

CATACORDO

N  
332

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

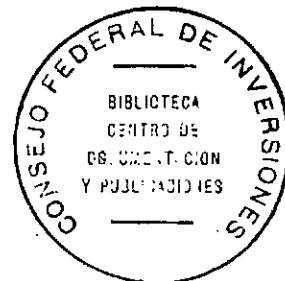
PROGRAMA DE NACIONES

UNIDAS PARA EL DESARROLLO

9848

PLAN AGUA SUBTERRANEA

REPUBLICA ARGENTINA



ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS

EN

VALLE FERTIL

por

Dr. Joseph U. AGIE

y

Ing. Juan VELASQUEZ P.

Este informe se eleva al Consejo Federal de Inversiones previo a su aprobación por las Naciones Unidas o por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y por lo tanto no representa necesariamente los puntos de vista de estas organizaciones.

SAN JUAN

SEPTIEMBRE 1969

Alstina 1401 Buenos Aires Republica Argentina

(c) 1970 CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Impreso en Argentina - Printed in Argentina

FE DE ERRATAS

- INDICE: Hoja 5      Renglón 7
- donde dice:  $S' vs r^2/t''$  (Fórmula de Thiem)  
debe decir: "S vs  $r^2/t''$ " (Fórmula de Theis)
- Página 12      Renglón 1
- donde dice: " fueron llevados al plan..."  
debe decir: " fueron llevados al plano..."
- Página 20      Renglón 17
- donde dice: "... pozo 134 balde ..."  
debe decir: "... pozo 134 perforado..."
- Página 27      Renglón 2
- donde dice: "... dá la impresión que en...."  
debe decir: "... dá la impresión que en ..."
- Página 40      Renglón:8
- donde dice: Pozo 68 THEIM  
debe decir: Pozo 68 THEIS
- Página 40      Renglón 12
- donde dice: THEIM (pozo observado N° 83)  
debe decir: THEIS (pozo observado N° 83)

Página 45

Renglón 15

donde dice: "... Las Majaditas..."

debe decir: "... La Majadita ..."

Página 52

Renglón 23

donde dice: entre 400 y (375) m

debe decir: entre 400 y 375 m

Página 55

Renglón 17

donde dice: Total 1401.00

debe decir: Total 1481.02

## INDICE

RESUMEN	Página	1
INTRODUCCION GENERAL		4
A. BREVE DESCRIPCION DEL AREA		4
B. AGRADECIMIENTOS		4
CAPITULO I		6
CENSO Y ACOTACION DE POZOS		6
A. INTRODUCCION		6
B. ANTECEDENTES		7
1. Mapas existentes		7
2. Tarjetas y planillas		8
C. REALIZACION DEL CENSO		9
1. Tareas de campaña		9
(a) San Agustín		9
(b) Usno, Astica y Chucuma		9
(c) Pozos del Plan		9
(d) Todo el Valle		10
(e) Profundidades e instalaciones		10
(f) En los Llanos Riojanos		11
2. Tareas de gabinete		11
D. ACOTACION DE POZOS		12
1. Metodología		12
(a) Nivelación		12
(b) Altimetría		12
E. RESULTADOS OBTENIDOS		13
1. Porcentaje de pozos censados		13
2. Densidad de pozos en toda la cuenca		13
3. Densidad de pozos en San Agustín		13
4. Cambio de datos en los antecedentes		13
5. Uso de los pozos		13

(a) Pozos balde	Página	13
(b) Pozos perforados		14
6. Precisión del trabajo de acotación		14
7. Manantiales de los Llanos Riojanos		14
F. RECOMENDACIONES		15
G. ANEXO		16
<u>CAPITULO II</u>		23
CURVAS EQUIPOTENCIALES Y DE IGUAL VARIACION		23
A. INTRODUCCION		23
B. ANTECEDENTES		23
C. METODOLOGIA		24
1. Trabajo de campaña		24
2. Trabajo de gabinete		24
(a) En todo el Valle		25
(b) Zona de San Agustín		25
(i) Curvas equipotenciales de Octubre de 1966		25
(ii) Curvas equipotenciales de Octubre de 1967		26
(iii) Curvas equipotenciales de Octubre de 1968		26
(iv) Curvas equipotenciales de Octubre de 1969		26
(c) Curvas de igual variación		26
(i) Variaciones entre Octubre 1966 y Octubre 1967		26
(ii) Variaciones entre Octubre 1967 y Octubre 1968		27
(iii) Variaciones entre Octubre 1968 y Octubre 1969		27
D. SELECCION DE POZOS PARA MEDICIONES PERIODICAS		27
E. CONCLUSIONES		31
F. RECOMENDACIONES		32
G. ANEXO		33
<u>CAPITULO III</u>		36
ENSAYO DE BOMBEO		36
A. INTRODUCCION		36
B. ANTECEDENTES		36



C. CONCLUSIONES	Página	57
1. Aguas aprovechables		57
(a) Los ríos		57
(b) Salidas de agua subterránea		57
(c) Disminución de la evaporación		58
(d) Balance de utilización		58
2. Aguas no aprovechables		58
(a) Agua demasiado salinizada		58
(b) Agua subterránea de posición topográfica desfavorable		59
D. RECOMENDACIONES		59
1. Meteorología		59
(a) Número de estaciones		59
(b) Estaciones completas		59
2. Agua superficial		60
(a) Antecedentes		60
(b) Aforos		60
3. Agua subterránea		60
(a) Geología de superficie		60
(b) Geofísica		60
(c) Perforaciones		60
BIBLIOGRAFIA		62

#### TABLAS

1. Planilla de pozos censados y acotados	16
2. Pozos censados en los Llanos Riojanos	22
3. Planilla de antecedentes	
4. Red de pozos de observación	29
5. Planilla de mediciones	33
6. Tabla de métodos e interpretación	40
7. Resumen de información de ensayos de bombeo	41



8. Compilación de ensayo de bombeo	Página	43
2. Planilla de ensayo, descenso pozo de bombeo		
3. Planilla de recuperación, pozo de bombeo		
4. Planilla de depresión, pozo de observación		
5. Gráfico Recuperación de THEIS, pozo N° 82		
6. Gráfico Recuperación de THEIS, pozo N° 83		
7. Gráfico S" vs $r^2/t$ " (Fórmula de Thiem)		
9. Escurrimiento		49
10. Balance		55

MAPAS

	Escala
1. Zonas de Estudios	1:30.000.000 y 1:10.000.000
2. Areas colectoras de aguas superficiales	.
Censo y densidad de pozos	1:200.000
3. Detalle "San Agustín" Censo, acotación y densidad de los pozos	1:50.000
4. Detalle "San Agustín" Curvas equipotenciales Octubre de 1966	1:50.000
5. Detalle "San Agustín" Curvas equipotenciales y <u>transm</u> sividades Octubre de 1967	1:50.000
6. Detalle "San Agustín" Curvas equipotenciales Octubre de 1968	1:50.000
7. Detalle "San Agustín" Curvas equipotenciales Octubre de 1969	1:50.000
8. Detalle "San Agustín" Igual variación nivel de agua; Octubre 1967 a Octubre 1968	1:50.000
9. Curvas equipotenciales- ensayos de bombeo y balance	1:400.000

## RESUMEN

La zona Valle Fértil se encuentra ubicada en el extremo oriental de la Provincia de San Juan. La cuenca de agua subterránea abarca parte de las provincias de La Rioja y San Juan.

