción de las muestras N^os. 2, 5 y 10. Los valores menores que 1, revelan el carácter de continentalidad de las aguas, es decir que los terrenos presentan sales carbonáticas, las restantes muestras, si bién no pueden definirse solamente por esta relación, se deben a fenómenos de precipitados de $Ca CO_3$.

Relación $rSO_4^{=}/rCl^{-}$

Puede apreciarse que los resultados obtenidos afirman la relación rMg/rCa , que caracteriza aguas de origen en sedimentos continentales. La presencia del ión Cloro se debe solo al fraccionamiento residual del agua de lluvia y su concentración no supera en general a 1 me/l.

Para aguas saturadas en $SO_4^{=}$ esta relación deja de ser útil. En todas las aguas analizadas el valor del índice es elevado (mayor que 1), excepto las muestras 10 y 11 que expresan valores anómalos en dichas aguas. Puede inferirse que hayan precipitados los $SO_4^{=}$ como en la muestra N^o 10 y un importante aporte del agua de lluvia por recarga en represa como en la muestra N^o 11,

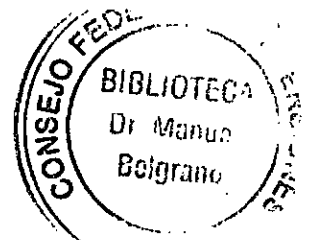
siendo en ese caso la concentración del Cl^- superior a la del $\text{SO}_4^{=}$.

Relación $r\text{Cl}^-/r\text{CO}_3\text{H}^-$

Esta relación es relativamente constante en las aguas subterráneas, y es indicadora de los procesos de concentración en sales en el sentido del flujo regional, para lo cual crecerá ligeramente el denominador de la relación. Todas las muestras en cuestión acusan valores menores que 1, ello revela el carácter bicarbonatado de las aguas en la región. Es decir que el CO_2 semicombinado es elevado en proporción al libre, y como se sabe sus fuentes son de origen atmosférico y por descomposición de la materia orgánica.

Índice de cambio de bases (i.c.b.)

El valor de esta relación es casi siempre negativo, sobre todo cuando las aguas proceden de sedimentos productos de la meteorización de rocas graníticas (ricos en elementos alcalinos). Según la ubicación de los pozos muestreados, aunque su representatividad es cuestionable debido a fenómenos de recarga puntual, se puede decir de modo general que el valor tiende a crecer, de



bido al aumento de la salinidad en el sentido del flujo. Los pozos con recarga indican un cambio de bases de ablandamiento. Un caso anómalo se presenta en la muestra N°9, debido a su elevada dureza total y gran contenido en Sodio.

Valor (K_r)

Este valor es constante en aguas freáticas, particularmente en las del área en estudio. A veces incide la reducción de $\text{SO}_4^{=}$ siendo necesario aplicar la relación $r\text{SO}_4^{=} / r\text{Ca}^{++}$. Puede verificarse el carácter bicarbonatado de las aguas a excepción de la muestra N°1, que por su valor $K_r = 1,75$ responde a fenómenos de precipitados de CaCO_3 y consecuente liberación de CO_2 semicombinado o podría deberse a fenómenos colaterales. Contrariamente se puede observar en el análisis N°10, que si bien el valor de K_r es bajo como en la N°4, parece indicar precipitado de yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ya que satura más rápidamente que el CO_3H^- quedando éste en concentración máxima con el Na^+ , determinando aguas bicarbonatadas sódicas (Muestras N°s. 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11 y 13).

Evolución de la Composición Química:

Según puede observarse en el diagrama Piper, (Línea A-B) se escogen las perforaciones N°13 y 11 ubicadas de Norte a Sur dentro de la Cañada El Colorado, una cierta relación hidrogeoquímica en el mismo sentido, coincidente con el flujo freático dentro del sistema.

Con respecto a los aniones se confirma un paulatino aumento de los bicarbonatos, que en valores de me/l va de 4,6 a 17,26. Si extrapolamos con la muestra N°2, ubicada a 5 km aguas arriba con 16,1 me/l, el 26,6% de aumento entre la perf. N°13 y 11 se ve disminuído en un 28% con respecto al punto N°2. Este fenómeno indica que en el punto de muestreo N°13, existe una gran dilución por efecto de la recarga del agua de lluvia a través de la represa ubicada inmediatamente aguas arriba a la perforación (C.B.S.)

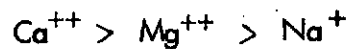
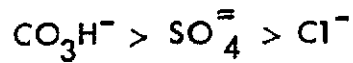
Esto es corroborable, porque además el anión Cl^- es muy estable químicamente en su concentración, se mantiene presente con un valor de 63% y 65% entre los puntos 2 y 13, 13 y 11 respectivamente, lo cual indi

ca aguas de igual procedencia. Tomando en cuenta el residuo seco, se verifica una fuerte recarga en el área de ubicación de las perforaciones N°s. 13 y 11, disminuyendo éste de 1043 mg/l, (P2), a 204 mg/l y 311 mg/l (P13 y P11) respectivamente.

El anión Sulfato en contra efecto, sufre una disminución en el sentido del flujo, concentraciones que varían de 1,6 me/l, P2, 1,42 (P13) a 0,18 me/l P11, éste proceso puede indicar fenómenos de reducción o su producto de solubilidad afectado por otros factores físicos-químicos provocando su rápida saturación y precipitación.

En cuanto a las cationes, particularmente $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ se deduce por la línea A-B una disminución porcentual del 4% y 11,4% lo que puede asumirse por la fijación del K^+ en el suelo y un leve intercambio $\text{Na}^+/\text{Ca}^{++}$. Por el carácter químico de las aguas (Bicarbonatadas Sódicas) se puede presumir que la baja concentración de Ca^{++} está asociada a fenómenos de precipitación como CaCO_3 y CaSO_4 quedando el Na^+ en solución.

La evolución hidrogeoquímica regional puede expresarse de la siguiente manera:



Clasificación de las Aguas:

Para deducir los tipos de aguas se utilizó el diagrama triangular de Piper (Schoeller 1962).

Se nombra el agua por el anión y el catión que sobrepasa el 50% de sus sumas respectivas. Si ninguno supera ese porcentaje se nombran los dos más abundantes.

Cuadro N°2.

Además se adjuntan las correspondientes planillas de los resultados físico-químicos y relaciones iónicas (Planillas N°1 y 2).

Arsénico en las Aguas Subterráneas:

El arsénico es un metaloide, cuya presencia en las aguas y en los alimentos, aún en pequeñas cantidades y a través de los años debido al poder acumulativo en los organismos, produce en el hombre lesiones detectables como discromías (Alteración de la pigmentación de la

piel) o hiperqueratosis palmo-plantar de tipo verrugiforme o difusa.

La Argentina posee grandes zonas de su territorio en que las aguas subterráneas aparecen con elevada salinización o cantidades relativamente altas de arsénico, vanadio y flúor, lo que puede hacerlas inapropiadas y aún tóxicas para la bebida humana.

En el norte, este y sur de Santiago del Estero, particularmente entre Monte Quemado y Pampa del Infierno, se detectan altas concentraciones de este ión, tanto en las aguas freáticas como profundas (1 mg/l), no aparece aquí vanadio ni flúor.

Las normas sobre las concentraciones máximas fijadas por los países que se indican son las siguientes:

Norma Chilena	0,05	ppm
Norma Argentina	0,12	"
Norma Estados Unidos	0,05	"
Norma Inglesa	0,20	"
Norma O.M.S.(1958)	0,20	"

La existencia de aguas arsenicales en nuestra Provincia, como en el resto de las zonas del país se limita a la

freática, única posible fuente subterránea aprovechable, cuyas aguas se extraen mediante el sistema de pozo excavado, de precaria construcción y sin ningún tipo de protección sanitaria.

El arsénico es un elemento químico cuya presencia es casi constante en las aguas de la llamada "Formación Pampeana", sedimento que se encuentra en gran parte de nuestra región de un clima árido a semiárido.

El contenido de arsénico está presente, muy frecuentemente en aguas alcalinas (bicarbonato de sodio), es decir que a mayor alcalinidad se debe esperar una mayor concentración de éste (según Trelles, Larghi y Páez).

No obstante debe tenerse en cuenta que la solubilidad de arseniatos es mayor cuando forma sales solubles como Arseniatos de Calcio y Arseniatos de Magnesio $(Ca_3 (AsO_4)_2)$ y $(Mg_3 (AsO_4)_2)$ y está favorecido por el valor pH normalmente entre 7 y 8,5. Según análisis efectuados (Planilla de datos Hidroquímicos), en las aguas bicarbonatadas sódicas no se ha detectado concentraciones relevantes de arsénico y el valor de pH está comprendido entre los valores citados.

Ello se puede deber a que los arseniatos están asociados al hierro y aluminio formando sales más insolubles y difíciles de disociar iónicamente. Esta hipótesis queda sujeta a posteriores estudios, los que requerirán ensayos en laboratorio mediante métodos apropiados.

Los tratamientos correctivos que se emplean actualmente, es la utilización del sulfato ferroso clorado, que es un coagulante ampliamente eficiente en la corrección de las aguas arsenicales, de origen subterráneo y que por sus características hacen innecesario tratamientos previos. En condiciones experimentales, dosis de 30 y 40 mg/l de sulfato ferroso clorado, elimina totalmente el arsénico a un pH de 7,5. Este método es aplicado exitosamente por Obras Sanitarias de la Nación en la planta desalinizadora de Monte Quemado. Provincia de Santiago del Estero.-

5. PERFORACIONES DE ESTUDIO Y ENSAYOS DE BOMBEO.

En base a la freaticimetría y la hidroquímica dentro de la unidad considerada, se han ubicado dos perforaciones de estudio (Plano N°1) en la Cañada de El Colorado con el objeto de identificar las características sedimentológicas, hidrogeológicas e hidráulicas, para lo cual se efectuaron los respectivos muestreos de sedimentos y de aguas para ser analizados.

En cuanto a las características hidráulicas, se debió ubicar las perforaciones dentro del eje de la Cañada, aguas abajo de la Ruta Plan Matríz, por presentarse condiciones favorables de recarga (PE 1) es la que se ubica a 25m aguas abajo de una represa construida para la retención y recarga de los escurrimientos. La (PE 2) se ubica a unos 2 Km al Sur dentro de la misma Cañada y no recibe la influencia directa de recarga a través de represas. Dos condiciones diferentes que permitirán contrastar los parámetros que surjan del ensayo por bombeo.

5.1. Ensayos por Bombeo.

Los ensayos realizados tienen el propósito de cuantificar los recursos hidráulicos subterráneos, para lo cual se utilizó los siguientes parámetros:

Caudal Específico y Transmisividad Hidráulica:

Estos son equivalentes cuando estamos en régimen permanente como en el caso tratado. Representa una magnitud de la capacidad que tiene un medio de transmitir agua. Puede tomarse en ambos casos como el volumen por unidad de descenso en cifras aunque conceptualmente difieran entre sí.

Caudal Específico (q)

$$m^3/d/m \quad q = \frac{Q}{S_p}$$

Transmisividad Hidráulica (T)

$$m^2/d \quad T = k.b$$

Para la evaluación fue necesario conocer

Coefficiente de Almacenamiento:

Para acuíferos freáticos usaremos el término equivalente de Porosidad Eficaz (m_e) valor adimensional que permite conocer la capacidad volumétrica del almacenamiento acuífero. Indirectamente se obtuvo:

Permeabilidad:

Este valor (k) que tiene dimensiones de velocidad, se obtiene dividiendo la transmisividad entre el espesor del acuífero, pero como en acuíferos freáticos el espesor (b) es variable por lo tanto la transmisividad también lo será. Para este caso se tomó (k) para un espesor saturado resultante después de haber alcanzado el nivel dinámico. T y k son estimativos para las condiciones del ensayo en el entorno al pozo dentro del radio de influencia (R) pequeño en acuíferos poco transmisivos.

Los citados parámetros están determinados en base a las siguientes hipótesis:

Acuífero homogéneo e isótropo y el agua de densidad y viscosidad constante. No intervienen efectos de drenaje diferido.

La base del acuífero es horizontal y no existe flujo natural, es decir que

los niveles iniciales del agua son horizontales. Las superficies equipotenciales son circulares y concéntricas con el pozo.

En todo momento se cumple la ley de Darcy (Régimen laminar a la entrada de la zona de admisión por lo que no habrá pérdidas de carga en el pozo).

El pozo es completamente penetrante

El Caudal de bombeo es constante

En la perforación de estudio (PE 2), no hay que considerar recarga a través de represas. Caudal máximo de bombeo 1.500 l/h con cilindro sumergido. Se observaron los niveles de descenso y recuperación en el mismo pozo sin sondeo de observación. Debido a las considerables pérdidas de carga en el pozo y a los fines de obtener los valores de T, S y k con suficiente precisión, sólo se tuvo en cuenta los niveles de recuperación.

Cálculo de T, S, R y k

Se representó en papel semilogarítmico los descensos residuales s' , en función de $\log. \frac{t}{t'}$ siendo "t" el tiempo desde el inicio del bombeo y t' el tiempo desde el inicio de la recuperación. Graficada la curva se obtuvo una recta de pendiente $p = \frac{2,3Q}{4\pi T}$

Considerando un ciclo logarítmico se obtiene la siguiente expresión:

$$s' = \frac{2,3Q}{4\pi T} \log. t/t' = \frac{2,3Q}{4\pi T} \ln t/t'$$

$$\text{queda reducida a } s' = 0,183 \frac{Q}{T} \quad T = \frac{Q}{s'_{10}}$$

Tomando de la expresión aproximación logarítmica de Jacob podemos calcular el coeficiente de almacenamiento o porosidad eficaz:

m_e = Porosidad eficaz

T = Transmisividad hidráulica

t_0 = Tiempo en que la recta corta el eje x

r^2 = Radio del pozo.

$$m_e = \frac{2,25 T t_0}{r^2}$$

En condiciones ideales la recta obtenida debe pasar por el punto

$s' = 0; \log. \frac{t}{t} = 0$ pero las condiciones reales (Curva A) indican variaciones en la recuperación debido a cambios de transmisividad vertical.-

5.2. Perforación de Estudio N°1:

Esta perforación, ubicada entre dos represas, (Ver plano de proyecto) tiene un ϕ de 4" y una profundidad de 20m y penetra totalmente al acuífero libre. Se entubó hasta los 9m con cañería P.V.C. de 4" (comprende zona no saturada).

La zona saturada no ha sido enrejillada para no alterar las condiciones naturales del flujo subterráneo.

Interpretación de la Curva de Recuperación (A)

En el ensayo de recuperación de la perforación de Estudio N°1 (P.E. 1), a igual que el ensayo realizado en la perforación de Estudio N°2 (P.E.2) se aplica la relación simplificada de Jacob con ajuste a recta en los primeros tiempos de recuperación para el cálculo de (T) y ajuste a recta en la parte final para estimar el valor de (S). Si bien la curva no responde a una ley teóricamente logarítmica, puede considerarse su validez. Como se puede observar el pozo responde a una rápida recuperación de los niveles en los primeros cinco minutos tomándose luego asintótica al eje de los tiempos hasta $s = 0$; $\log. t/t' = 1$

Es también notable que el tiempo de recuperación es más corto en este pozo, lo cual puede asumirse con efecto de recarga desde la represa contigua.