El capítulo 1 está dividido en dos partes, por tratar en cada uno de ellos temas específicos

I- Censo de pozos en la parte oeste de la cuenca, que es la que cuenta con mayor número de pozos perforados y "baldes". El número de pozos censados alcanza a 162, de los cuales 108 son "baldes" y 54 perforados. Los pozos perforados por el Plan son siete en total (3 con máquina rotativa y 4 con máquina de percusión).

El censo de pozos en la parte Este de la cuenca se hizo por medio de un rápido recorrido con el objeto de completar los datos de niveles de agua en toda la cuenca.

II- La acotación de pozos se realizó en dos etapas, primero en la zona de San Agustín, utilizando un nivel Wild  $T_1$ . Las cotas referidas están con respecto al nivel del mar, cuya precisión estaría dentro del metro.

La segunda etapa comprendió una nivelación con barógrafo y altímetro; esta tarea fue hecha en las zonas Norte, Sur y limítrofe con La Rioja; los resultados dan una buena idea del nivel de agua subterránea.

Convendría elaborar un censo completo de toda la cuenca, teniendo en cuenta principalmente las perforaciones equipadas.

Los pozos de la Red Monitora deberían acotarse por nivelación y ser objeto de una revisión de ubicación, de acuerdo con las bases cartográficas nuevas.

En la parte Este de la cuenca conviene completar el censo de todos los pozos. Para esta tarea se necesitará una comisión especializada entre uno y dos meses permanente.

El Capítulo 2 presenta las curvas equipotenciales. Todos los estudios hidráulicos anteriores estuvieron orientados a aguas superficiales. Fuldner y Hansen tuvieron en cuenta sólo el agua del subalveo del Río Valle Fértil en la quebrada comprendida entre unos 300 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo del Dique.

Las mediciones de niveles de los pozos, se hizo con cintas de acero y eléctricas.

Las curvas equipotenciales de la zona de San Agustín corresponden (Mapas N° 4,5,6,7) a niveles tomados año a año desde 10-1966 hasta 10-1969, cuyas características más importantes revelan las variaciones de los niveles de agua con la creciente de Enero de 1968. La correlación es directa entre el ascenso de niveles y la recarga producida por los ríos Valle Fértil y Usno; en cambio las precipitaciones sobre la llanura no parecen influir mucho sobre la recarga.

Características similares ocurren en toda la cuenca de Valle Fértil, es decir que la principal recarga sería de los ríos que bajan de las sierras.

En el Capítulo 3 se presentan las características de los acuíferos.

El Plan empezó los ensayos de bombeo en pozos particulares a partir de Octubre de 1968.

Hay un total de 14 ensayos en la Zona en estudio, 8 en la zona de San Agustín, 5 en la zona de Chucuma y 1 en la Subcuenca Norte. Para la zona de San Agustín los resultados de transmisividad dan curvas, cuyos valores más altos están cerca del río y los valores más bajos se alejan.

El promedio de caudal extraído en los bombeos es de 120.000 l/h con una depresión promedio de -5,75 m, lo que daría un Rendimiento Específico promedio de 21.000 l/h/m.

Los pozos de Ensayo de bombeo deberían reunir las condiciones mínimas requeridas (más de 12 horas de bombeo), teniendo en cuenta que

las características de acuíferos se determinan mejor con ensayos largos.

El Capítulo 4 trata de dar el valor de los recursos en agua de Valle Fértil.

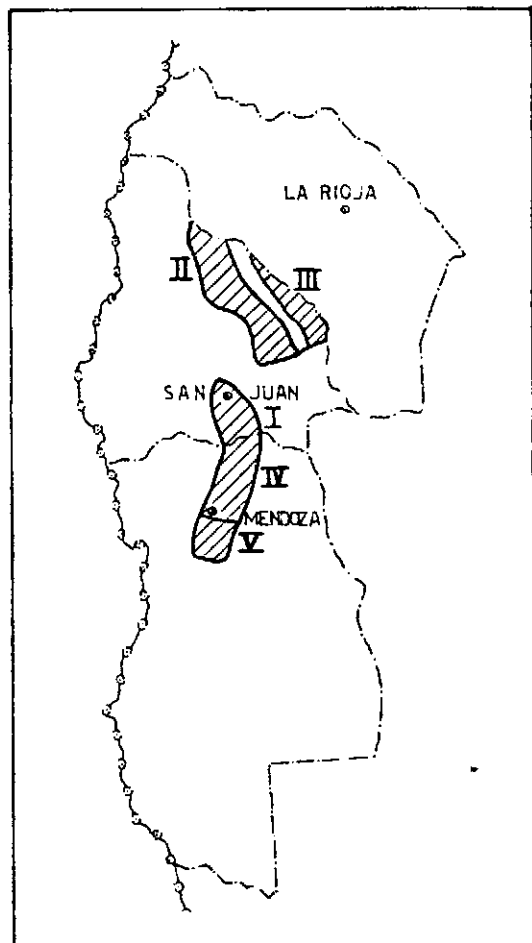
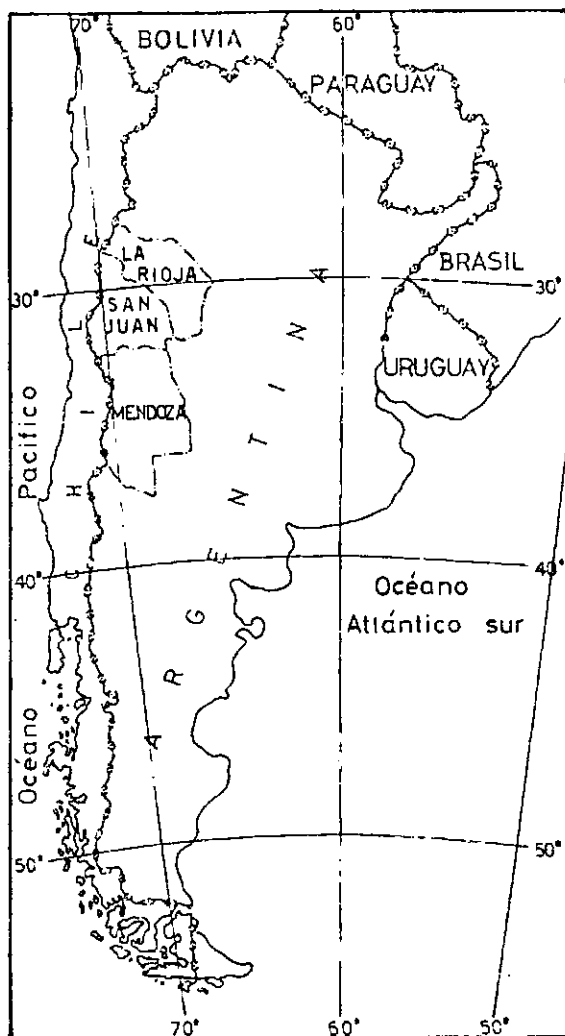
Con los datos reunidos por las distintas secciones del PLAN AGUA SUBTERRANEA, se ha intentado hacer el cálculo de los recursos de agua de Valle Fértil.

La información más importante que puede suministrar el balance hecho por el PLAN en Valle Fértil es:

- recursos de la subcuenca Norte:  $0,5 \text{ Hm}^3/\text{año}$
- recursos totales de la zona de San Agustín: unos  $8,5 \text{ Hm}^3/\text{año}$
- recursos de la zona Sur de Chucuma: unos  $9 \text{ Hm}^3/\text{año}$  como mínimo.

En relación con estos resultados, las conclusiones indican la variedad de los recursos y la zona de mejor abastecimiento. Se exponen también los problemas a evitar para no salinizar las capas subterráneas de la zona Sur.

Las recomendaciones resumen todos los propósitos anteriores tanto para guiar las investigaciones técnicas (meteorología, hidrología, geología y geofísica) como para dar un arma a los economistas que harán la planificación socio-económica.



R E F E R E N C I A S

- Zona I \_ Valles de Tulum y Ullum - Zonda. Provincia de San Juan
- Zona II \_ Valle del Bermejo. Provincia de San Juan
- Zona III \_ Valle Fértil. Provincia de San Juan
- Zona IV \_ Río Mendoza. Provincia de Mendoza
- Zona V \_ Río Tunuyán. Provincia de Mendoza

ZONAS DE ESTUDIO

## INTRODUCCION GENERAL

### A. BREVE DESCRIPCION DEL AREA

Se ha reunido bajo el título "Estudios Hidrogeológicos del Valle Fertil", cuatro informes parciales específicos que tratan los distintos capítulos de la investigación hidrogeológica, posterior a los reconocimientos geológicos y geofísicos.

Se observa que cada Capítulo, se introduce particularmente y reúne sus propias conclusiones y recomendaciones, salvo el último, que resume las recomendaciones más importantes de los otros capítulos.

La zona III (Valle Fértil) está ubicada en la parte occidental del Gran Bajo Oriental (Provincia de San Juan) (Mapa 1)

La cuenca subterránea, cubre una superficie de unos 3.200 Km<sup>2</sup>, mientras que el área total estudiada es de unos 8.000 Km<sup>2</sup>, en esta última superficie está incluida la parte de la cuenca imbrífera ubicada en la Provincia de La Rioja, que solo ha sido objeto de un reconocimiento rápido y de poco detalle.

Los límites geográficos aproximados del área de esta cuenca imbrífera son:

al norte, el Alto Blanco (paralelo 30°)

al sur, la Ruta Nacional N°20 (paralelo 31°35')

al este, la Sierra de Chepes (meridiano 66°40')

al oeste, las Sierras de la Huerta y Valle Fértil (meridiano 67°30')

### B. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento: a las personas y entidades que han brindado su colaboración al Plan en la búsqueda de antecedentes, como el Departamento de Hidráulica y Catastro de la Provincia de San Juan, la Secretaría de Obras Públicas de la Provincia de La Rioja y Agua y Energía de la Nación. No podemos olvidar las personas de la misma zona que brindaron su valiosa cooperación, como los señores Nicolás Mer

cado, Julio Mercado y Sebastián Ruiz en San Agustín, Astica y Chucuma respectivamente.

Al personal del Proyecto, que ha participado en la realización de las tareas de campo, como los señores E.IBARRA, H.HERRADA y M.A. TORO para el censo, el topógrafo A. CORIA para la acotación de niveles de pozos, el señor E.WISZNIOVSKI para los ensayos de bombeo, los ayudantes señores W. GUEVARA, A.PLAZA y R. MONTIVEROS, los choferes señores C. CLOP y A. LEPEZ, dactilógrafa señorita R. MONTERO y el dibujante señor M. NAVEDA.

## CAPITULO I

### CENSO Y ACOTACION DE POZOS

#### A. INTRODUCCION

El censo de pozos se realizó con prioridad a los trabajos de acotación y medición de niveles.

El Plan con este criterio, recopiló la información existente, especialmente la que obraba en el Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan, que sirvió de base para lograr los objetivos del estudio.

El objeto del censo ha sido, principalmente obtener información acerca del agua subterránea de la zona necesaria, para los trabajos en los diferentes aspectos que el Plan Agua Subterránea ha programado.

Con el fin de reunir los datos necesarios varias comisiones se sucedieron sobre el terreno; desde Octubre de 1966 hasta Mayo de 1969.

Inmediatamente después del censo, se llevó a cabo el proceso de acotación de pozos en la Villa San Agustín y en la zona de cultivos, lugar donde están concentrados la mayoría de los pozos equipados, siendo también más accesibles para realizar trabajos de nivelación

Es imprescindible la acotación de pozos, para conocer la altura absoluta de los niveles del agua subterránea, para confeccionar mapas de curvas equipotenciales. Con el objeto de tener una idea más clara en la investigación de aguas subterráneas en toda la cuenca, se pensó en completar la información haciendo un censo durante los meses Junio y Julio de 1969 en la parte que comprende los Llanos Riojanos, dentro de la Provincia de La Rioja (zona oeste de las sierras de Chepes y Malanzán).

En el transcurso de la realización de estos trabajos se afrontaron varios inconvenientes entre los que citamos:

1. Falta de precisión de los antecedentes: existía muy poca información básica de Valle Fértil, tales como planos y perfiles geológicos que permitieran ubicarse rápidamente.

2. Falta de vehículos y personal: se demoró la realización del censo porque se estaba completando el censo y se empezaba el acotamiento de



pozos en el Valle de Tulum, de modo que todo el personal y vehículos es taban ocupados.

3. Estado de vías de comunicación: el estado precario de los caminos y huellas de acceso para llegar a los pozos, no permitían realizar un trabajo rápido (2 a 3 pozos censados por día).