Lectura y Cálculos del Ensayo PE N°1

Caudal de Bombeo	1.300 l/h = 31,2 m ³ /d.
Nivel Estático (N.E.)	9,94 m b.b.p.
Nivel Dinámico (N.D.)	16,90 m b.b.p.
Diámetro del Pozo (\emptyset)	0,10 m = 4"
Profundidad del Pozo	20,0 m

Espesor saturado H_1 (20,0 - 9,94) m = 10,06 m

Descenso Neto en el Pozo (s_p) 6,96 m

Descensos y ascensos Vs Tiempo en Planilla N° 1

Gráfico A

$$As_{10} = 4,35$$

$$t_o = 0,40 \text{ min.}$$

Transmisividad (T)

$$T = 0,183 \frac{Q}{As_{10}} = 1,31 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$m_e = S = \frac{2,25 T t_o}{r^2} = 0,33$$

Caudal Específico (q)

$$q = \frac{Q}{s_p} = \frac{31,2}{6,96} = \text{-----} 4,5 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m} = 0,19 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$$

Radio de Influencia (R)

$$R = 1,5 \sqrt{t_b / 1440} \frac{T}{m_e} = 0,35 \text{ m}$$

Permeabilidad (k)

$$k = \frac{31,2}{(10,06 - 3,1^2)} \ln \frac{0,35}{0,05} \quad k = 0,21 \text{ m}/\text{d.}$$

Los valores calculados de cada parámetro son comparables con los obtenidos en el ensayo PE N°2 por lo que puede inferirse que las condiciones hidro-

geológicas de esa unidad también lo son. Es decir que se trata de un acuífero pobre de baja transmisividad y alto coeficiente de almacenamiento.

Si consideramos dos veces el caudal de bombeo de ensayo, obtendremos un descenso teórico en el pozo de:

$$s_{tp} = 0,183 \frac{2Q}{T} \lg \frac{2,25 T t_o}{r^2 S} = 55,7 \text{ m}$$

Como puede apreciarse que la relación Caudal-Descenso (q) es un valor que condiciona la explotación del acuífero, para lo cual deberá fijarse un caudal crítico de explotación en que los descensos no sean considerables respecto al espesor saturado, y por otra parte se evite la compresibilidad del mismo en casos de bombeos prolongados y la salinización del pozo.

5.3. Perforación de Estudio N°2.

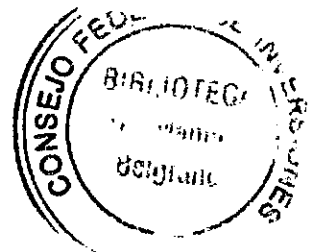
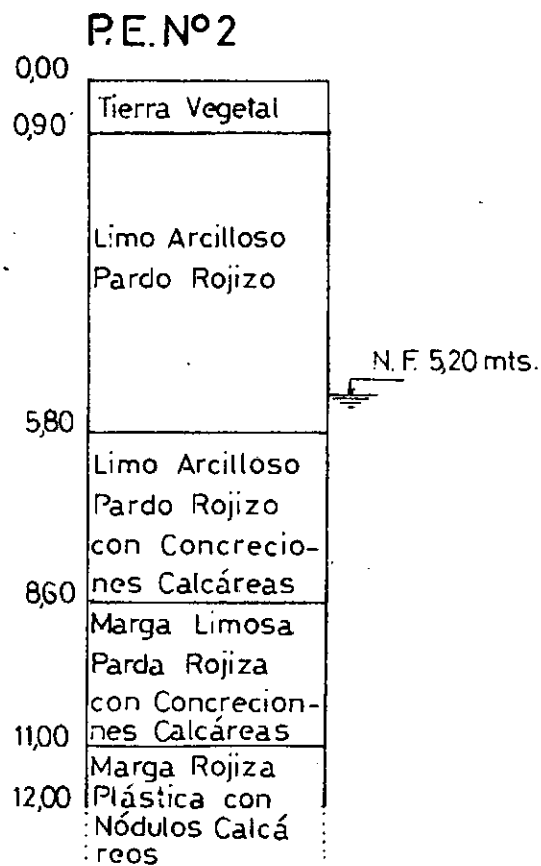
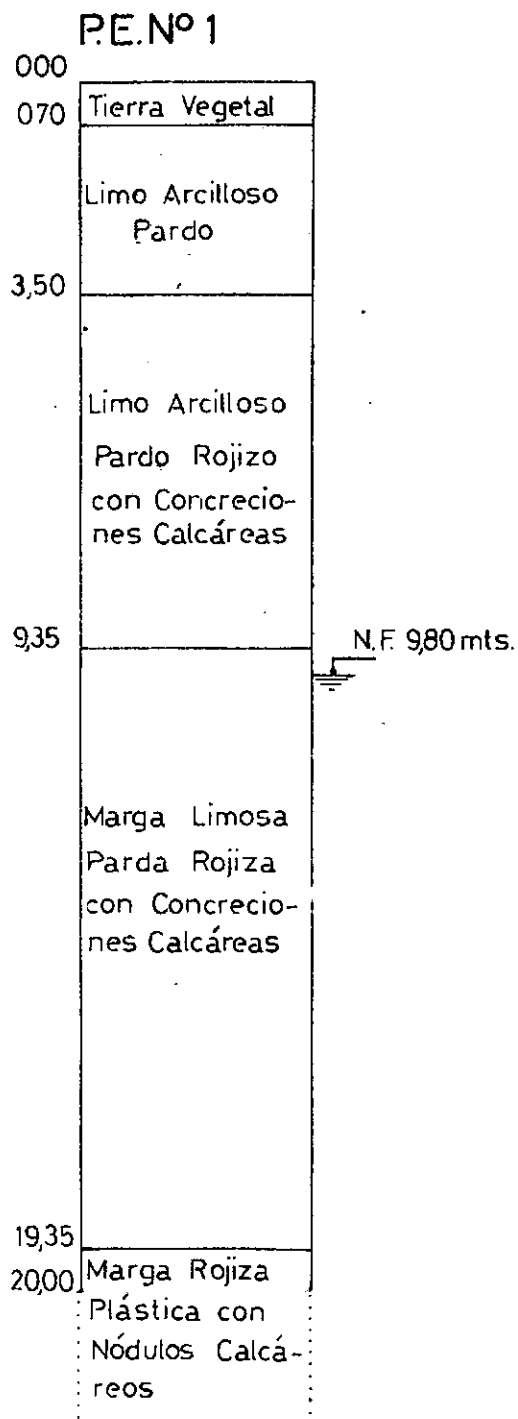
La perforación que se designa con el PE 2 tiene un diámetro de 4 pulgadas, profundidad total de 12 m, totalmente penetrante en la capa acuífera libre entubado y enrejillado con cañerías P.V.C. de 4" hasta la profundidad de 12 m.

Interpretación de la Curva de Recuperación (B)

La curva indica una evidente recuperación al inicio de la medición (siete primeros minutos), en su parte media presenta una tendencia a la estabili-

PERFIL LITOLOGICO

Perforaciones de Estudio Area Piloto EL COLORADO



zación, es decir una lenta recuperación para finalmente seguir la pendiente original y alcanzar el nivel estático. Esto revela cambios de permeabilidad vertical y un gradiente hidráulico muy pequeño.

Lectura y Cálculos de Ensayo PE 2

Caudal de Bombeo (Q)	464/l/h = 11,14 m ³ /d
Nivel Estático (NE)	6,25 m b.b.p.
Nivel Dinámico (ND)	10,49 m b.b.p.
Espesor Saturado (H ₁)	(12,00 - 6,25) m = 5,75 m
Diámetro del Pozo (Ø)	0,10 m
Profundidad del Pozo	12 m
Descenso Neto en el Pozo (s _p)	= 4,25 m
Descensos, ascensos Vs tiempo (Ver Planilla N°2)	

Gráfico A

$$As_{10} = 1,3 \text{ m}$$

$$t_o = 0,38 \text{ mñ.}$$

Cálculo de Transmisividad (T)

De la expresión simplificada de Jacob

$$T = 0,183 \frac{Q}{As_{10}} = 0,183 \frac{11,14}{1,3}$$

$$T = 1,57 \text{ m}^2/\text{d.}$$

Cálculo del coeficiente de Almacenamiento o Porosidad Eficaz (S ó m_e)

$$S = m_e = \frac{2,25 T t_o}{r^2} = \frac{2,25 \times 1,57 \times 0,38 / 1440}{2,5 \cdot 10^{-3}}$$

$$S = m_e = 0,37$$

Cálculo del Caudal Específico (q)

El descenso en el pozo (s_p) hasta alcanzar el régimen permanente para $Q = \text{cte.} = 11,14 \text{ m}^3/\text{d}$, es de 4,25 m. Por lo que el caudal específico será igual a:

$$q = \frac{Q}{s} = \frac{11,14}{4,25} = 2,62 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}$$

Cálculo del Radio de Influencia (R)

Este se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$R = 1,5 \sqrt{t_o / 1440 \frac{T}{m_e}}$$
$$R = 1,5 \sqrt{240 / 1440 \frac{1,57}{0,37}} \quad R = \underline{1,3 \text{ m}}$$

Cálculo de la Permeabilidad (k)

Para acuíferos libres es conveniente utilizar la expresión siguiente:

$$k = \frac{Q}{\pi(H_1^2 - H_2^2)} \ln \frac{R}{r_p} = \frac{11,14 \text{ m}^3/\text{d}}{(5,75^2 - 1,50^2)} \ln \frac{1,3}{0,05}$$

$$k = 0,36 \text{ m}/\text{d}.$$

Es característico en acuíferos libres, valores altos de coeficiente de almacenamiento y valores bajos de la transmisividad. Por ello el radio de influencia es insignificante. Según la tabla de Slin-Bekchurin, el valor de $k = 0,36 \text{ m/d} = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ (*)}$ corresponde a sedimentos dominantes limosos con cierta proporción de arcilla y arenas muy finas. Constituye desde el punto de vista hidráulico, un acuífero pobre.

Si duplicamos el caudal de bombeo, el descenso teórico en el pozo (s_{tp}) será:

$$s_{tp} = 0,183 \frac{2Q}{T} \lg \frac{2,25 T t_o}{r^2 S} \quad s_{tp} = 16,75 \text{ m}$$

Esto indica agotamiento en el pozo. Es clave, considerar que el caudal de bombeo es parámetro limitante de la transmisividad acuífera y no debe superar un $Q = 2 \text{ m}^3/\text{d}.$

(*) expresado en cm/seg.-

6. MEMORIA TECNICA.

Análisis de la Demanda:

La población de El Colorado de radicación permanente, según censo Año 1986 realizado por el equipo de Economía y Producción de este Organismo, es de 270 habitantes. La dotación considerada para estimar la demanda, según criterios del SNAP, para una población de hábito rural, es de 50 l/hab. día y con servicio por medio de grifos públicos que serían reemplazados posteriormente por red domiciliaria. Este sistema permite un uso racional del recurso como así de una concientización de su valor económico.

$$\text{Población Actual} = 270 \text{ hab.}$$

$$\text{Población Futura} = 2 \times 270 = 540 \text{ hab.}$$

$$\text{Dotación} = 50 \text{ l/hab. día}$$

$$\text{Demanda Bruta} = 540 \times 50 = 27.000 \text{ l/día.}$$

Hidráulica de Captación y Dotación:

En base al informe "Regulación y retención de Escurrimientos en Cañadas del Chaco Suavemente Ondulado, Area Piloto II El Colorado" Apéndice 5.2, los Ensayos de descenso y recuperación indican los tiempos de bombeo que pueden establecerse según la transmisividad del medio acuífero y el caudal específico. Para lo cual se fijan los siguientes tiempos.

$$\text{Tiempo de Bombeo} - - - - - 10 \text{ horas}$$

$$\text{Tiempo de Recuperación} - - - 14 \text{ horas}$$

Este parámetro permite calcular el caudal de recuperación que deberá tener el pozo para la demanda diaria calculada.

$$Q_{rd} = 27.000 \times \frac{24}{14} = 0,54 \text{ l/s} = 0,54 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 46,3 \text{ m}^3/\text{d}.$$

Este cálculo nos relaciona el caudal diario de recuperación que se le demanda al pozo, en un tiempo de recuperación de 14 horas. Es decir:

$$46,3 \text{ m}^3/\text{d}/24\text{h} = 1,929 \text{ m}^3/\text{h} \times 14 \text{ h} = 27.008 \text{ litros}.$$

Además del ritmo de bombeo y recuperación debe tenerse en cuenta la superficie de captación, tal que el pozo produzca una admisión de 0,54 l/s. Por otra parte el volumen demandado debe disponerse en un tiempo no mayor de 14 horas, lo que exige un dimensionamiento volumétrico de la captación.

CALCULO DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DEL ACUIFERO

De acuerdo al ensayo de bombeo se calculan los siguientes parámetros:

Radio de Influencia (R)

Para conocer éste, debe calcularse con anterioridad la transmisividad y la porosidad eficaz que surgen de la interpretación gráfica $\log t/t'$, s_p

siendo: t_b tiempo de bombeo hasta alcanzar el régimen de equilibrio.
20 min. = 0,0139 días.

T transmisividad del acuífero. 1,31 m²/d.

m_e porosidad eficaz en la zona saturada. 33%.

$$R = 1,5 \sqrt{\frac{t_b T}{m_e}} = 1,5 \sqrt{\frac{0,0139 \times 1,31}{0,33}} = 0,35 \text{ m}.$$

Coefficiente de Permeabilidad (k)

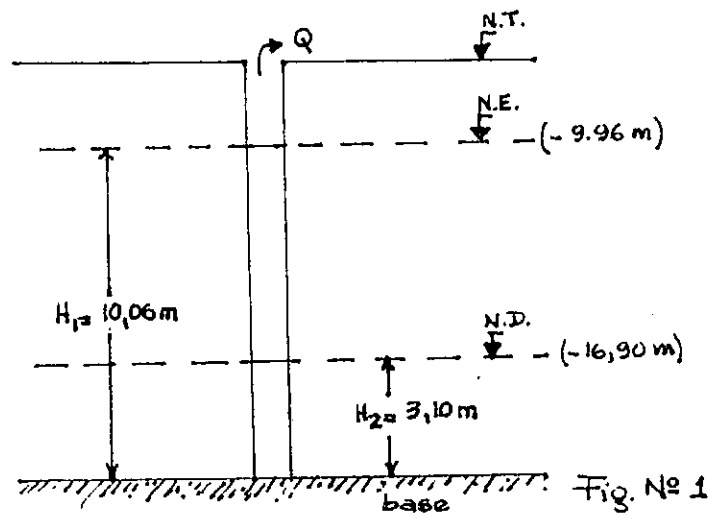
Conociendo el nivel estático y dinámico producido en relación al caudal de bombeo y el radio del pozo, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = 31,2 \text{ m}^3/\text{d}.$$

$$R = 0,35 \text{ m}$$

$$r_p = 0,05 \text{ m (radio de la perforación).}$$

$$k = \frac{Q}{\pi (H_1^2 - H_2^2)} \ln \frac{R}{r_p}$$



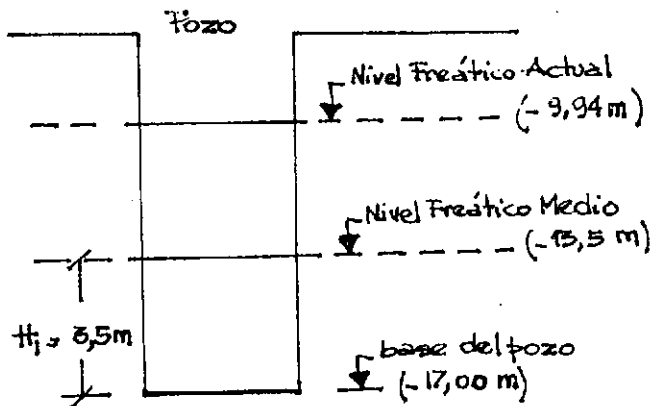
$$k = \frac{31,2 \text{ m}^3/\text{d}}{\pi (10,06^2 - 3,10^2)} \ln \left(\frac{0,35}{0,05} \right) = 0,108 \times 1,94 = 0,21 \text{ m/d}$$
$$= 2,4 \times 10^{-4} \text{ cm/s.}$$

Como el nivel freático varía a lo largo del año, dependiendo de las precipitaciones que a su vez caracterizan períodos húmedos y secos. Cabe considerar, en base a la situación actual, un nivel freático medio entre

el nivel estático y el dinámico (según Fig. N°1).