4. Problemas climatológicos: en verano la temperatura llega a más de 40°C, imposible de soportar a ciertas horas del día (10,30 hasta las 17 horas); las precipitaciones que en algunos casos duran varios días, producen crecientes que cortan caminos y huellas en toda el área de la cuenca.

## B. ANTECEDENTES

### 1. Mapas existentes

(a) Plano del Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan, en escala 1:20.000 , éste plano abarca una pequeña parte de la cuenca, desde unos 5 Km al norte de Usno hasta 3 Km al sur de San Agustín.

Existían algunos pozos acotados en la Villa y zona de cultivos.

(b) Plano de la Dirección Provincial de Catastro; en escala /// 1:200.000 . Este plano abarca todo el departamento de Valle Fértil con ubicación de caminos y puestos.

(c) Planchetas de la Dirección Provincial de Catastro de La Rioja; en escala 1:250.000 . La hoja N°6 permitió ubicar los pozos y las represas de la parte este de la cuenca.

(d) Planchetas de la Dirección Nacional de Geología y Minería; en escala 1:100.000 y 1:200.000, con estas planchetas tenemos un buen apoyo geográfico.

(e) Plano geológico del Plan Cordillerano norte, en escala 1:200.000 abarca la sierra de Chepes y alrededores.

(f) Plano geológico confeccionado por el Plan; en escala 1:100.000, este plano sirvió para volcar los trabajos de censo y acotación.

## 2. Tarjetas y planillas

En el Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan, existían tarjetas tipo, donde se vuelca la información de los pozos que cuentan con perfiles geológicos. Dichos perfiles y datos son presentados normalmente por los propietarios de la finca, en la aludida repartición cuando termina la perforación de algún pozo.

Con esta información, el Plan elaboró una lista de propietarios que tenían pozos (baldes o equipados); al mismo tiempo fué confeccionada una planilla de antecedentes de todas las perforaciones equipadas; en esta planilla se fueron anotando los datos siguientes:

- número de pozos
- número de inscripción
- profundidad
- entubación
- filtros
- acuíferos
- nivel de agua
- conductividad específica
- calidad de agua
- bomba
- motor
- observaciones

Estas planillas (anexo 3) se utilizaron después, como base para los trabajos del censo. Para acotación, se usaron además tarjetas de censo con croquis de ubicación y la cota de un punto de triangulación si tuada en la Plaza de la Villa San Agustín.

## C. REALIZACIÓN DEL CENSO

### 1. Tareas de campaña

(a) San Agustín: un equipo compuesto por un técnico, un ayudante y chofer, inició la tarea del censo en Villa San Agustín en Octubre de 1966.

Las tareas de campaña consistieron en visitar finca por finca, tratando de obtener la información correspondiente de los pozos existentes; se fueron midiendo a la vez los niveles del agua de cada pozo censado, de tal manera que en la fecha de la terminación del censo en esta zona, se contaba dos mediciones de niveles y en una tarjeta preparada con éste objeto se fueron anotando los datos que los dueños o encargados de la finca proporcionaban.

En ésta etapa se censaron 66 pozos, 22 de los cuales eran pozos baldes y 44 pozos equipados (anexo 1); se completó el censo en Diciembre del mismo año en Balde de las Chilcas, zona de Cultivos y La Ripiera.

(b) Usno, Astica y Chucuma: una vez terminado el censo en San Agustín, se continuó con esta labor en otras zonas, tales como las localidades de Usno, Astica, Chucuma y sus alrededores. Esta tarea se inició en Enero de 1967 y finalizó en Enero de 1968; las comisiones fueron tres veces durante ese período; el proceso del censo se realizó de la misma forma que en San Agustín.

El total censado hasta esa fecha sumaba 100 pozos, de los cuales 48 eran balde y 52 perforados (anexo 1)

(c) Pozos del Plan: los pozos del Plan son siete y llevan la característica Valle Fértil ( $VF_1$ ,  $VF_2$ ,.....) y el número correspondiente al pozo (Mapa 2 y cuadro resumen). Estas perforaciones se realizaron entre Enero y Julio de 1968.

Perforaciones realizadas por el Plan

===== CUADRO RESUMEN =====

<u>TIPO PERFORACION</u>	<u>Nº DE POZO</u>	<u>SISTEMA ELECTRICO</u>	<u>LUGAR</u>	<u>PROFUNDIDAD (m)</u>
Rotativa	VF <sub>1</sub>	F <sub>18</sub>	Balde de Las Chilcas	25,90
Percusión	VF <sub>2</sub>	C <sub>4</sub>	Usno	42,0
Percusión	VF <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	Estancia Asilan	70,5
Rotativa	VF <sub>4</sub>	F <sub>30</sub>	Los Barrialitos	283,0
Percusión	VF <sub>5</sub>	A <sub>17</sub>	Balde del Rosario	81,0
Percusión	VF <sub>6</sub>	I <sub>9</sub>	Chucuma	122,7
Rotativa	VF <sub>7</sub>	H <sub>24</sub>	Astica	220,0

=====

(d) Todo el Valle: a partir de Diciembre de 1968 hasta Mayo de 1969, el censo se fue completando en las zonas del Norte del Valle Fértil (Baldecito, Baldes del Rosario, Baldes de San Antonio, Yoca, La Puntilla, Asilan, Pan de Azúcar, Pastos Blancos), zonas del Sur (Baldes del Sur, Santa Rosa, Las Ramaditas, El Jumeal, Las Escaleras, Río Verde) y la zona limítrofe con la provincia de La Rioja (Estancia Arabel, Finca Lucero, La Piconina, Finca Fabri). En esta fecha el número de pozos censados en todo el valle alcanza a 162 pozos; 108 pozos baldes y 54 pozos perforados (anexo 1). La mayoría de los pozos en la cuenca de Valle Fértil son pozos baldes, cuyos niveles se han registrado en las correspondientes tarjetas.

(e) Profundidades e instalaciones: la profundidad de los pozos perforados varía aproximadamente desde 13 metros hasta 40 metros, en la zona de cultivos de San Agustín y zonas del norte, representando un 75% de la cuenca; solo en la parte de Baldes de Chucuma y el Polear, están los pozos más profundos que varían de 40 metros a 60 metros aproximadamente y que representaría un 20%. Los pozos perforados alcanzan una profundidad mínima de 13 metros y máxima de 60 metros.

El número de pozos equipados, alcanza a 54 y teniendo en cuenta las profundidades indicadas, daría un promedio aproximado de 25 metros por pozo, con un metraje perforado que alcanzaría los 1.350 metros.

El sistema de perforación más usado en el Valle Fértil ha sido el método de percusión, se supone en un 90%, porque no se ha logrado conocer los antecedentes de todos los pozos.