La base del pozo se estima en un valor de cota (-17 m) debido a que, por debajo de ese nivel aumenta notablemente el contenido de sales totales que peligran las condiciones de potabilidad del agua subterránea, y salinización del pozo.

En base a la hipótesis planteada, la captación tendrá la siguiente configuración, que respecto a la misma se realizarán los siguientes cálculos.



~~III. VIRTUETA. II. R. M. P. E. M. base.~~

Fig. N° 2

Incidencia de los Parámetros hidráulicos en el Dimensionamiento de la
Obra.

donde: $k = 0,21\text{ m/d}$

$H_1 = 3,5\text{ m}$

$H_2 = 0$ (condición válida, agotamiento del pozo)

$R = 0,35\text{ m}$

$Q = 46,3\text{ m}^3/\text{d}$

En estas condiciones debe cumplirse lo siguiente:

$$Q = \frac{\pi k (H_1^2 - H_2^2)}{\ln \frac{R}{r_p}}$$

$$r_p = \frac{R}{e^{\left[\frac{Q}{\pi k (H_1^2 - H_2^2)} \right]}}$$

Ecuación que satisface para $r_p = 0,30$ m, (considerando un solo pozo)

ó $r_p = 0,25$ m (considerando una batería de dos pozos). Es decir:

$$\text{Diámetro (D)} = 0,60 \text{ m (un pozo)}$$

$$(D) = 0,50 \text{ m (dos pozos)}$$

Cálculo del \emptyset del Pozo, de acuerdo al volumen de almacenamiento requerido.

Si el nivel freático descendiese a -16 m, es decir que $H_1 = 1$ m (2,5 m por debajo del nivel freático medio), lo cual supone una situación crítica para abastecer la demanda. El diámetro requerido para el volumen de almacenamiento será:

$$V = \frac{\emptyset^2}{4\pi} \times H_1 = \text{---} : \emptyset = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot H_1}}$$

$$\emptyset = \sqrt{\frac{4 \times 27 \text{ m}^3}{\pi \times 1 \text{ m}}} = 5,86 \text{ m (diámetro requerido para 1 pozo)}.$$

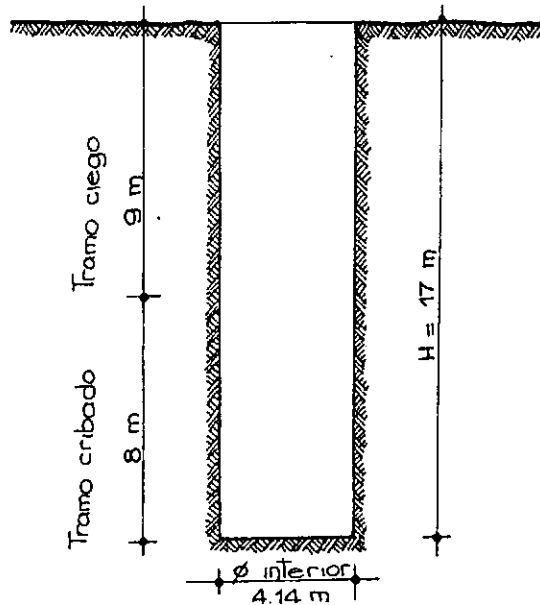
$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \times 13,5 \text{ m}^3}{\pi \times 1 \text{ m}}} = 4,14 \text{ m (diámetro requerido para dos pozos)}.$$

Puede observarse que la condición dimensional de la obra prima sobre la hidráulica. Por lo tanto se concluye, que para lograr la provisión de agua y asegurarla inclusive en períodos secos, realizar 2 pozos con un diámetro mínimo de 4,14 m.

Proyecto El Colorado

Memoria de cálculo, estructura pozo de captación.

1 - Dimensiones del/de los pozos: en base a los estudios realizados por el equipo de hidrogeología, se tienen en cuenta las siguientes dimensiones de pozo:

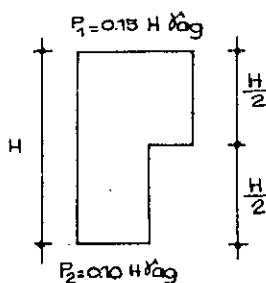


2 - Estructura propuesta para el pozo: de mampostería de ladrillos de 0,30 m de espesor, con anillos de H°A° de rigidización.

3 - Análisis de carga sobre la estructura: el material que se obtuvo de la perforación de estudio responde a características de limos - limos arenosos - limos arenosos arcillosos de origen fluvioeólico, existiendo aún reglas muy definidas para el tratamiento de estos casos de excavaciones profundas en que se tienen suelos en cuya resistencia al corte aparecen los dos términos C y ϕ . La experiencia en la zona ha demostrado que se comportan en forma muy estable, de acuerdo a lo observado en pozos existentes de mampostería solamente y de postes de quebracho colorado.

Como elemento de cálculo se tomarán los diagramas de presiones propuestos por la Municipalidad de Buenos Aires (N° 1 y N° 2)

Diagrama N° 2: limos y arcillas de origen eólico

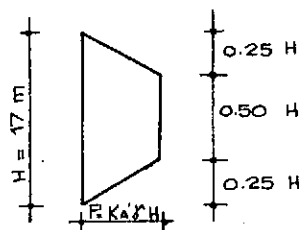


$$\gamma_{ag} = 1.000 \text{ Kg/m}^3$$
$$H = 17 \text{ m}$$

$$P_1 = 0.15 \times 17 \times 1.000 = 2.550 \text{ Kg/m}^2 = 0.26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_2 = 0.10 \times 17 \times 1.000 = 1.700 \text{ Kg/m}^2 = 0.17 \text{ Kg/cm}^2$$

Diagrama N° 1 : arcillas compactas



$$K_A' \cong 0.2$$

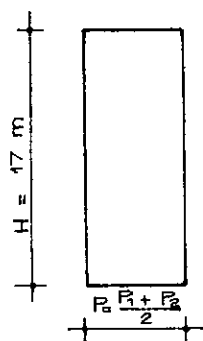
$$\gamma' = 1.800 \text{ Kg/m}^3$$

$$H = 17 \text{ m}$$

$$P = 0.2 \times 17 \times 1.800 = 6.120 \text{ Kg/m}^2 = 0.61 \text{ Kg/cm}^2$$

Se observa que la diferencia entre los dos diagramas es apreciable. En base a las consideraciones realizadas se adopta un diagrama de presiones rectangular con un valor promedio entre el N° 1 y el N° 2.

Diagrama de cálculo :



$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{0.26 + 0.01}{2} = 0.135 \text{ Kg/cm}^2 = 1.35 \text{ Kg/cm}^2$$

4 - Cálculo y verificaciones de la estructura :

4.1. - Peso de la estructura :

$$P_{est.} = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} \times H \times \gamma'$$

D = diám. ext. = 4.74 m
 d = diám. int. = 4.14 m
 H = altura = 17 m
 γ' = peso ap. est. = 1.800 Kg/m³

$$P_{est.} = \frac{\pi (4.74^2 - 4.14^2)}{4} \times 17 \times 1.800 = 128.040 \text{ Kg} \cong 130 \text{ Tn}$$

4.2. - Fricción entre muro y suelo :

Tomo $f = \frac{1}{3} \text{ tg } e$

e medio del perfil $\cong 10^\circ \therefore f = \text{tg } e' = 0,06$

Tótal transmitido por fricción:

$$F = \pi \times D \times H \times P \times f = \pi \times 4.74 \times 17 \times 4.400 \times 0,06 = 66.831 \text{ Kg} = 67 \text{ Tn}$$

Luego la máxima carga transmitida a nivel de fundación es:

$$P' = P_{est.} - F = 130 - 67 = 63 \text{ Tn}$$

4.3- Máxima tensión vertical en mampostería:

$$\text{Sup. mamp.} : S = \frac{\pi (4.74^2 - 4.14^2)}{4} = 4.18 \text{ m}^2 = 41.800 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{\text{mamp.}} = \frac{P'}{S} = \frac{63.000}{41.800} = 1,5 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm.}} (3,5 \text{ Kg/cm}^2) \text{ Verifica}$$

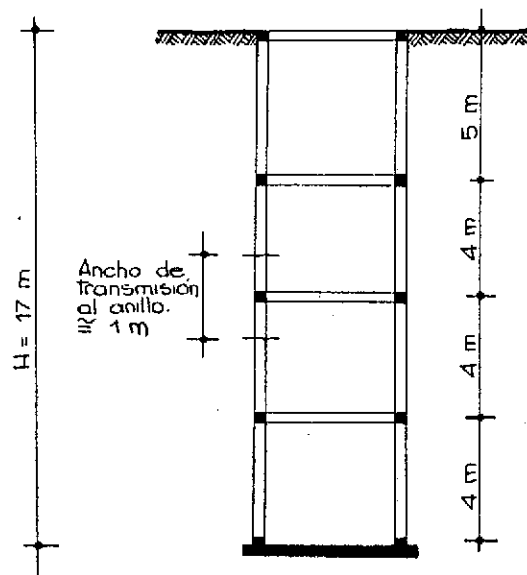
4.4- Máxima tensión en suelo fundación: se supondrá una base circular con $\phi = 4.74 \text{ m}$.

$$\text{Sup. base} : S = \frac{\pi \times 4.74^2}{4} = 17,6 \text{ m}^2 = 176.000 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso estimado fundación} = 17,6 \text{ m}^2 \times 0,50 \text{ m} \times 2.400 \text{ Kg/m}^3 = 21.120 \text{ Kg} \approx 21 \text{ tn}$$

$$\sigma_{\text{suelo}} = \frac{63.000 + 21.000}{176.000} = 0,48 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} (\text{estimado } 0,8 \text{ Kg/cm}^2)$$

4.5- Esquema de estructura (aproximado)



4.6- Tensión en mampostería (debido a empuje lateral)

$$N = P \cdot r$$

P = empuje lateral

r = radio medio

$$N = 4.400 \times 2,22 \text{ m} = 9.768 \text{ Kg/m}$$

$$\sigma_{\text{mampost.}} = \frac{N}{\text{Sección mamp.}} = \frac{9.768 \text{ Kg/m}}{0,30 \text{ m}^2/\text{m}} = 32.560 \text{ Kg/m}^2 =$$

$$= 3,25 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm.}} (3,5 \text{ Kg/cm}^2) \text{ Verifica}$$

4.7. Anillos de H°A°

Se considera un anillo de mampostería que transmite su carga al anillo de H°A° de 0.50 m a cada lado del mismo.

$$\text{Esfuerzo normal: } N_{H^{\circ}A^{\circ}} = N \cdot \text{ancho} = 9768 \text{ Kg/m} \times 1,50 \text{ m} = 14652 \text{ Kg} \cong 14,7 \text{ tn}$$

Además se considera que medio anillo queda empotrado en la mampostería y que la otra mitad soporta la mampostería del tramo por encima de él (menos lo transmitido al suelo por fricción)

$$P = 63 \text{ tn} \times \frac{4 \text{ m}}{17 \text{ m}} = 14,8 \text{ tn} \cong 14.800 \text{ Kg}$$

Momento flector:

$$M_f \cong 0,7 \times R \times \frac{P}{2} = 0,7 \times 2,22 \times \frac{14,8}{2} \text{ tn m} \cong 11,5 \text{ tn m}$$

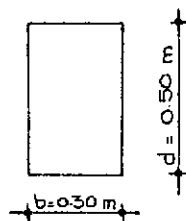
Momento torsor:

$$M_T = 0,3 \times R \times \frac{P}{2} = 0,3 \times 2,22 \times \frac{14,8}{2} \text{ tn m} = 4,9 \text{ tn m}$$

Esfuerzo de corte:

$$Q = \frac{P}{2} = 7,4 \text{ tn}$$

Se predimensiona el anillo con la siguiente sección:



Recubrimiento: para condiciones húmedas y H° H-I = 30 mm

Se dimensionará con armaduras de tracción y compresión simétricas.
Hormigón adoptado: H-13

$$\left[\begin{array}{l} \sqrt{b'k} = 130 \text{ Kg/cm}^2 \\ \beta_R = 105 \text{ Kg/cm}^2 \\ \beta_s = 4.200 \text{ Kg/cm}^2 \\ \gamma = 1,75 \end{array} \right.$$

Flexión compuesta:

Para el ábaco de interacción (Acero III; $h'/h = 0,10$)

$$n = \frac{N}{b \cdot d \cdot \beta_R} = \frac{-14.700}{30 \times 50 \times 105} = -0,093$$

$$m = \frac{M}{b \cdot d^2 \cdot \beta_R} = \frac{11,5 \times 10^5}{30 \times 50^2 \times 105} = 0,146$$

$$\Rightarrow \bar{\mu}_0 = 0,242$$

$$\mu_0 = \frac{\bar{\mu}_0}{\beta_s / \beta_R} = \frac{0,242}{40} = 0,006$$

$$F_e = F_e' = \mu_0 \cdot b \cdot d = 0,006 \times 30 \times 50 = 9 \text{ cm}^2$$

Corte:

$$\bar{\sigma}_0 = \frac{Q}{b_0 z} = \frac{7400}{30 \times 0.85 \times 47} = 6,17 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\bar{\sigma}_{012} < \bar{\sigma}_0 < \bar{\sigma}_{02})$$

zona de corte 2

$$\therefore \bar{\sigma} = \frac{\bar{\sigma}_0^2}{\bar{\sigma}_{02}} = \frac{6,17^2}{12} = 3,17 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_{\text{est}} = \bar{\sigma} \cdot b = 3,17 \text{ Kg/cm}^2 \times 30 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} = 9.510 \text{ Kg}$$

$$f_e \text{ est.} = \frac{T_{\text{est}} \cdot \psi}{\beta_s} = \frac{9510 \text{ Kg} \times 1,75}{4.200 \text{ Kg/cm}^2} = 3,96 \text{ cm}^2/\text{m} > f_e \text{ est. mínima}$$

$$(\text{Armadura mínima } [\frac{\text{cm}^2}{\text{m}}]) = \frac{b_0}{8} = \frac{30}{8} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Torsión:

$$MT = 4,9 \text{ Tn m}$$

$$f_e \text{ est.} = \frac{MT \cdot \psi}{2 F_m \beta_s}$$

$$F_m = 42 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} = 924 \text{ cm}^2$$

$$f_e \text{ est.} = \frac{4,9 \times 10^5 \text{ Kg cm} \times 1,75 \times 100 \text{ cm}}{2 \times 924 \text{ cm}^2 \times 4.200 \text{ Kg/cm}^2} = \frac{11 \text{ cm}^2/\text{m}}$$

$$\varepsilon f_e \text{ long} = \frac{MT \cdot \psi \cdot U_m}{2 F_m \beta_s}$$

$$U_m = 2(22 + 42) = 128 \text{ cm}$$

$$\varepsilon f_e \text{ long} = \frac{4,9 \times 10^5 \times 1,75 \times 128}{2 \times 924 \times 4.200} = \frac{14 \text{ cm}^2}{\text{m}} \quad \left(\begin{array}{l} 7 \text{ cm}^2 \text{ arm. sup.} \\ 7 \text{ cm}^2 \text{ " inf.} \end{array} \right)$$

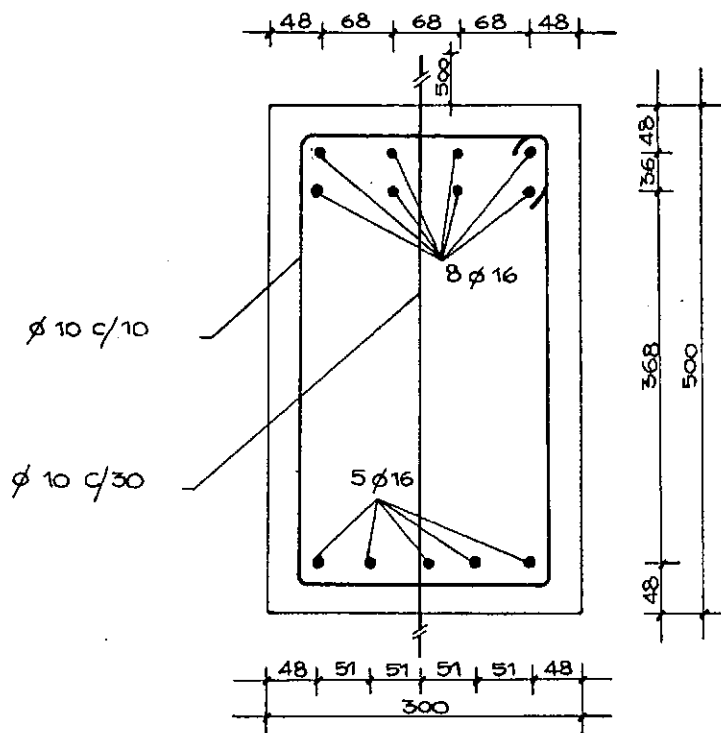
Dimensionamiento definitivo de la sección:

Armadura longitudinal: la superior (Traccionada a flexión compuesta y traccionada por torsión) tendrá $9 \text{ cm}^2 + 7 \text{ cm}^2 = 16 \text{ cm}^2$ (8 ϕ 16 en 2 capas)

La inferior (comprimida a flexión compuesta y traccionada por torsión) tendrá 9 cm^2 (5 ϕ 16 en 1 capa)

Los estribos tendrán una sección de $11 \text{ cm}^2/\text{m} + 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} = 14,75 \text{ cm}^2/\text{m}$
o sea ϕ 10 c/10 cm.

Para vincular los anillos a la mampostería se colocarán pelos ϕ 10 c/30 cm sobresaliendo 0.50 m del anillo. - El esquema definitivo es el siguiente:



Para el anillo superior, que no tiene las solicitaciones del resto de los anillos, se colocará una armadura simétrica de $4\phi 12$ y estribos de $\phi 8$ c/15 cm.

4.8.- Fundación: se efectuará mediante un cimiento circular de igual diámetro que el externo del pozo, vinculado al anillo perimetral.

La sobrecarga para el cálculo será:

$$p = \frac{63.000 \text{ Kg}}{176.000 \text{ cm}^2} = 0,36 \text{ Kg/cm}^2 = 3.600 \text{ Kg/m}^2$$

El momento máximo será:

$$M_f = \frac{p \cdot r^2}{6} = \frac{3.600 \times 2,37^2}{6} = 3370 \text{ Kgcm}$$

Dimensionado a flexión simple:

$$K_o^* = 1,719$$

$$h = K_z^* \sqrt{\frac{M_{ext}}{b \cdot \beta_R}} = 1,719 \sqrt{\frac{337.000 \text{ Kgcm} \times 1,75}{100 \text{ cm} \times 105 \text{ Kg/cm}^2}} = 12,9 \text{ cm}^2$$

La mínima altura para fundaciones es $d = 25 \text{ cm}$; la máxima tensión de corte admisible sin necesidad de armadura de corte es

$$\bar{E}_{011} = 3,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Considerando $Q_{\text{max.}} = \frac{3.600 \times 4,74}{2} = 8532 \text{ Kg}$, la altura necesaria será

$$h = \frac{Q_{\text{max.}}}{\bar{E}_{011} \times 0,85 \times 100} = \frac{8532}{3,5 \times 0,85 \times 100} = 28,7 \text{ cm, Tomando un recubri}$$

miento de 4 cm, se tiene $d \cong 33 \text{ cm}$ como altura adoptada.

$$F_e = \frac{M_{\text{en}}}{K_z \times h \times \beta_s} = \frac{337.000 \times 1,75}{0,85 \times 29 \times 4.200} = 5,7 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (12,5 \phi 8/\text{m}; \text{sep. } 8 \text{ cm})$$

En realidad la base no se comporta como simplemente apoyada sino que tiene un cierto grado de empotramiento en el anillo perimetral de rigidización.

$$M_f \text{ emp.} \cong \frac{p \cdot r^2}{12} = 1685 \text{ Kgm}$$

$$F_e \text{ inf.} = \frac{1,75 \times 168.500}{0,85 \times 29 \times 4.200} = 2,85 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (10 \phi 6/\text{m}; \text{sep. } 10 \text{ cm})$$

Debido a las características de la estructura, la armadura superior no será radial, sino que es preferible colocar la armadura en forma de malla ortogonal. - Por tal razón la armadura inferior no será con barras dobladas, sino que también será una malla.

4.9- Losa superior (tapa): losa circular simplemente apoyada.

Predimensionado: $d = 10 \text{ cm}$ (espesor mínimo c/tránsito)

Recubrimiento: $20 \text{ mm} \Rightarrow h = 8 \text{ cm}$

$$\begin{array}{l} \text{Cargas:} \\ \text{Peso propio: } 1 \text{ m}^2 \times 0,10 \text{ m} \times 2.400 \text{ Kg/m} = 240 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Sobrecarga:} = 100 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Carga de cálculo:} = 340 \text{ Kg/m}^2 \end{array}$$

$$M_f = \frac{p \cdot r^2}{6} = \frac{340 \times 2,37^2}{6} = 318 \text{ Kgm}$$

Se considerará un momento flector de signo contrario considerando el supuesto que la losa sea levantada con ganchos a $1/3$ de la luz.

$$l = 1/3 \phi = \frac{4,74}{3} = 1,58 \text{ m}$$

$$M_f \text{ sup.} = \frac{240 \times 1,58^2}{2} = 300 \text{ Kgm} \quad (\text{ya tiene en cuenta un posible efecto dinámico porque no se ha considerado el aliviamiento de momentos})$$

La altura crítica es:

$$h = 1,719 \sqrt{\frac{1,75 \times 31800}{100 \times 105}} \cong 4 \text{ cm } (< h \text{ adoptado ; verifica)}$$

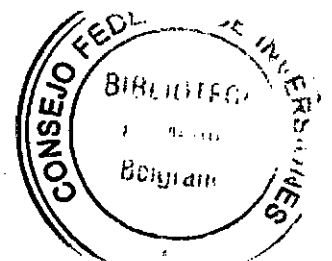
$$F_e \text{ inf.} = \frac{M_{en}}{k_z \times h \times \rho_s} = \frac{1,75 \times 31800}{0,85 \times 8 \times 4200} = 1,95 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (7 \phi 6/\text{m} ; \text{sep. } 14 \text{ cm})$$

$$F_e \text{ sup.} = \frac{1,75 \times 30000}{0,85 \times 8 \times 4200} = 1,84 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (6,7 \phi 6/\text{m} ; \text{sep. } 15 \text{ cm})$$

Verificación al corte :

$$Q \text{ max.} = \frac{340 \times 4,74}{2} = 806 \text{ Kg}$$

$$\tau = \frac{806}{0,85 \times 8 \times 100} = 1,2 \text{ Kg/cm}^2 < 3,5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (verifica.)}$$



PLANILLAS DE ESTRUCTURAS

ANILLOS DE RIGIDIZACIÓN

Nº de anillo	Sección de hormigón	Mom. flector (tnm)		Mom. torsor (tn m)	Esf. de corte (tn)	Armadura		Estribos	Pelos de vincul.
		(-)	(+)			Sup.	Inf.		
II, III y IV.	0.30 x 0.50 (m)	11,5	0	4,9	7,4	8 ϕ 16 2 capas	5 ϕ 16 1 capa	ϕ 10 c/10 cm 2 ramas	1 ϕ 10 c/30 cm
I	0.30 x 0.50 (m)	Sin cálculo Armadura de rigidización			0,6%	4 ϕ 12 1 capa	4 ϕ 12 1 capa	ϕ 8 c/15 cm 2 ramas	1 ϕ 10 c/30 cm

VIGA DE BORDE

Sección de hormigón	Mom. flector (tnm)		Momento torsor (tn m)	Esf. de corte (tn)	Armadura		Estribos	Pelos de vinculac.
	(-)	(+)			Sup.	Inf.		
0.30 x 0.50 (m)	11,5	0	4,9	7,4	8 ϕ 16 2 capas	5 ϕ 16 1 capa	ϕ 10 c/10 cm 2 ramas	1 ϕ 10 c/30 cm

LOSA CIRCULAR DE FUNDACIÓN

Altura (m)	Mom. flector (tnm)		Esf. de corte (tn)	Armadura				Armad. de corte
	(+)	(-)		x	y	x	y	
0.33	1,69	3,37	8,53	ϕ 6 c/10 cm	ϕ 6 c/10 cm	ϕ 8 c/8 cm	ϕ 8 c/8 cm	No lleva

LOSA SUPERIOR (TAPA)

Altura (m)	Mom. flector (tnm)		Esf. de corte (tn)	Armadura		Armadura de corte
	(+)	(-)		Inf.	Sup.	
0,10	0,32	0,30	0,81	ϕ 6 c/14 cm	ϕ 6 c/15 cm	No lleva

HORMIGÓN

HORMIGÓN		ACERO	
Tipo	H-13	Tipo	AB-420 - DN AB-420 - DM
Resist. característica f_{bk}	130 Kg/cm ²	Limite de fluencia f_s	4.200 Kg/cm ²
Resist. de cálculo β_R	105 Kg/cm ²		

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Con el objeto de definir los parámetros incidentes en la obra de captación, se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Con relación a la Morfología del relieve y la hidroquímica de las aguas subterráneas, se aconseja ubicar la captación en el eje de la cañada entre las perforaciones N°13 y 5 según carta N°1.
- Si se desea utilizar el tendido de la red eléctrica de la ruta Plan Matriz, y al mismo tiempo aprovechar las represas existentes ubicadas junto a la perforación de Estudio N°1, la captación proyecto se situará contigua a ésta.
- Se aconseja realizar una captación de gran diámetro para lograr efectos de almacenamiento y producir descensos despreciables con relación al tiempo. Debido a la baja transmisividad del acuífero, no es aconsejable producir descensos importantes en el tiempo, para evitar problemas de colapsabilidad en el entorno al pozo.
- En virtud de la baja permeabilidad (1 m/d) se debe tener en cuenta que se tiene un condicionante en la explotación, que se traduce en conocer el caudal crítico de extracción. Según ensayos realizados se estima que éste no debe ser superior a los 1500 l/h, previendo un descenso neto no mayor de 4 m, respecto al actual nivel freático.

El caudal seguro es el de recuperación que está en función de la superficie

filtrante y el descenso que se provoca a regimen permanente.

El caudal de recuperación diario en dos pozos de 4 m de diámetro c/u, para una depresión de 4 metros es de $64 \text{ m}^3/\text{día}$. Considerando 14 hs. de recuperación el volúmen de almacenamiento total será de $37,1 \text{ m}^3$ garantizando la demanda calculada.

La construcción de pozos de gran diámetro, contribuye a reducir los costos de energía y al mismo tiempo mayor funcionabilidad del sistema. Sólo será necesario cada 24 hs. activar y desactivar el equipo de bombeo.

Realizar muestreos mensuales de agua en cada pozo, que consistirá en la toma de dos muestras; al iniciar y finalizar el bombeo respectivamente. El objeto de este muestreo, controlar las variaciones hidroquímicas en el tiempo.

Cuatro veces en forma secuencial o aleatoria se muestrearán ambos pozos para su correspondiente análisis bacteriológico o cuando se considere conveniente.

Debe tenerse en cuenta que la explotación del acuífero se halla circunscripta a pequeñas áreas dentro de la región. Las reservas reguladoras provienen de la recarga local a través de las precipitaciones.

La garantía de explotación exige una regulación del recurso subterráneo, dependiendo éste de la recarga. Vale decir que la explotación es racional cuando comprende un 50% de la recarga. A medida que se observe una disminu-

ción del módulo pluviométrico y los consecuentes niveles freáticos, en relación proporcional a éste debe disminuirse la explotación.

El pozo proyecto a ejecutarse, según los cálculos efectuados, tendrá un diámetro efectivo de 4,74 m.-

BIBLIOGRAFIA

- BENITEZ, Alberto - " Captación de Aguas Subterráneas " - Editorial Ariel -
Barcelona.-
- BOJANICH, Esteban y RISIGA, Amilcar H. - " Contribución al Conocimiento
to de la Geohidrología de la Provincia de Santa Fe ".-
- BOJANICH, Esteban y RISIGA, Amilcar H. - "Recarga Artificial de Acuíferos
ros en Terrenos de Baja Permeabilidad ".-
- Academia Nacional de Ciencias Córdoba - 1972 - Geología Regional Argenti
tina.-
- Hidrología Subterránea - Custodio y Llamas - Tomos 1 y 2.-

*****ooo*****

A N E X O 1

Fenómenos de inestabilidad y agresividad

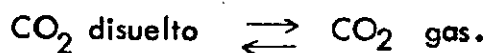
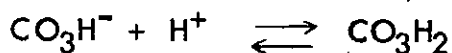
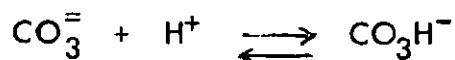
A N E X O 1

FENOMENOS DE INCRUSTABILIDAD Y AGRESIVIDAD

Estudio Analítico de la Muestra N°13 - Pozo de Estudio N°1:

Debido al carácter químico de las aguas, dentro del área, y particularmente en el punto de emplazamiento de la obra, se hace necesario realizar un balance semiestequiométrico respecto a los posibles efectos de agresividad e incrustabilidad debido a iones derivados del ácido carbónico.