Los diámetros de entubación y filtros son de 12", 10" y 8", predominando el de 10" y solamente se conoce el tipo de bombas de profundidad equipadas con motor a Gas-oil.

Durante los años 1968 y 1969 se ha podido apreciar un incremento en las perforaciones, alrededor del 8% o sea, unos 4 ó 5 pozos por año.

Con la nueva usina, convendría instalar motores eléctricos, puesto que la energía suministrada contaría con tarifas especiales para riego.

(f) En los Llanos Ricjanos: el censo se llevó a cabo expeditivamente, con el objeto de complementar la información existente; es así que se encontraron muchos puestos donde se creía que podían existir pozos, pero donde sólo represas.

No se encontró ningún pozo equipado, pero se estima que un 70% de los puestos tienen represas, correspondiendo el 30% restante a pozos baldes y vertientes. Las vertientes están distribuidas a lo largo de la Ruta Provincial N° 28, que pasa al pie noreste de las sierras de Chepes y Malanzán.

En los pozos censados que toman el mismo nombre del puesto, también se han medido los niveles estáticos y tomado muestras de agua (anexo 2).

## 2. Tareas de Gabinete

La información contenida en las tarjetas de campo del Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan se volcó a las tarjetas de campo preparadas por el Plan. En estas tarjetas, se ha colocado el mayor número posible de datos.

Los datos de las tarjetas fueron llevados al plan (escala // 1:100.000) en preparación por la sección Geología, sobre todo para uso de campaña ya que hasta esa fecha el Plan no contaba con ningún plano para estos fines, Posteriormente, se ubicaron los pozos censados en el plano escala 1:200.000 (Mapa 2) confeccionado por la misma sección.

#### D. ACOTACION DE PCZOS

##### 1. Metodología

(a) En una primera etapa se hizo acotación de pozos por nivelación, comprendiendo Villa San Agustín, La Ripiera y las zonas de cultivos en San Agustín, Astica y Chucuma.

Para la zona de San Agustín, la nivelación partió de una cota base ubicada en Villa San Agustín (857 m: P<sub>7</sub> - cerca de la plaza) por medio de poligonales hasta llegar a los pozos previstos en los planos referidos en antecedentes. En los pozos equipados, la cota o punto de referencia (P.R.) con respecto al nivel del mar, se tomó en la base de la bomba y en un punto del terreno, inmediatamente al lado del pozo.

En los pozos baldes, el punto de referencia fue tomado en la mayoría de los casos en la boca del antepozo sobre el muro de calzada.

En Astica y Chucuma, los poligonales fueron siguiendo las líneas de sondeos eléctricos de geofísica; de esta manera se aprovechó para acotar los pozos cercanos a las líneas de sondeos. Los pozos con cotas conocidas sirvieron como puntos de partida para acotar otros pozos cuyas distancias estaban alrededor de los 2 Kilómetros; a mayor distancia no fué posible realizar el trabajo por el mal estado de las huellas y el monte denso que cubre los campos.

(b) En una segunda etapa la nivelación se hizo utilizando un barógrafo SANTOS ZAGUI de la Facultad de Ingeniería de la U.N.C. y el altímetro Wallace y Tiernan FA 181 del Plan.

El barógrafo en una base con cota conocida, se mantiene fija,

mientras las alturas se van leyendo con el altímetro y recorriendo pozo por pozo; el cierre se hacía en el mismo punto donde estaba instalado el barógrafo.

El cálculo de estos trabajos se volcó en la planilla aneja. El trabajo se hizo prácticamente en todo el Valle, exceptuando la zona de cultivos de San Agustín, que estaba nivelada.

#### E. RESULTADOS OBTENIDOS

1. Porcentaje de pozos censados: en todo Valle Fértil se estima que existen entre pozos baldes y equipados, alrededor de 200 pozos, de los que hay 162 censados, que representan un 81% del total.

2. Densidad de pozos en toda la cuenca: tres tipos de rastros permiten identificar los distintos valores de densidad de pozos en la zona de estudio (Mapa 2)

El área cuadrículada es la zona de San Agustín, la que tiene más pozos perforados y equipados, cuya densidad varía de 0,5 a 1 pozo por Kilómetro cuadrado.

3. Densidad de pozos en San Agustín: en otro plano de detalle 1:50.000 (Mapa 3) se puede apreciar la distribución de pozos en San Agustín, donde el área cuadrículada representa más de 1 pozo por Kilómetro cuadrado; el área rayada, entre 0,1 y 1 pozo por Kilómetro cuadrado. Dentro de ella quedan aún grandes extensiones sin ningún pozo.

4. Cambio de datos en los antecedentes: el nombre de los propietarios que figuraban en nuestros antecedentes, en muchos casos no coincidían por razones de que habían cambiado de dueño. En este aspecto se puso al día los archivos de pozos censados por el Plan.

#### 5. Uso de los pozos

(a) Pozos balde: se encuentran en las zonas preferentemente ganaderas, donde la profundidad del nivel de agua no es grande; tales como Usno, Baldes del Rosario y Baldecitos por el norte y Río Verde, Baldes

de Chucuma por el sur y se usan exclusivamente para consumo ganadero y doméstico.

Por la escasa accesibilidad a estas áreas, se hace difícil realizar trabajos de perforación, resultando muy costosos para el propietario.

(b) Pozos perforados: están ubicados en las zonas cercanas a las rutas, es decir en los lugares donde es más fácil entrar con las máquinas perforadoras.

Los pozos perforados se usan sobre todo para riego. Tal evidencia se nota donde los cultivos son más densos (San Agustín, El Bajo de Astica). Por lo menos unos 45 pozos equipados están en la zona de cultivos de San Agustín. Los pozos perforados suman 54, que representan un 33% del total de pozos censados.

#### 6. Precisión del trabajo de acotación

Se han acotado alrededor de 30 pozos por nivelación pura, la mayoría en la zona de cultivos de San Agustín; el resto ya estaba nivelado por el Departamento de Hidráulica.

Las cotas obtenidas con barógrafo y altímetro están dentro de un error de 20 metros en más o menos con respecto a los reales.

Por esta gran diferencia en la acotación, las curvas de igual nivel de agua, indican solo la dirección del movimiento en forma ostensiva.

#### 7. Manantiales de los Llanos Riojanos

Forman áreas de recarga de la cuenca del Valle Fértil indicando posibilidades de agua subterránea, a pesar de que no se conocen informaciones.



## F. RECOMENDACIONES

1. Elaborar el censo completo de toda la cuenca, teniendo en cuenta principalmente las perforaciones equipadas.

Muchos pozos baldes podrían ser profundizados y equipados para un mejor aprovechamiento.

2. El acotamiento por nivelación de todos los pozos censados debería ser objeto de una revisión de ubicación geográfica y nivelar preferentemente los pozos cercanos, con el fin de ver la dirección del movimiento del agua subterránea en el lugar.

3. Para completar los estudios, convendría realizar un censo completo de pozos baldes y equipados, en la zona de los Llanos Riojanos y también acotarlos.

G. ANEXO

TABLA 1. Planilla de pozos censados y acotados - Valle Fértil

Pozo No	Propietario	Lugar	Cota sobre nivel del mar (m)	Profundidad aproximada (m)	C.E	Bomba	Motor	Tipo
1	CARMEN SORIA	V.S. AGUSTIN	867,01	12,7				BALDE
2	EMILIO FERNANDEZ	"	866,83	12,3				"
3	RAMON FEDERERA	"	862,32	11,3				"
4	MATADERO VALLE FERTIL	"	861,08	11,7				"
5	MARCOLINO FERNANDEZ	"	856,87	10,5				"
6	BLAS VERA	"	858,89	10,3				"
7	EPERDIDIO MARTINEZ	"	856,94	10,5				"
8	ANTONIO VERA	"	856,20	9,7				"
9	ADOLFO ORTIZ	"	853,12	10,7				"
10	SAUL CORTEZ	"	850,65	10,3				"
11	HERIBERTO ACOSTA	"	849,14	15,1				"
12	POLIGONO VALLE FERTIL	"	854,72	20,7				"
13	NICOLAS MERCADO	"	852,01	12,7	1590			"
14	MARIA DE PAREJAS	"	854,72			CH 1"	ELECTRICO	"
15	ERNESTO QUIROGA	"	825,18					"
16	SEGUNDO QUIROGA No 1	"						"
17	SEGUNDO QUIROGA No 2	"						"
18	SEGUNDO QUIROGA No 3	"						"
19	JUAN B. QUIROGA	"	813,81	21,0 <sup>+</sup>	2050	GUINCA 8"		PERFORADO
20	GABRIEL ALCAIDE	B.L. CHILCAS	807,22		1254	ATUUEL 8"	CT34 H P	"
21	WELINDO DE LA CRUZ	"	807,79					"
22	SUCESION ELIZONDO	"	808,33					"
23	SUBIRE No 1	"	802,97	25,0 <sup>+</sup>				"
24	SUBIRE No 2	"	802,91		1370			"
25	SUBIRE No 3	"	802,77					"
26	SANCHEZ CATENA No 1	"	802,52		2055			"
27	SANCHEZ CATENA No 2	"	801,22		1767			"

Pozo No	Propietario	Lugar	Cota sobre nivel del mar (m)	Profundidad aproximada (m)	C.H.	Bomba	Motor	Tipo
28	NICOLAS VEGA ELIZONDO	B.L. CHILLCAS						PERFORADO
29	ANTONIO VERA No 1	V.S. AGUSTIN	816.11	27.0 <sup>+</sup>	800			"
30	ANTONIO VERA No 2	"	817.34					"
31	ANTONIO VERA No 3	"	817.26					"
32	ANTONIO VICTORIA No 1	"	825.09	20.0 <sup>+</sup>				"
33	ANTONIO VICTORIA No 2	"						"
34	ANTONIO BOTELLA	"	824.67		1210		O. DEUS	"
35	ANTONIO BOTELLA	"	824.70				DIAR 30 H P	"
36	VICENTE BOTELLA	"					DEUTZ 55 HP	"
37	VICENTE BOTELLA	"	828.34	25,0				"
38	VICENTE BOTELLA	"	829.63	28,8			BEDFORD	"
39	FABIAN OLIVERA	"	831.30	22,7	1870		FORD 45 H P	"
40	TADEO MENGUAL	"			1767		BEDFORD	"
41	LOPEZ	"	833.27		1750			"
42	LOPEZ	"						"
43	LOPEZ	"						"
44	JOSE FLEMENTIAS	"	838.63					"
45	ELEUTERIO A. FERNANDEZ	"	831.31		2553		LEYLAND	"
46	RAMON DE LA CRUZ	"	832.23	15,9				BALDE
47	LINARES	"	827.43	33,0	3215		CONTINENTAL	PERFORADO
48	RAUL DIAZ	"	834.28	14,8.				BALDE
49	EMILIO PECUCHE	"	842.62					PERFORADO
50	LUCERO No 2	"	842.36	17,0			BEDFORD	"
51	LUCERO No 1	"	849.96	16,0			DEUTZ	"
52	LUCERO No 3	"	847.63	11,7			DIAR 25 HP	"
53	LUCERO No 4	"			1510		BEDFORD	"
54	TINTO	"	852.74	25,7	1616		LISTER 30 HP	"
55	J.E. y N. LABAYRU	"	846.34	13,4	988		CASE 35 HP	BALDE
56	PASCUAL FERNANDEZ	"	841.22	10,5				"
57	JOSE LONGARICH	"	826.56	14,2	845		DIAR 32	F. CRADO
58	ENRIQUE SIREROL No 1	"	849.80	14,0			TRAF 24	"

Pozo No	Propietario	Lugar	Cota sobre nivel del mar (m)	Profundidad aproximada (m)	C.E.	Bomba	Motor	Tipo
59	ENRIQUE SIERRAOL No 2	V.S. AGUSTIN	825.00 +	16,0	1576	GUINCA 8"	IRAF 24	PERFORADO
60	ENRIQUE SIERRAOL No 3	"	875.33	18,4	1120	"	"	"
61	ANSELMO RUIZ	CAMINO A USNO	880.54	25,0				
62	ALFREDO HOMBRO	"	882.27	15,4				
63	ALFREDO HOMBRO	"	882.73	9,20	890	C4 6 x 6	LISTER 35 HP	BALDE
64	ALFREDO HOMBRO	"	889.72					
65	NAPOLION QUIROGA No 2	"	944.94	80,5	2750	SILWAN ATUEL	TRILLA 20	PERFORADO
66	RAMON CHANQUIA	"	913.06	30,0	1408	GUINCA 8"	" 25 HP	"
67	CARMEN A. DE QUIROGA	"	817.06	5,9		CH 4"	BEDFORD TRACTOR	BALDE
68	SANCHEZ CAPIENA	V.S. AGUSTIN			3500	GUINCA 8"		PERFORADO
69	PAULINO ROMERO	"						BALDE
70	NAPOLION QUIROGA No 1	USNO						PERFORADO
71	DAVID ELIZONDO	V.S. AGUSTIN		10,1				BALDE
72	AGUIR Y KENY	"		13,7				"
73	ANTONIO VEGA No 1	Bo NORTE	848.33	17,0				"
74	ANTONIO VEGA No 2	"	847.41	17,8				"
75	ESC. B.P. DE ESPINOZA	"	847.60 +	17,8				"
76	MARIO CRUCIANI	L. TUSCAS	420.7	29,5				"
77	C. Y L. FERNANDEZ	"	415.2	26,1				"
78	MARIO CRUCIANI	S. CARLOS	434.1					PERFORADO
79	CESAR CARMONA	CHUCUMA						"
80	CESAR CARMONA	"	440.7					BALDE
81	CAMILLO PAREDES	"	514.0					"
82	CELIN TARABAY	"	523.5	31,1				PERFORADO
83	CELIN TARABAY	"	530.9	44,7				BALDE
84	MICO CARRIZO	"	716.3	12,3				"
85	PLAZA ASTICA	ASTICA		9,85				"
86	EDUARDO GODOY	"	657.2	14,5				"
87	BENIGNO GUZMAN	"		14,8				"
88	HUMBERTO GUZMAN	"		14,4				"
89	L. Y NICOLAS MAZA	"	649.9					"