Como es conocido, en un agua natural, existen iones $\text{CO}_3^{=}$ y CO_3H^- y CO_2 disuelto, en parte como tal, y en parte como H_2CO_3 y en ellos existen los siguientes equilibrios.



La adición de ácidos y bases desplazará la reacción hacia la derecha y hacia la izquierda respectivamente.

Cálculos de Agresividad a Caliza:

Según el análisis físico-químico del agua de la muestra N°13 y el de sedimentos de

la perforación de estudio PE N°1, se puede esperar las posibles siguientes reacciones químicas:

Error de Análisis (E)

$$E = \frac{\sum \text{Cat} - \sum \text{An}}{\sum \text{Cat} + \sum \text{An}} \times 200 \quad \text{perfectamente balanceado.}$$

Residuo Seco (R.S.)

valor determinado = 311 ppm.

valor calculado = Conduct. Eléct./1,4 = 342 ppm.

$$\text{R.S.} = \sum \text{cat} + \sum \text{an} - 1/2 \text{CO}_3\text{H}^- = 367 \text{ ppm.}$$

El calculado es algo mayor al determinado. Consta que la Alcalinidad total coincide con los CO_3H^- determinados.

$$\text{Alc. Total} = 230 \text{ ppm Ca CO}_3 = 230/50 \text{ ppm} = 4,6 \text{ me/l de CO}_3\text{H}^-$$

Bicarbonatos

valor determinado $\text{CO}_3\text{H}^- = 281 \text{ ppm}$

valor calculado $\text{CO}_3\text{H}^- = 1,22 \text{ TAC} = 280,6 \text{ ppm.}$

Igual al determinado.

Dureza Total

valor determinado $D_t = r \text{ Ca} + r \text{ Mg} = 0,65 + 0,08 = 0,73 \text{ me/l.}$

valor calculado $D_t = \text{ppm CO}_3\text{Ca}/50 = 0,72 \text{ me/l.}$

Corrobora su correcta determinación en laboratorio.

CO₂ de Equilibrio

Aplicando la fórmula de Tillmans se tiene:

$$\text{pH} = 7 - \log \frac{3}{0,61} \times \frac{\text{CO}_2}{\text{TAC}}$$

$$7,67 = 7 - \log 4,91803 \times \frac{\text{CO}_2}{230}$$

$$7,67 = 6,9969 \text{ CO}_2 \Rightarrow \text{CO}_2 = 1,096 \text{ ppm} \quad (1)$$

Con este dato se relacionará él de equilibrio, Observando las curvas de Tillmans y Medinger para obtener pH y CO₂ de equilibrio de solución de Ca CO₃ a partir de la alcalinidad TAC teniendo en cuenta la temperatura.

Se tiene: pH = 7,25

$$\text{CO}_{2\text{eq}} = 28,5 \text{ ppm} \quad (2)$$

En este caso se tiene que el CO₂ combinado o disuelto (1) es menor que él de equilibrio (2), por tanto el agua tendrá un carácter agresivo.. (capacidad de disolver Ca CO₃).

Solubilidad del Yeso:

La solubilidad del yeso (Ca SO₄ 2 H₂O) a 20° C para una fuerza iónica será:

Fuerza Iónica (μ)

$$= \frac{1}{2000} (\sum z_1 \cdot c_1)$$

siendo: "Z" cationes y aniones en me/l.

"C" cargas de los iones en cuestión.

$$= \frac{1}{2000} [(0,65 \times 2) + (0,08 \times 2) + (1,42 \times 2) + (5,69 + 4,61 + 0,39)]$$

$$= 7,5 \cdot 10^{-3}$$

Según Schoeller 1962 (gráfico Vs Solub. del yeso)

es de 2,2 gr/kg de solución acuosa ClNa a 20 °C.

es decir para una concentración de Res. Seco de 311 ppm 1 kg, es igual

a 1 litro por lo que:

$$2,2 \text{ gr/kg} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ mg/l} = 0,15 \text{ me/l de CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} / \text{ litro de disolución.}$$

OBSERVACIONES:

Las condiciones hidroquímicas de la muestra analizada revelan una capacidad de disolución de Carbonatos, es decir presentan cierta agresividad. No obstante, indica baja capacidad para disolver Sulfatos.

Según los datos de laboratorio, (Muestra N°13) no afirma lo antedicho, es decir

que se presenta como incrustante y con gran capacidad de disolución de Sulfatos. Por otra parte es evidente un intercambio catiónico Ca-Na, consecuencia que determina un agua del tipo Bicarbonatada Sódica. Esto solo puede encontrarse en equilibrio meta-estable, a veces producido por el estacionamiento de la muestra entre el momento de extracción y el de análisis.

A N E X O 2

Datos poblacionales de la localidad "El Colorado" - Dpto. J. F. Ibarra

ANEXO 2

DATOS POBLACIONALES DE LA LOCALIDAD "EL COLORADO"

DPTO. JUAN FELIPE IBARRA

A. CENSOS NACIONALES.

De la revisión de antecedentes se determinó que la localidad de El Colorado del Departamento Juan Felipe Ibarra corresponde a la Fracción Censal 9 - Radio Censal 5 y en la Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia se recopilaron los datos referidos a los Censos Nacionales de Población y Viviendas correspondientes a los años 1970 y 1980. Del posterior procesamiento se estableció la tasa media anual de crecimiento y se estimó la proyección al año 2.000.

Según el Censo de 1970, los datos son los siguientes:

Población total:	231 personas	(Varones: 127
		(Mujeres: 104

Los datos del Censo de 1980 son:

Población total:	293 personas	(Varones: 156
		(Mujeres: 137

Las estadísticas vitales registradas en el período 1980/85 son las siguientes:

<u>A Ñ O</u>	<u>NACIMIENTOS</u>	<u>DEFUNCIONES</u>
1980	5	-
1981	22	2
1982	21	-
1983	24	-
1984	27	1
1985	18	18

Tal estadística es incompleta y no sirve a los cálculos poblacionales ya que las defunciones no están todas allí registradas, pues los decesos debidos a problemas de salud no se producen por lo general en El Colorado, debido que a los pacientes se los trasladan a centros urbanos que poseen una cierta infraestructura asistencial y es en esos lugares donde se inscriben. Parecería que esta anomalía tiende a corregirse, pues a partir de 1985 con el establecimiento en la localidad de un médico residente de acción radiante, los valores se toman más reales.

La tasa media anual de crecimiento se establece por la aplicación de la fórmula:

donde: r = Tasa media anual de crecimiento.

t = Período en años.

P_o = Población al comenzar el período.

P_r = Población al terminar el período.

$$r = \sqrt[t]{\frac{P_r}{P_o} - 1} \times 1.000$$

Así, para el período que media entre los dos últimos censos nacionales efectuados (1970/80), la tasa media anual se calcula con $t = 10$ - $P_0 = 231$ y $P_t = 293$:

$$r = \sqrt[10]{\frac{293}{231} - 1} \times 1.000 = 24,06 \text{ ‰}$$

La proyección de la población total de El Colorado a partir de las existencias determinadas por el Censo Nacional de 1980 (293) y con una tasa media anual de crecimiento determinada para el período 1970/80 (24,06 ‰), sería en el año 2.000 de 440 habitantes.

Dado que el ejido urbano de El Colorado a servir con las obras de provisión de agua, es mucho menor que el Radio censal que determinan las estadísticas previas, fué que se decidió en la realización de un censo poblacional por parte de la U.T.O. Santiago del Estero.

ENCUESTA SOCIO-ECONOMICA

LOCALIDAD: FECHA: .../.../...

MANZANA/LOTE/SECTOR:

1.- ENTREVISTADO

Parentesco :..... Sexo :..... Edad :.....

2.- V I V I E N D A

2.1.- Destino del edificio :.....

2.2.- Régimen de ocupación :.....

2.3.- M a t e r i a l e s :.....

2.3.1.- Paredes :.....

2.3.2.- Techos :.....

2.3.3.- Pisos :.....

2.3.4.- Revoques :.....

2.4.- E x c r e t a s :.....

SUMA DE PUNTAJE

2.5.- Estado de conservación :.....

PRODUCTO

2.6.- Abastecimiento de agua :.....

2.6.1.- Cantidad diaria (lts):.....

2.6.2.- Precio unitario (A/l):.....

3.- H A B I T A N T E S

A N O S
Hasta 6 De 7 a 12 De 13 a 18 De 19 a 50 Más de 50 TOTAL

3.1.- Masc. :.....

3.2.- Fem'. :.....

3.3.- Total Grupo Familiar

4.- INSTRUCCION DEL JEFE DE FAMILIA :.....

5.- OCUPACION DEL JEFE DE FAMILIA :.....

6.- SITUACION LABORAL :.....

7.- INGRESOS DEL GRUPO FAMILIAR

7.1.- N° de miembros q' trabajan :.....

7.2.- Ingreso total (A/mes) :.....

8.- U S O D E L A G U A P A R A B E B I D A

8.1.- Calidad del agua :.....

8.2.- Cómo la usa ? :.....

8.3.- Origina enfermedades ? :..... Cuáles ? :.....

8.4.- Enfermos en la familia ? :..... Cuáles ? :.....

FACSIMIL n° 1 - INSTRUMENTO DE LA ENCUESTA

- 9.- CANALES DE INFORMACION 1..... 1..... 1..... 1.....
- 10- NECESIDADES MAS SENTIDAS 1..... 1..... 1..... 1.....
- 11- ACTITUDES HACIA LA ACCION COMUNITARIA 1.....
- 12- APORTES POSIBLES 1..... 1..... 1.....
- 13- L I D E R A Z G O

13.1.- Integraría una comisión ? 1.....

13.2.- Personas con las que trabajaría ?

⊕

13.3.- Personas para organizar tareas ?

⊕

O B S E R V A C I O N E S :

INSTRUCCIONES PARA EL LLENADO DE LA ENCUESTA

Encuesta n°: En cada casillero se anotará un dígito comenzando por el O.C.I. El mismo número en el plano adjunto en el lugar que correspondiese a la vivienda.

Localidad/Fecha: Las que correspondiesen.

Manzana/Lote/Sector: Idem si existieren

1.- ENTREVISTADO: Según la respuesta colocar el código (n°)

Parentesco: Madre o Padre (1) - Hijo/a (2) - Otros (3).

Sexo: Masculino (1) - Femenino (2).

Edad: En años.

2.- VIVIENDA: Según respuesta colocar el código (n°)

2.1.- Destino: Familiar(1)-Industria(2)-Comercio(3)-Mixto(4)-Público(5).

2.2.- Régimen: Propietario(1)-Alquilado total(2)-Alquilado parcial(3)- Préstamo de uso(4)-Intruso(5)-Otros(6).

2.3.- Materiales

2.3.1.- Paredes: Ladrillo(1)-Bloques(2)-Adobe/Chorizo(3)-Madera(4)-Chapas(5)-Otros(6).

2.3.2.- Techos: Tejas(1)-Losa cemento(2)-Chapas cinc(3)-Chapas fibrocemento(4)-Chapas cartón(5)-Caña/Tierra/Paja(6)-Otros(7).

2.3.3.- Pisos: Mosaico(1)-Madera(2)-Cemento(3)-Ladrillo(4)-Tierra(5)-Otros(6).

2.3.4.- Revoques: Si (1) - No (2).

2.4.- Excretas: Baño exclusivo(1)-Baño compartido(2)- Letrina exclusiva (3)-Sin letrina ni baño(4).

2.5.- Estado Conservación: Bueno(1)-Regular(2)-Malo(3).

SUMA DE PUNTAJES Y PRODUCTO: Reservados para posterior procesamiento

2.6.- Abastecimiento agua: Grifo público(1)-Pozo c/bomba mano(2)-Pozo c/motobom.(3)-Pozo a balde(4)-Aljibe(5)-Río, canales, acequias(6)-Represa(7)-La compra(8)-Otras formas(9).

Si compra agua (8): Cantidad diaria (lts.)-Precio por litro (A).

3.- HABITANTES: Con números según categorías de edad y sexo.

4.- INSTRUCCION: Ninguna(1)-Primaria incompl.(2)-Primaria(3)-Secundaria incompl.(4)-Secundaria(5)-Terciaria N.U.incompl.(6)-Terciaria N.U.(7)-Universitaria incompl.(8)-Universitaria(9).

5.- OCUPACION: Industria(1)-Comercio(2)-Agricultura/Afines(3)-Minería(4)-Transporte(5)-Profesional/Técnico(6)-Docencia(7)-Empleado Público(8)-Tareas Domésticas(9)-Otros(10)-Desocupado(11).

6.- SITUACION LABORAL: Patrón(1)-Empleado(2)-Obrero(3)-Independiente(4)-Jubilado/Pensionado(5)-Otros(6).

7.- INGRESOS GRUPO FAMILIAR: En (7.1) anotar el número de integrantes que trabajan y que aportan a los gastos del grupo familiar. En (7.2) con la suma de tales ingresos.

8.- USO DEL AGUA PARA BEBIDA: Según la respuesta colocar el código (n°).

8.1.- Calidad: Buena(1)-Mala(2)-No sabe(3)

8.2.- Como la usa ?: Como la recibe(1)-La hierve(2)-La filtra(3)-Le pone cloro(4)-Otros(5).

8.3.- Origina enfermedades ?: Si(1)-No(2) Cuales ?: Ver código

8.4.- Enfermos en la flia. ?: Si(1)-No(2) Cuales ?: Ver código

Código de enfermedades debidas al agua: Tifoidea(1)-Diarreas(2)-Transtor
nos digestivos(3)-Parásitos(4)-
Hepatitis(5)-Infecciosas(6).

9.- CANALES DE INFORMACION: Según las respuestas se colocan los códigos.
Las respuestas pueden ser varias y el orden
en que se colocan indican las prioridades. La codificación es:

Vecinos(1)-Propaladora(2)-Carteles(3)-Diarios/Revistas(4)-Radiofonia
(5)-Televisión(6)-Otros(7).

10.- NECESIDADES MAS SENTIDAS: Según las respuestas se colocan los códigos.
Las respuestas pueden ser varias y el orden
en que se colocan indican las prioridades. La codificación es:

Agua p/bebida(1)-Agua p/riego(2)-Cloacas(3)-Electricidad(4)-Pavimen-
to(5)-Gas(6)-Teléfonos(7)-Servicios públicos(8)-Otros(9).

11.- ACTITUDES ...: Según la respuesta se coloca el código (n°).

Muy favorable(1)-Favorable(2)-Indeciso/Indiferente(3)
-Desfavorable(4)-Decididamente desfavorable(5).

12.- APORTES ...: Según la respuesta se coloca el código (n°).

Mano de obra(1)-Dinero(2)-Materiales(3)-Transporte(4)-
Mixto(5)-Otro(6).

13.- LIDERAZGO:

13.1.- Integraría una comisión ?: Según la respuesta se colocá el código
Si(1)-No(2)-Indeciso(3).

13.2.- Personas con las que trabajaría ?: Se colocan las personas que /
nombre el encuestado.

13.3.- Personas para organizar tareas ?: Idem anterior.

OBSERVACIONES: Es una pregunta abierta.

Colocar todo lo que el entrevistado quiera decir sobre el
tema y no esté comprendido en esta encuesta.

B. CENSO POBLACIONAL (Octubre 1986)

A los efectos de determinar la demanda hídrica en la localidad de El Colorado, para establecer los debidos parámetros en el Proyecto Ejecutivo de la Obra II del Plan "Obras de Retención y Regulación en Cañadas del Chaco Ondulado", se efectuó un censo poblacional en su ejido según las normas seguidas por el Servicio Nacional de Agua Potable (S.N.A.P.).

Dicho relevamiento fué realizado en el mes de Octubre de 1986 por el personal docente de la Escuela Provincial de El Colorado, y supervisado como así procesado por la Unidad Técnica Operativa "Santiago del Estero" del Convenio Bajos Submeridionales.

El instrumento utilizado en esta encuesta fué una adaptación, por razones de economía, solo en el diseño de las planillas habituales del S.N.A.P. pero respetando las normas antes citadas aún en el convencimiento de que varias preguntas y/o codificaciones no son las apropiadas para el medio rural en el que se actuó (Fascimiles 1 y 2).

La síntesis de los datos relevados en el censo son:

1. Datos Poblacionales.

1.1. Población Total.

Para el cálculo de la demanda hídrica en la localidad de El Colorado (Dpto. Ibarra), se considera para su ejido urbano la cantidad de

257 habitantes.

A esa población estable se le deberá sumar 54 alumnos provenientes del ámbito rural, concurren a la Escuela local y permanecen en ella gran parte del día durante no menos de 8 meses al año.

1.2. Población según categorías de edad y sexo.

La discriminación de la población según categorías de edad y sexo, porcentajes y la relación "masculino/femenino" se resumen en el cuadro:

Años \ Sexo	Hasta 6	De 7 a 12	De 13 a 18	De 19 a 50	Más de 50	Total
Masculino	27	23	17	40	18	125
Femenino	34	31	10	(a) 41	13	129
T O T A L	61	54	27	81	31	254
%	24,0	21,3	10,6	31,5	12,2	100,0
Relación Másc./Fem.	0,79	0,74	1,70	0,98	1,38	0,97

(a): No se han considerado en este cuadro a las integrantes de una congregación religiosa de la localidad (3 habitantes -Femenino De 19 a 50 años).

1.3. Conformación de los Grupos Familiares.

	N° miembros del Grupo Familiar			Total
	2 a 4	5 a 7	8 ó más	
Grupos familiares	24	18	7	49
N° de personas	73	110	71	254
Composición media	3,04	6,11	10,14	5,18

2. Datos Habitacionales.

2.1. Destino y régimen de ocupación.

El destino de las edificaciones y el régimen de tenencia o de ocupación de las mismas se muestran en el cuadro:

Tenencia		Propie_ tario	Alqui_ lado total	Préstamo de uso	Intru_ so	Total	
Destino							
Familiar		29	1	11	6	47	85,4
Comercial		1	-	-	2	3	5,4
Público		2	-	-	-	2	3,8
Mixto		2	-	1	-	3	5,4
TOTAL	N° %	34 61,8	1 1,8	12 32,7	8 3,7		

2.2. Materiales de construcción.

Los datos relevados en el censo muestran un total de 55 viviendas y/o edificaciones (Plano N°1), que según los materiales de construcción de las paredes, techos y pisos se discriminan de la siguiente manera:

2.2.1. Catorce (14) viviendas tipo rancho con paredes de adobe/chorizo, techos de paja/tierra y pisos de tierra, representando el 25,5% del total de edificios.

Conforman en su mayoría la antigua localización de El Colorado, estando situadas en la propiedad rural del Sr. José Figueroa y aledañas al actual emplazamiento de esta localidad.

La mitad presenta revoques en las paredes. Tres de las sin revoques no tienen baños ni letrina. Las restantes, letrinas.

La mitad presenta un regular estado de conservación y el resto un mal estado.

2.2.2. Una (1) vivienda con paredes de madera, techos de chapas de cinc y pisos de tierra. Representa el 1,8% del total. El lugar para excretas es una letrina y se encuentra en regular estado de conservación.

2.2.3. Las restantes viviendas presentan como características común que las paredes están construidas con ladrillos, variando el material de los techos y pisos. Se discriminan en número y porcentuales según el siguiente cuadro:

	Techos	Losa de cemento	Chapas de cinc	Chapas de cartón	Mixto (ch. cinc y paja/tierra)
Pisos					
Mosaicos		3- 5,5%	1- 1,8%	-	-
Cemento		19-34,6%	11-20,0%	-	2-3,6%
Ladrillos		1-1,8%	1-1,8%	2-3,6%	-

Todas las de techo de losa de cemento con los distintos tipos de piso, y la vivienda con techo de chapas de cinc y piso de mosaicos, presentan revoques en las paredes, baños de uso exclusivo y se encuentran en buen estado de conservación. De las once viviendas con techo de cinc y piso de cemento, una carece de revoques y no posee baño ni letrina. Otra si bien con revoques carece de lugar para excretas. Las restantes con revoques y letrinas, salvo una que posee baño de uso compartido. Todas en buen estado de conservación.

La vivienda con techos de cinc y piso de ladrillos no tienen revoques en las paredes, más sí letrina y está en buen estado.

Las dos viviendas con techo mixto (cinc/paja) presentan revoques en paredes, letrinas y buen estado de conservación.

Finalmente, de las dos viviendas con techos de chapas de cartón, una carece de revoques y lugar de excretas con regular estado. La otra con esas mejoras y buen estado de conservación.

3. Agua para bebida.

3.1. Abastecimiento de agua.

Los datos relevados muestran que las viviendas se aprovisionan de agua de la siguiente manera:

Solamente de aljibe	18 viviendas	32,7 %
Con aljibe y compra de agua	9 "	16,4 %
Mediante compra solamente	22 "	40,0 %
Con pozo (a balde)	6 "	10,9 %

3.2. Cantidad diaria (litros/día) y precio (₡/litro).

La compra de agua a terceros, aún como práctica ocasional, parece

ser generalizada ya que solamente tres (3) respuestas han obviado dicha información. Las cantidades de agua referidas son variadas y responden al siguiente rango:

300 litros/día	1 caso
200 "	16 casos
150 "	2 "
100 "	31 "
50 "	2 "

Los precios están referidos a la cantidad de 200 litros y oscilan entre ₡ 0,75 y ₡ 0,50 para dicho volumen.

3.3. Calidad de agua.

La opinión sobre la calidad del agua utilizada para bebida traduce el general desconocimiento que se tiene de la misma. Las respuestas se agrupan de esta manera:

Buena	1 caso	1,8 %
Mala	7 casos	12,7 %
No sabe	47 casos	85,5 %

3.4. Forma de uso.

A la pregunta de ¿Cómo usa el agua para bebida? los datos revelados muestran una falta de prevención para una adecuada potabili-

zación:

Usada tal como se la recibe	80 %
Tratada previamente con cloro	20 %

3.5. El agua origina enfermedades ¿ Cuáles ?

La pregunta de referencia intenta medir el conocimiento que se tiene del agua como origen de enfermedades y de la importancia que le adjudica la comunidad a los aspectos sanitarios derivados. Las respuestas al primer interrogante, señalan el siguiente porcentaje:

Si	60,0 %
No	36,4 %
Sin respuesta	3,6 %

Las enfermedades mencionadas por el consumo de agua inapta, suman 42 frecuencias, siendo las respuestas las siguientes:

Diarreas	31 menciones	73,8 %
Trastornos digestivos	5 "	11,9 %
Parásitos	5 "	11,9 %
Hepatitis	1 "	2,4 %

3.6. Hubo enfermos en la familia ¿ Qué enfermedad ?

Sobre la experiencia del grupo familiar de enfermos debido a la ingestión de aguas no potables y que enfermedades sufrieron alguno

de sus miembros, las respuestas fueron:

Si	15 familias	27,3 %
No	38 "	69,1 %
Sin respuesta	2 "	3,6 %
Trastornos digestivos	13 casos	59,1 %
Parásitos	5 "	22,7 %
Diarreas	4 "	18,2 %

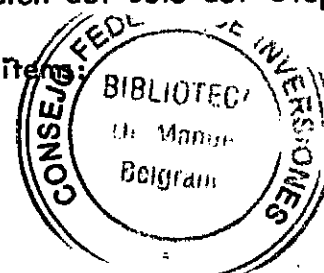
Estableciendo la relación entre enfermos en la familia y la forma de abastecimiento de agua en las viviendas, cabe señalar lo siguiente:

Abastecimiento por aljibe y compra	6 - 40,0 %
Con pozo (a balde)	1 - 40,0 % (+)
Mediante compra solamente	2 - 13,3 %
Solamente de aljibe	1 - 6,7 %

(+): La totalidad de los que usan esa forma de abastecimiento, han manifestado enfermos en el grupo familiar.-

4. Características del Jefe del grupo familiar.

En el censo poblacional de acuerdo a las normas del S.N.A.P. se realizan una serie de preguntas que hacen a la caracterización del Jefe del Grupo Familiar, las cuales se sintetizan en los siguientes ítems:



4.1. Instrucción.

Ninguna	3	6,1 %
Primaria incompleta	33	67,4 %
Primaria completa	7	14,3 %
Secundaria incompleta	2	4,1 %
Secundaria completa	3	6,1 %
Universitaria completa (b)1		2,0 %

(b): Médico residente y de acción radiante.

4.2. Ocupación.

Comercio	3	6,1 %
Agricultura y afines	9	18,4 %
Profesional	1	2,0 %
Docencia	2	4,1 %
Empleado público	5	10,2 %
Tareas domésticas	5	10,2 %
Otros (c)	21	42,9 %
Desocupados	3	6,1 %

(c): En su mayoría, braceros o sea trabajadores temporarios en cualquier ocupación (agrícola, obraje, trabajos públicos, etc.).-

4.3. Situación laboral.

Empleado	9	18,4 %
Obrero	15	30,6 %
Independiente	11	22,4 %
Jubilado/pensionado	4	8,2 %
Otros	10	20,4 %

5. Ingresos Mensuales.

La capacidad económica de la comunidad se analiza en las siguientes relaciones:

5.1. Número de miembros del grupo familiar que trabajan.

Se efectuaron las interrelaciones existentes entre Grupos Familiares, número de sus miembros que desarrollan una actividad laboral y los porcentajes de cada ítem, como así el porcentual de habitantes económicamente activos sobre la población total.

N° miembros del Grupo que Trabajan	Grupos Familiares		Habitantes económicamente activos		Porcentaje s/ población total
	N°	%	N°	%	
Un miembro	34	69,4	34	48,6	13,4
Dos miembros	10	20,4	20	28,6	7,9
Tres miembros	4	8,2	12	17,1	4,7
Cuatro miembros	1	2,0	4	5,7	1,6
TOTAL	49	100,0	70	100,0	27,6

5.2. Ingresos mensuales del grupo familiar.

Los ingresos mensuales se discriminan, según los montos (Australes), total de grupos familiares y los mismos grupos familiares por número de miembros económicamente activos.

Ingreso mensual	Grupos Familiares	Grupos según número, miembros que trabajan			
		Uno (1)	Dos (2)	Tres (3)	Cuatro (4)
30	1	1	-	-	-
35	1	1	-	-	-
50	7	7	-	-	-
60	4	4	-	-	-
70	1	1	-	-	-
80	3	1	1	1	-
100	6	6	-	-	-
110	1	1	-	-	-
120	3	2	1	-	-
125	1	1	-	-	-
130	2	2	-	-	-
140	1	-	1	-	-
150	1	-	1	-	-
180	1	-	1	-	-
200	7	4	1	2	-
210	1	1	-	-	-
250	2	2	-	-	-
300	2	-	1	1	-
350	1	-	-	-	1
400	1	-	1	-	-
450	1	1	-	-	-
500	1	-	1	-	-
Total					
≠/mes	7.300,00	3.975,00	2.195,00	780,00	350,00
Prome- dio	148,98	116,91	219,50	195,00	350,00

5.3. Ingresos mensuales por trabajador.

Lo visualizado en el ítem anterior ha llevado a establecer los ingre sos mensuales para cada uno de los habitantes económicamente acti- vos, los cuales se discriminan por rangos de montos, número y por- centaje de trabajadores comprendidos, total de ingreso y promedio para cada estrato.

	Trabajador		Total Ingreso de cada rango	Promedio rango
	N°	%		
Menos de 100 ≠	41	58,6	2.430	59,3
De 100 a 150 ≠	17	24,3	2.010	118,2
De 200 a 250 ≠	11	15,7	2.410	219,1
Más de 250 ≠	1	1,4	450	450,0
TOTAL	70	100,0	7.300	-

6. Otras características.

6.1. Canales de información.

Los canales de comunicación utilizados por la comunidad de la loca- lidad muestran estos porcentajes:

Radiofonía	40,0 %
Diarios y revistas	31,0 %
Vecinos	21,0 %

Televisión	5,0 %
Otros canales	3,0 %

6.2. Necesidades sentidas.

El relevamiento, muestra que las necesidades sentidas y prioridades asignadas son las siguientes:

Primera prioridad	Agua para bebida	100,0 %
Segunda prioridad	Servicio eléctrico	57,0 %
	Agua para riego	43,0 %
Tercera prioridad	Servicio eléctrico	54,0 %
	Agua para riego	46,0 %

6.3. Actitudes hacia la acción comunitaria.

La comunidad de El Colorado, muestra las siguientes actitudes ante la acción comunitaria que se realiza en esa comunidad.

Actitudes favorables	28 casos	57,1 %
Actitudes indecisas/indiferentes	18 casos	36,7 %
Actitudes desfavorables	1 caso	3,1 %
Sin respuesta a la pregunta	1 caso	3,1 %

6.4. Aportes posibles.

Respecto a los posibles aportes que la comunidad realizaría para cualquier emprendimiento comunitario, ha merecido la siguiente respuesta:

Aportes de mano de obra	30 casos	61,2 %
Aportes de dinero	9 casos	18,4 %
Aportes mixtos	6 casos	12,2 %

Sin respuesta a la pregunta 4 casos 8,2 %

6.5. Liderazgo.

Este ítem con tres interrogantes de los cuales el censo ahora efectuado a revelado datos de los dos primeros solamente y el resultado ha sido el siguiente:

6.5.1. ¿Integraría una comisión ?

Si	32 casos	65,3 %
No	7 casos	14,3 %
Sin respuesta	10 casos	20,4 %

6.5.2. ¿ Personas con las que trabajaría ?

De los 49 grupos familiares encuestados han referido a personas con las que trabajarían en comisiones para la acción comunitaria en 28 casos (57,1 %); mientras que las restantes 21 (42,9 %) no completaron la pregunta. Las personas nombradas señalan la siguiente frecuencia en las mencionadas:

Maestros	25 referencias	56,8 %
Religiosas	12 "	27,3 %
Médico	4 "	9,1 %
Enfermero	2 "	4,5 %
Vecinos	1 "	2,3 %

A N E X O 3

- Planillas de datos hidroquímicos (N° 1 y 2).
 - Clasificación hidroquímica de las aguas subterráneas (Cuadro N° 2).
 - Diagrama de clasificación de aguas.
- Ensayo de Bombeo P.E. N° 1 (Planilla N° 1) y Gráfico B.
- Ensayo de Bombeo P.E. N° 2 (Planilla N° 2) y Gráfico A.