No	Propietario	Lugar	Cota sobre nivel del mar (m)	Profundidad (m)	C.E.	Bomba	Motor	Tipo
90	SUCESION MANUEL GARAY	ASTICA	643.7 +	11,6		MOLINO		BALDE
91	NICOLAS COSTA	"	654.5 +	8,4		MOLINO		"
92	DIEGO VILDOZO	"	761.0 +	11,1		"		"
93	A. KELLER ALBARRACIN	A. CERCADA	753.8 +	28,9		"		"
94	ESC. ELENA VDA. DE MAURIN	"	789.6 +	29,2		"		"
95	N. VDA. DE NARVAEZ	"	436,1 +	19,02		"		"
96	DANIEL LUCERO	CHUCUMA	427.9 +	9,97		"		"
97	MORENO Y MARINARO (N)	"				CONTINENTAL	LANCASTER	PERFORADO
98	MORENO Y MARINARO (S)	"				GUINCA 6"	M. BENZ	"
99	RAMON CHANQUIA	USNO	938.16 +	23,1		MOLINO		BALDE
100	DOMINGO HERRERO	B. DEL SUR	812.8 +	22,0				"
101	DOMINGO HERNANDEZ	"	815.8 +	18,2				"
102	RODOLFO BLANCO	L. RAMADITAS	744.3 +	6,75				"
103	RODOLFO BLANCO	"		7,40		MOLINO		"
104	EDUARDO ALBARRACIN	"	800.2 +	11,0				"
105	EDUARDO ALBARRACIN	"	699.6 +	11,5				"
106	FELIPE GARAY	Bo S. NICOLAS	685.1 +	22,0				"
107	FELIPE GARAY No 2	"	748.6 +	16,0				"
108	RAMON LUCIO MOLINA	AGUA CERCADA	683.4 +	27,0				"
109	DOMINGO E. VARGAS	"		21,5				"
110	CORINA DE GARRIZO	"		15,1				"
111	KELLER ALBARRACIN	"		10,6				"
112	JUSTO PAEZ	LAS TUMANAS	738.8 +	12,6				"
113	DR. PEÑALOZA	"	664.0			SILTAN		PERFORADO
114	DR. PEÑALOZA	"		44,9		MOLINO		BALDE
115	LUCIA CUEVAS	ASTICA	666.6 +	7,1				"
116	LUIS CHAVEZ	"	673.5 +	8,23				"
117	ANGEL MORENO	"	665.4 +	4,95				"
118	ROBERTO MOLINA (ESCUELA)	"		13,8				"
119	MAURICIO RUARTE	"	653.3 +	15,4				"
120	ROSARIO MONTIVEROS	"	334.3 +	15,2				"

Pozo No	Propietario	Lugar	Cota sobre nivel del mar (m)	Profundidad aproximada (m)	C.E.	Bomba	Motor	Tipo
121	TOMAS VILDOSO	ASPICA	620.9 +	14,5				BALDE
122	REGINALDO ATENCIO	"	447.8 +	13,3				"
123	CORREA MOYANO	CHUCUMA	424.8 +	23,6				"
124	MARTIAS ARABEL	LA RIOJA	418.7 +	9,82				"
125	JUAN LUNA	"	429.9 +	17,6				"
126	CLODOMIRO OLMOS	"	442.3 +	10,3				"
127	DIOGENES LUCERO	"	443.3 +	12,7				"
128	JUAN MONTERO	CHUCUMA	438.2 +	19,6				"
129	BALDOMERO SAAVEDRA	"	446.9 +	13,1				"
130	BENITO BELLI	"	461.3 +	19,4				"
131	LINAFOR FERNANDEZ	"	526.6 +	24,8				"
132	DIRGO BECERRA	"	527.9 +	31,9				"
133	ANTONIO FUMES	"	549.6 +	31,1				"
134	VALERIANO ALAMINO	"	536.2 +	60,0				"
135	PEDRO MERCADO	"	546.8 +	32,0				"
136	PASCUAL FUMES	LA RIOJA	777.9 +	36,6				"
137	MONICO FERNANDEZ	CHUCUMA		27,9				"
138	RAMONA F. DE FERNANDEZ	"		24,0				"
139	ESCUELA BALDES DEL ROSARIO	B. DEL ROSARIO	1165.70	14,5				"
140	ERIGORI: VDA. DE PIZARRO	"	1165.22	11,9				"
141	GUILLEIRMO VILLAFRANCO	"	1169.17	18,1				"
142	JUAN ONTIVEROS	B.S. ANTONIO	1167.22	20,3				"
143	SANTOS VILAFARTE	USNO	904.81	9,17				"
144	ESCUELA USNO	"	910.30	10,6				"
145	RAMON ORTIZ	"	912.26	13,9				"
146	CIRIACA VDA. DE FLORES	"	922.41					"
147	POZO LA PUNTILLA	"	937.70	16,1				"
148	SALOMON CEPEDA	"	918.39	20,9				"
149	LUCIO BUSTOS	"	908.68	21,4				"
150	CALIXTO ELIZONDO	"	1166.0	16,0				"
151	MOLINO DE BALDECITO	BALDECITO	1270.8	9,87				"

Pozo No	Propietario	Lugar	Cota sobre nivel del mar (m)	Profundidad aproximada (m)	C.T.	Bomba	Motor	Tipo
152	FEDERICO OMTIVEROS	BALDOTEPO		14,2				BALDE
153	TOMAS HERRERA	"		16,2				"
154	JUAN FABRI	PAN DE AZUCAR	974.26	20,8				"
155	JUAN FABRI	ASILAN	1072.49	16,4				"
156	JUAN FABRI	PAN DE AZUCAR	1000.32	39,(T)		APUETL 8"		PERFORADO
157	VIALIDAD NACIONAL	S. MASCASIN				"		BALDE
158	GONZALEZ (contratista)	USNO						"
159	SASSO	"	886.72					"
160	CAARRIZO	"						"
161	SAUL QUIROGA	"						"
162	ESCUELA B. D. ASTICA	ASTICA						"

Nota: Las profundidades con (+), es de acuerdo a perfiles existentes; el terciario está a 2 ó 3 metros más arriba.