FECHA		11-4-86	11-4-86	11-4-86	11-4-86	13-5-86	13-5-86	13-5-86	13-5-86
		1	2	3	4	5	6	7	8
LUGAR									
Indice									
Prof (m)									
Cota (m)									
C.E. $\mu\text{Scm } 25^{\circ}\text{C}$		810	1476	1128	1129	2517	1054	471	471
pH		8,31	8,30	7,05	8,51	8,35	7,23	7,55	7,63
Dureza Total CaCO_3 ppm		118	41	77	57	41	397	144	257
ani. (mg/l)	CO_3H^-	360	916	708	244	1248	232	220	244
	SO_4	45	78	Vest.	264	Vest.	236	15	37
	Cl^-	21	21	28	49	14	28	7	7
	NO_3	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ^a		426	1015	736	557	1262	496	242	288
cat. (mg/l)	Na^+	123	402	235	220	440	35	26	3
	K^+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ca^{++}	28	6	24	17	4	123	37	65
	Mg^{++}	12	6	4	3	7	21	12	18
Σ^c		163	414	263	240	451	179	75	86
ani. (me./l)	CO_3H^-	0 ¹⁰	16 ¹	11 ⁶	4 ²⁰	23 ⁴	3 ⁸	3 ⁶⁰	4 ⁰
	SO_4	0 ⁹⁴	1 ⁶	<0,05	5 ⁵	<0,05	4 ⁹	0 ²¹	0 ⁷⁷
	Cl^-	0 ⁵⁹	0 ⁶	0 ⁸	1 ³⁸	0 ⁴	0 ⁸	0 ¹⁹	0 ²⁰
	NO_3	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ^a		7 ⁶³	18 ³	12 ⁴	11 ⁰⁸	23 ⁸	9 ⁸	4 ¹⁰	4 ⁹⁷
cat. (me./l)	Na^+	5 ⁵⁴	17 ⁸	10 ²	9 ⁵⁶	18 ¹	1 ⁵²	1 ¹³	0 ¹³
	K^+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ca^{++}	1 ⁴⁰	0 ³	1 ²	0 ⁸⁵	0 ²	6 ¹⁵	1 ⁸⁵	3 ²⁵
	Mg^{++}	1 ⁰	0 ⁵	0 ³	0 ²⁵	0 ⁶	1 ⁷⁵	1 ⁰⁰	1 ⁵⁰
Σ^c		7 ⁷⁴	18 ³	11 ⁷	10 ⁶⁶	19 ⁹	9 ⁴²	3 ⁹⁸	4 ⁸⁸
%r CO_3H^-		79 ⁹	87 ⁹	93 ⁵	37 ⁹	98 ³	40	87 ⁸	80 ⁵
%r SO_4		12 ⁵	8 ⁷	-	49 ⁶	-	51 ⁶	7 ⁵	15 ⁵
%r $(\text{Cl}^- + \text{NO}_3^-)$		7 ⁷	3 ³	6 ⁴	12 ⁵	1 ⁷	8 ⁴	4 ⁶	4 ⁰
%r $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$		68 ⁹	95 ⁶	87 ²	89 ⁷	96	16	28 ⁴	2 ⁶
%r Ca^{++}		18 ¹	1 ⁶	10 ²	7 ⁹	1	65 ⁴	46 ⁸	65 ³
%r Mg^{++}		13	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁴	3	18 ⁶	25 ¹	30 ¹
relac. 6nicas	$r\text{Na}^+/r\text{K}^+$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$r\text{Mg}^{++}/r\text{Ca}^{++}$	0 ⁷¹	1 ⁶⁶	0 ²⁵	0 ²⁹	3 ⁰	0 ²⁸	0 ⁵⁴	0 ⁴⁶
	$r\text{SO}_4/r\text{Cl}^-$	1 ⁵⁹	2 ⁶⁶	-	3 ⁹⁸	-	6 ¹⁰	1 ⁶	3 ⁸⁵
	$r\text{Cl}^-/\text{CO}_3\text{H}^-$	0 ⁰⁹	0 ⁰⁵	0 ⁰⁷	0 ⁸²	0 ⁰²	0 ²¹	0 ⁰⁸	0 ⁰⁵
	i.c.b.	-8 ⁰⁵	-28 ²	-11 ⁷⁵	-5 ⁹³	-46 ⁷⁵	-0 ⁹	-4 ⁹	0 ³⁵
	k_r	3 ⁷	4 ²	5 ⁴	1 ⁶	4 ⁷	4 ⁵	2 ⁸	3 ⁷
%Error									
Laboratorio									

$$i.c.b. = r\text{Cl} - (r\text{Na} + r\text{K}) / r\text{Cl}$$

$$k_r = \sqrt[3]{r\text{Ca} \cdot (r\text{CO}_3\text{H})^2}$$

FECHA	15-5-86	11-4-86	24-7-86	25-7-86	24-7-86				
LUGAR	9	10	11	12	13				
Indice									
Prof (m)									
Cota (m)									
C.E. $\mu\text{S/cm } 25^{\circ}\text{C}$	2380	687	315	1782	479				
pH	8,32	8,40	7,03	8,05	7,67				
Dureza Total CaCO_3	180	31	103	43	36				
ani. (mg/l)	CO_3H^-	268°	293°	171°	981°	281°			
	SO_4	816°	20°	9°	76°	68°			
	Cl^-	85°	35°	22°	11°	14°			
	NO_3	-	-	-	-	-			
Σa	1169°	348°	202°	1068°	363°				
cat. (mg/l)	Na^+	469°	156°	15°	420°	151°			
	K^+	-	-	-	-	-			
	Ca^{++}	43°	4°	26°	9°	13°			
	Mg^{++}	17°	5°	9°	5°	1°			
Σc	529°	145°	50°	434°	145°				
ani. (mc/l)	CO_3H^-	4 ⁵⁹	5 ²⁰	2 ⁸	17 ²⁶	4 ⁸⁰			
	SO_4	17°	0 ⁴	0 ¹⁸	1 ⁵⁸	1 ⁴²			
	Cl^-	2 ⁴⁰	1°	0 ⁶²	0 ³¹	0 ³⁹			
	NO_3	-	-	-	-	-			
$\Sigma r a$	23 ⁹⁹	6 ⁶⁰	3 ⁶⁰	19 ¹⁵	6 ⁴¹				
cat. (mc/l)	Na^+	20 ³⁹	5 ⁹¹	0 ⁶⁵	18 ²⁶	5 ⁶⁹			
	K^+	-	-	-	-	-			
	Ca^{++}	2 ¹⁵	0 ²⁰	1 ³⁰	0 ⁴⁵	0 ⁶⁵			
	Mg^{++}	1 ⁴²	0 ⁴²	0 ⁷⁵	0 ⁴²	0 ⁰⁸			
$\Sigma r c$	23 ⁹⁶	6 ⁵³	2 ⁷⁰	19 ¹³	6 ⁴²				
$\%r\text{CO}_3\text{H}^-$	21 ²	78 ⁸	77 ⁷	90 ¹	72 ⁰				
$\%r\text{SO}_4$	78 ⁷	6°	5°	8 ²	22°				
$\%r(\text{Cl}^- + \text{NO}_3^-)$	10	15°	17 ³	1 ⁶	60°				
$\%r(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$	85	90 ⁵	24°	95 ⁴	88 ⁶				
$\%r\text{Ca}^{++}$	9	3°	48 ²	2 ³	10 ¹				
$\%r\text{Mg}^{++}$	6	6 ⁵	27 ⁸	2 ³	1 ²				
relac. iónicas	$r\text{Na}^+/r\text{K}^+$	-	-	-	-	-			
	$r\text{Mg}^{++}/r\text{Ca}^{++}$	0 ⁶⁶	2 ¹	0 ⁵⁷	0 ⁹³	0 ¹²			
	$r\text{SO}_4/r\text{Cl}^-$	7 ⁰⁰	0 ⁴	0 ²⁹	5 ⁸⁹	3 ⁶⁴			
	$r\text{Cl}^-/\text{CO}_3\text{H}^-$	-	0 ¹⁹	0 ²²	0 ⁶²	0 ⁰⁸			
i.c.b.	-7,5	-4 ⁹¹	-0 ⁰⁵	0 ⁰⁵	0 ¹⁷				
k_r	3 ⁵⁶	1 ⁷⁵	2 ¹⁷	5 ¹²	2 ⁵⁹				
%Error									
Laboratorio	LSA								

$$1cb = r\text{Cl} - (r\text{Na} + r\text{K}) / r\text{Cl} \quad k_r = \sqrt[3]{r\text{Ca} \cdot (r\text{CO}_3\text{H})^2}$$

CLASIFICACION HIDROQUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

CUADRO N° 2

Pozo n°	Muest. n°	Clasificación hidrogeoquímica según Shoeller (por los Iones)				Aptitud química p/ consumo humano
		Relación Iónica		Denominación	Tipo I/C.E.	
		Aniones	Cationes			
P ₁	1	CO ₃ H ⁻ > SO ₄ ²⁻ > Cl ⁻	Na ⁺ > Ca ⁺⁺ > Mg ⁺⁺	Bicarbonatada Sódica	6b/c-3	Apta
P ₂	2	CO ₃ H ⁻ > SO ₄ ²⁻ > Cl ⁻	Na ⁺ > Mg ⁺⁺ > Ca ⁺⁺	Bicarbonatada Sódica	6a/c-3	Inapta
P ₃	3	CO ₃ H ⁻ > Cl ⁻ > SO ₄ ²⁻	Na ⁺ > Ca ⁺⁺ > Mg ⁺⁺	Bicarbonatada Sódica	5-5/C3	Apta
P ₄	4	SO ₄ ²⁻ > CO ₃ H ⁻ > Cl ⁻	Na ⁺ > Ca ⁺⁺ > Mg ⁺⁺	Sulfatada Sódica	4-b/C3	Apta
P ₅	5	CO ₃ H ⁻ > Cl ⁻ > SO ₄ ²⁻	Na ⁺ > Mg > Ca	Bicarbonatada Sódica	5-0/c4	Inapta *
P ₆	6	SO ₄ ²⁻ > CO ₃ H ⁻ > Cl ⁻	Na > Mg > Ca	Mixta	-/C3	Apta
P ₇	7	CO ₃ H ⁻ > SO ₄ ²⁻ > Cl ⁻	Ca > Na > Mg	Bicarb. Cálcico - Sódica	6e/c-2	Apta *
P ₈	8	CO ₃ H ⁻ > SO ₄ ²⁻ > Cl ⁻	Ca ⁺⁺ > Mg ⁺⁺ > Na ⁺	Bicarbonatada Cálcica	6f/c-2	Apta *
P ₉	9	SO ₄ ²⁻ > CO ₃ H ⁻ > Cl ⁻	Na > Ca > Mg	Sulfatada Sódica	4b/c-4	Inapta *
P ₁₀	10	CO ₃ H ⁻ > SO ₄ ²⁻ > Cl ⁻	Na > Mg > Ca	Bicarbonatada Sódica	6a/c-2	Apta
P ₁₁ (P _E 2)	11	CO ₃ H ⁻ > Cl ⁻ > SO ₄ ²⁻	Ca > Mg > Na	Bicarbonatada Cálcica	5f/c-2	Apta
P ₁₂ (P _E 3)	12	CO ₃ H ⁻ > SO ₄ ²⁻ > Cl ⁻	Na > Ca > Mg	Bicarb. Sódico - Cálcica	6b/c-3	Inapta *
P ₁₃ (P _E 1)	13	CO ₃ H ⁻ > SO ₄ ²⁻ > Cl ⁻	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada Sódica	6b/c-2	Apta *

* Contenido elevado de Arsénico

DIAGRAMA DE CLASIFICACION DE AGUAS (Según Piper)

Indice	Res. Seco (ppm)	Profund. (m)
1	567	
2	1043	
3	779	
4	789	
5	1767	
6	739	
7	330	
8	342	
9	1667	
10	541	
PE.2 11	204	12.0
PE.3 12	1158	9.20
PE.1 13	311	10.30

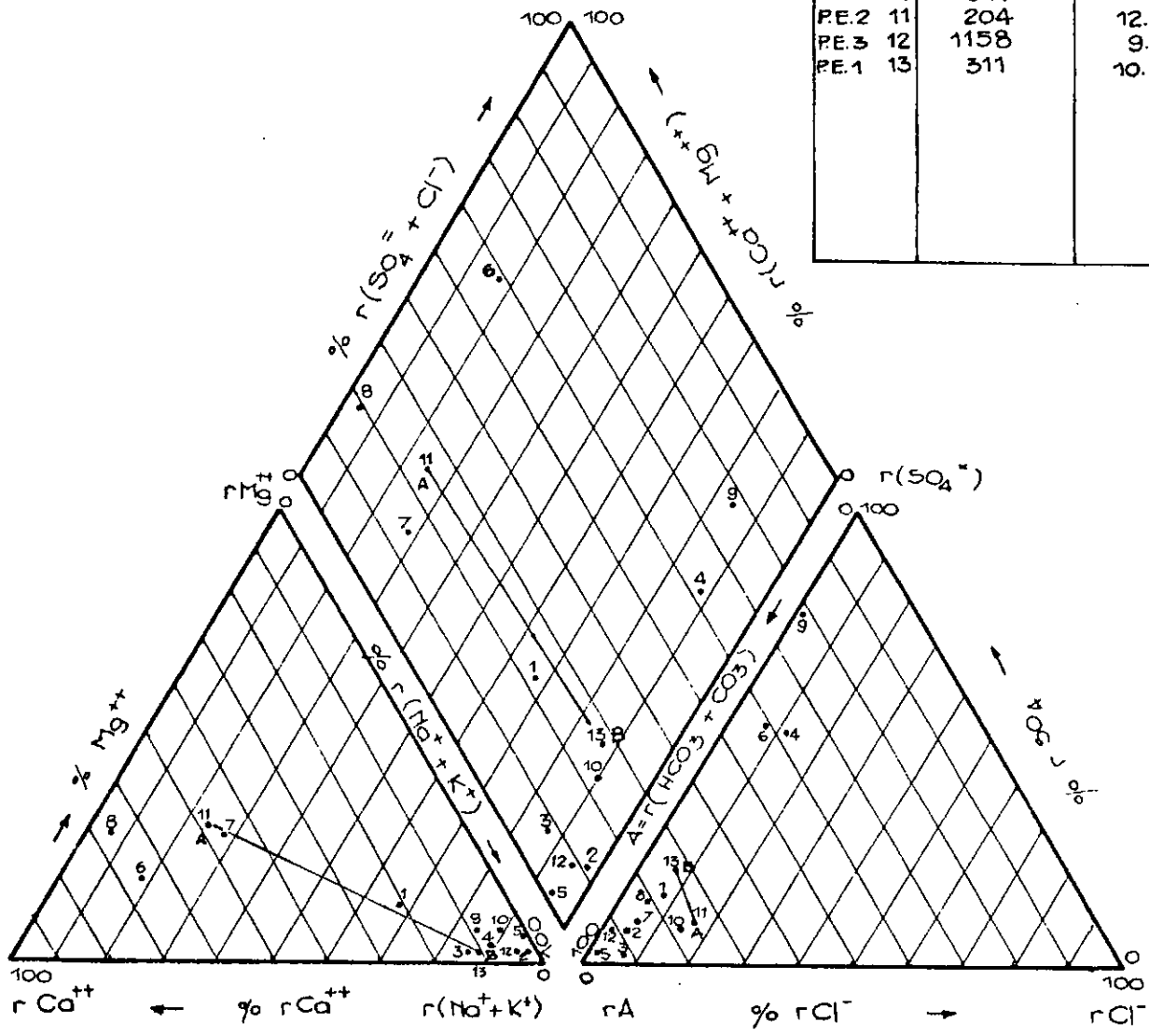


GRAFICO B - PM N° 1

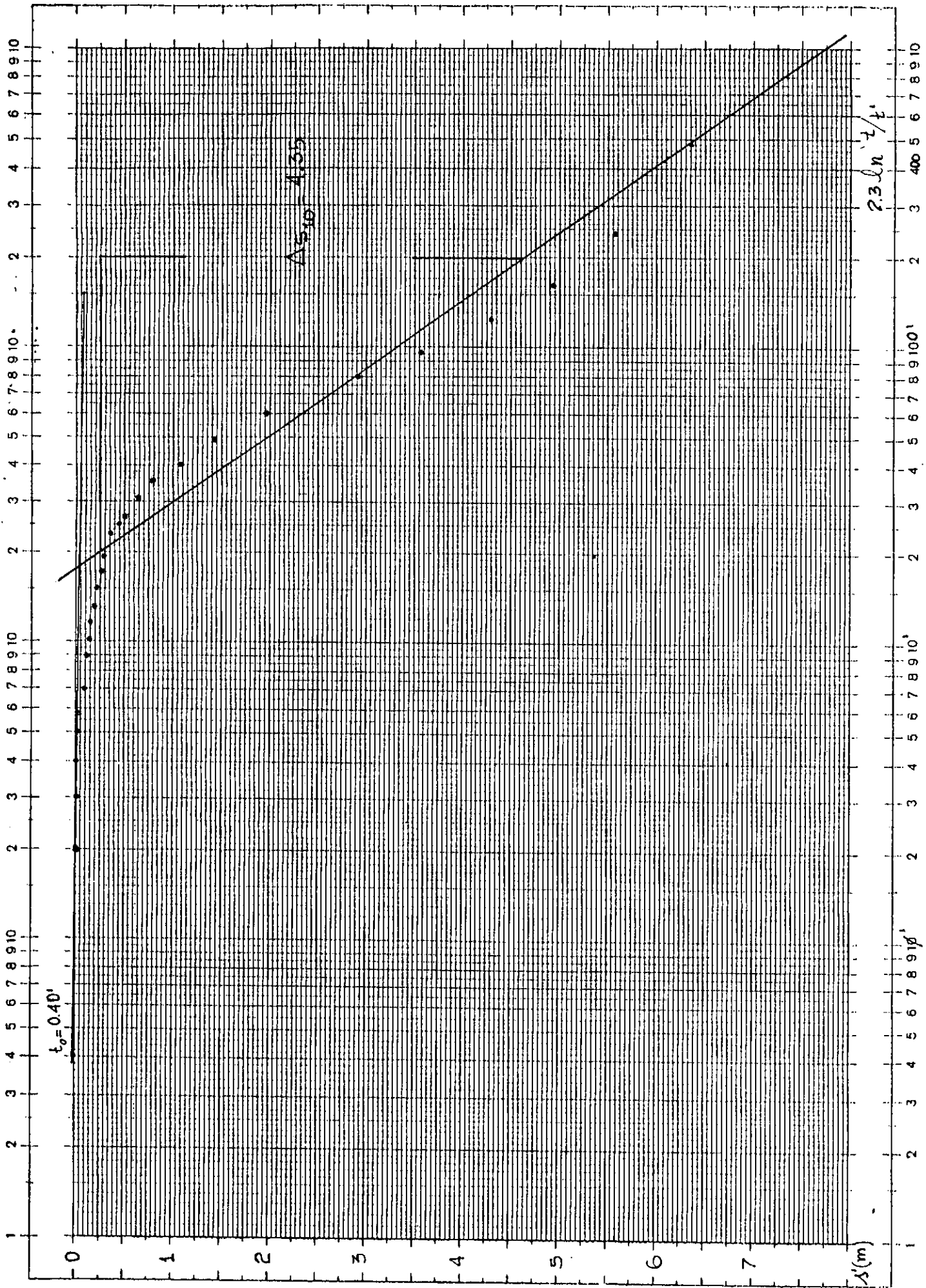
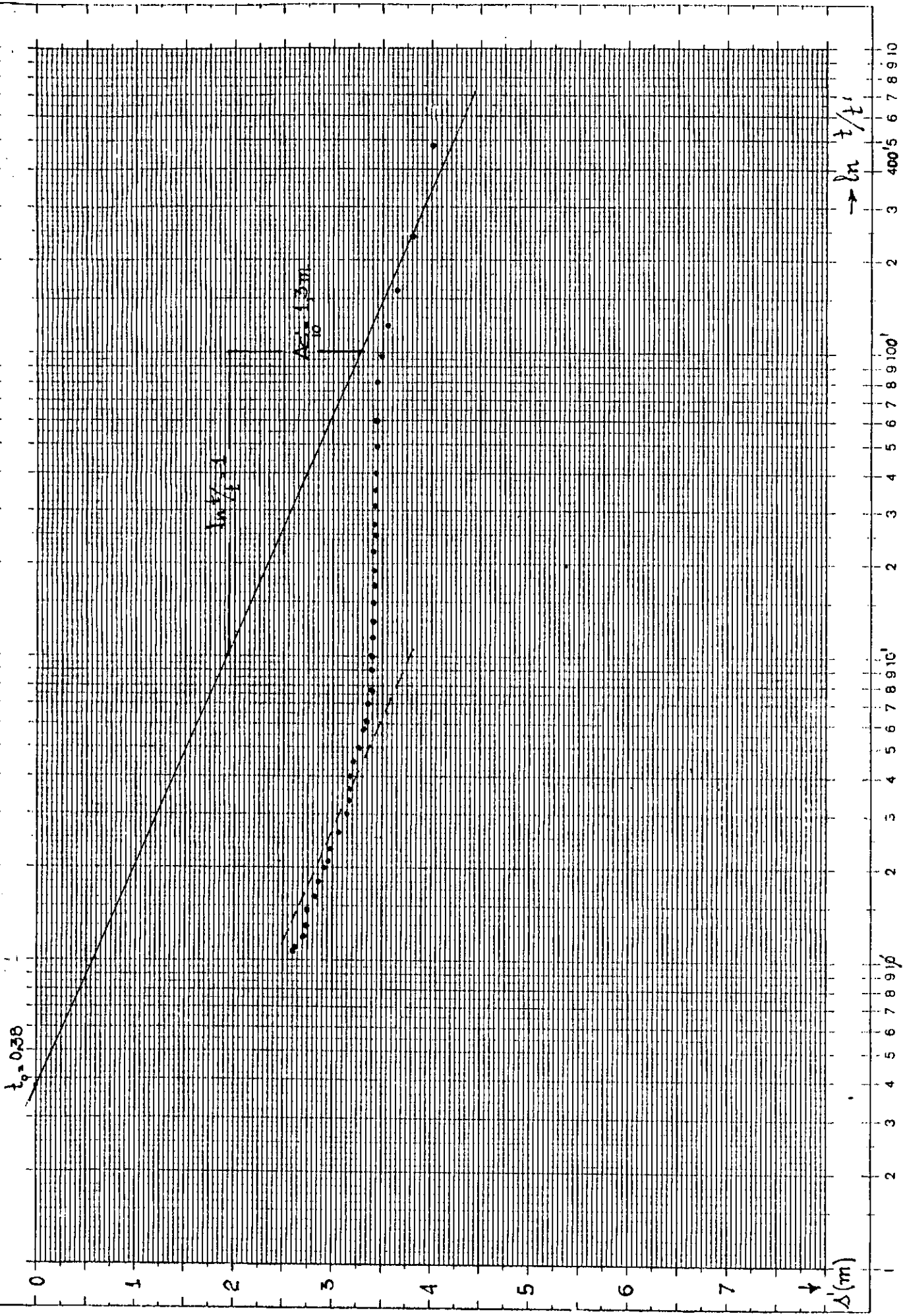


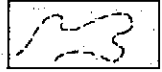
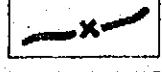
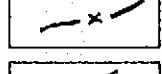
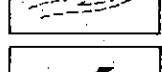
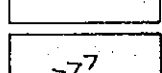
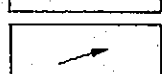



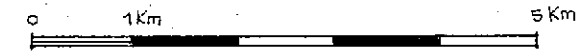
Gráfico A - PE. Nº 2



A N E X O 4

- Plano N° 1
- Plano N° 2



- Referencias
-  Límite cuenca de aporte
 -  Divisoria principal de aguas
 -  Divisoria secundaria de aguas
 -  Cañada de escurrimiento
 -  Escurrimiento filetiforme difuso
 -  Escurrimiento difuso y efímero
 -  Escurrimiento filetiforme concentrado
 -  Pozo existente (censado)
 -  Pozo ejecutado
- Escala gráfica
- 

R.P. Nº 56

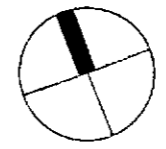
CONVENIO BAJOS SUBMERIDIONALES

c.f.i. - Pcia. de Santiago del Estero

CARTA DE UBICACION DE PUNTOS DE AGUA

Obras de retención y regulación en Cañadas del Chaco Ondulado - El Colorado (Dpto. Juan F. Ibarra)

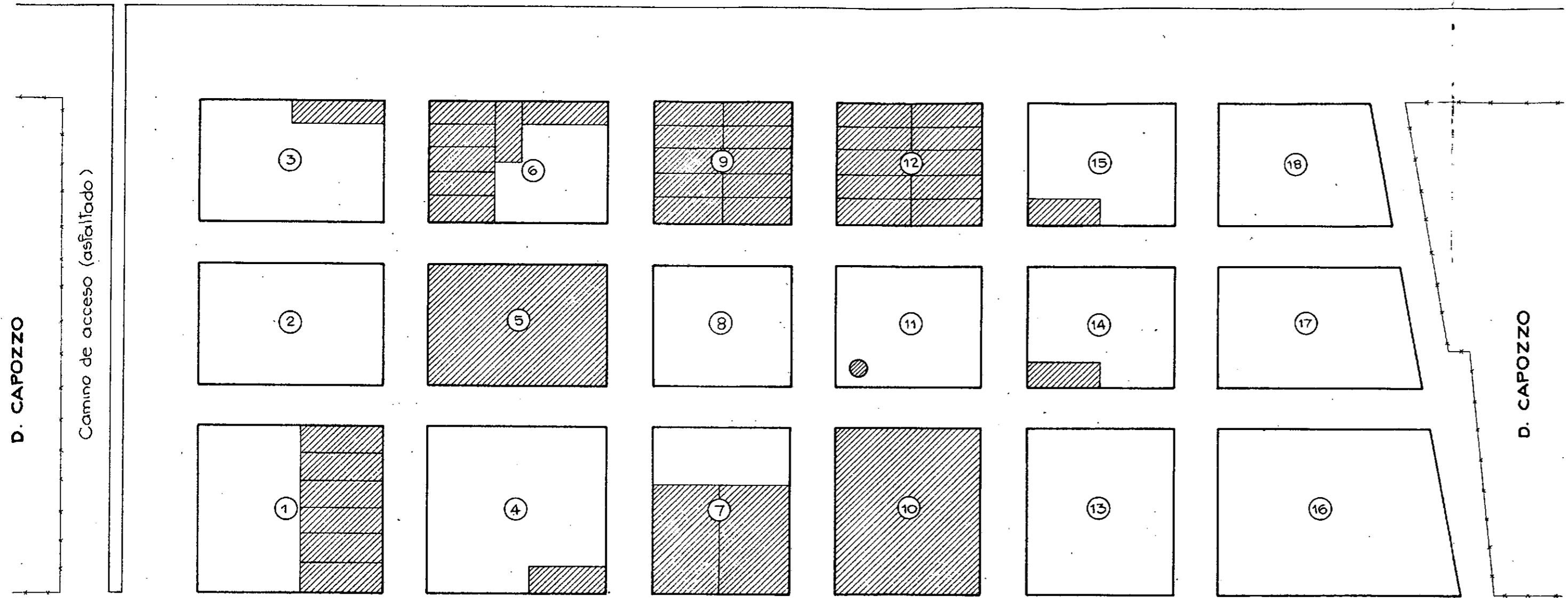
Fecha:	Plano nº:	Escala:
		1: 75.000











a Quimilí

Ruta Provincial nº 116 (nueva - asfaltada)

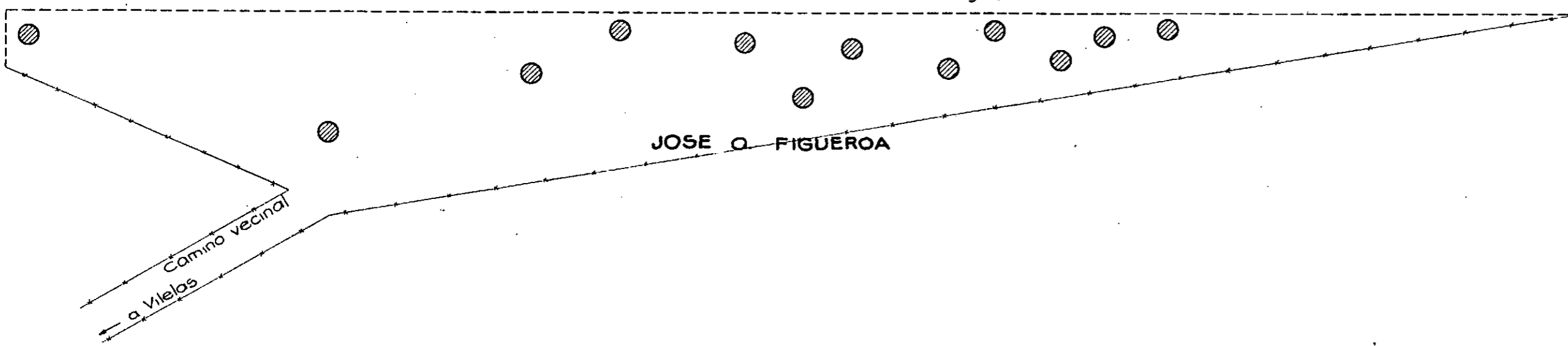
a Pozo del Toba



REFERENCIAS

-  • Lotes c/viviendas y manzanas c/edificios.
-  • Viviendas.
-  • Capilla - Congregación religiosa.
-  • Sala de primeros auxilios - Casa médico.
-  • Plaza.
-  • Escuela Provincial.
-  • Reservado para Polideportivo.
-  • Reservado para Escuela Granja.
- Las restantes manzanas están loteadas con fines habitacionales.

Ruta Provincial nº 116 (vieja)



Unidad Técnica Operativa Sgo. del Estero

CONVENIO BAJOS SUBMERIDIONALES
C.F.I. - Pzas. Santa Fe - Chaco - Sgo. del Estero

Obra :

RETENCION Y REGULACION EN CAÑADAS ABASTECIMIENTO DE AGUA A "EL COLORADO"

Plano **2**

Plano :

EJIDO MUNICIPAL Y UBICACION DE LAS VIVIENDAS

Escala
1:200.000

Estudio : Fernández	Topografía : -	Fecha : 31-12-86
Proyecto : -	Dibujo : Buxeda	vº Bº :
Calculo : -	Colaboró : Thir - Trejo	