Las cotas con (+), corresponden a los obtenidos con barógrafo y altímetro.

C.E. : Conductividad específica

TABLA 2. Pozos censados en los Llanos Riojanos

1.-	POZO CORRAL DE ALMBRE	N.E.	19.04
2.-	" MOLINO DE SAN RAMON	"	15.88
3.-	" SUNCHOS DE ABAJO	"	22.01
4.-	" BALDES DE LUJAN	"	3.45
5.-	" 1º LAS COLORADITAS	"	2.50
6.-	" SAN SALVADOR	"	7.40
7.-	" LAS LOMITAS	"	7.92
8.-	" PIMPOLLO	"	4.59
9.-	" PLUMERILLO	"	15.17
10.-	" SANTA LUCIA	"	7.42
11.-	" LA UNICN	"	7.52
12.-	" (FF.CC.) SALINAS DE MASCASIN	"	14.30
13.-	" MOLINO DE MASCASIN	"	. . .
14.-	" MASCASIN VIEJO	"	. . .

=====



## CAPITULO II

### CURVAS EQUIPOTENCIALES Y DE IGUAL VARIACION

#### A. INTRODUCCION

Con la práctica de medición de nivel de pozos en una determinada fecha, obtenemos la información necesaria para representar el movimiento del agua subterránea y calcular el volumen de recarga y descarga, si conocemos además la cota del techo de la roca impermeable o basamento. Un conjunto de mediciones en función del tiempo, nos permite trazar curvas de igual nivel de agua y de igual variación, con lo que puede interpretarse volúmenes de agua que entran y salen de la cuenca; es necesario conocer mediciones periódicas de muchos años, para tratar de obtener un promedio anual que se acerque a la realidad.

Los datos de las mediciones sirve para graficar hidrogramas, siempre con el objeto de conocer variaciones de nivel en distintos períodos de tiempo; lo mismo podemos decir de los limnigrafos instalados a una determinada escala vertical y de tiempo, que grafica directamente sobre el papel, las oscilaciones del nivel de agua.

#### B. ANTECEDENTES

La falta de información y bibliografía acerca de la zona, es notable.

Es en la zona de San Agustín donde hay varios estudios realizados, aunque todos ellos se refieren a flujos superficiales, es decir que específicamente no se han hecho mediciones periódicas de niveles de agua subterránea.

## C. METODOLOGIA

### 1. Trabajo de campaña

La primera medición se llevó a cabo en Octubre de 1966 en la zona de San Agustín, la comisión que obtuvo estos datos era la misma que estaba realizando la tarea del censo; los elementos utilizados para estos trabajos fueron cintas metálicas de 30 y 50 metros y eléctricas de 100 metros.

Desde Octubre de 1966 hasta la última medición en Julio de 1970 se han sucedido varias comisiones, totalizando 12 mediciones a la fecha.

Las mediciones se hacían en todos los pozos censados por el Plan, obteniéndose mayor número de mediciones en la zona de San Agustín.

Hasta Diciembre de 1969, se estaba midiendo si se quiere irregularmente, porque todavía no se tenía los pozos seleccionados para mediciones periódicas y solo a partir de esa fecha se estableció que los pozos seleccionados se midieran cada 3 meses y los demás pozos cada 6 meses.

A partir de Abril de 1969, se volcó en los planos a escala // 1:200.000, los datos de las mediciones que hasta esa fecha estaban colocadas en las tarjetas de campo.

En la tarea de medición de pozos no se presentaron problemas de importancia. Los propietarios autorizaron pasar hasta sus pozos las veces que el Plan lo solicitara.

En los pozos equipados la cinta va por la boca del caño y en los pozos baldes la medición no tiene ningún problema.

Los inconvenientes se presentaron por la poca accesibilidad a los pozos alejados a la ruta principal; caminos y huellas cortadas por crecientes, que no permitieron llegar a los pozos.

### 2. Trabajo de Gabinete y análisis general de resultados

Para la interpretación de las curvas se utilizó los mapas preparados por la sección geología del Plan, a escala 1:200.000 de todo el Valle Fértil y una de detalle a escala 1:50.000 ampliada del primero para la zona de San Agustín.



(a) En todo el valle: La cuenca es bastante amplia; tiene una superficie aproximada de 5.800 Kilómetros cuadrados. De ella se pudo hacer en el mes de Mayo de 1969 una medición de cuya representación se obtuvieron las curvas que describimos a continuación.

Los niveles de agua tienen una marcada tendencia a bajar con respecto a las mediciones de Febrero (promedio: 0,70 aproximadamente). El desplazamiento de las curvas tiene la dirección noroeste-sureste desde cota 1100 metros sobre el nivel del mar en Baldes del Rosario hasta cota 600 metros sobre el nivel del mar en Astica, pero al Sur toma la dirección norte-sur, desde cota 500 metros sobre el nivel del mar aguas abajo (Mapas 2 y 9).

La gran falla que atraviesa de norte a sur la zona del Valle hace variar estas curvas, produciendo un salto de más de 100 metros. A medida que avanza hacia el sur, la pendiente tiende a equilibrarse, es decir el rechazo de la falla sería más corto.

En la subcuenca Norte (Balde del Rosario) se aprecia la influencia del río San Antonio.

(b) Zona de San Agustín: es el área que tiene mayor cantidad de pozos (Capítulo I) y más información de todo Valle Fértil, razón por la que se muestra un plano de detalle.

(i) Curvas equipotenciales de Octubre de 1966: se han hecho mediciones en un 70% de los pozos censados. La representación de las curvas muestra (Mapa 4) que en el movimiento del flujo subterráneo influye más, el Río del Valle Fértil que el Río Usno. Las curvas se desplazan casi paralelamente de noroeste a sureste y cortando perpendicularmente la Sierra de Valle Fértil, en la Villa de San Agustín. Un poco al sur de esta villa, las líneas se juntan, perpendicularmente al cerro, de manera que no existiría recarga de la Sierra. Pero a medida que las curvas se van alejando de la Sierra, se separan (mayor abastecimiento subterráneo). En el mapa, las curvas van desde una cota de 800 metros a 870 metros sobre el nivel del mar, con intervalos de 10 en 10 metros.

(ii) Curvas equipotenciales de Octubre de 1967: 12 meses después de la medición de Octubre de 1966, la dirección de las líneas equipotenciales es la misma; no hay una coincidencia pero sí un pequeño desplazamiento hacia el sureste, lo que viene a indicar que los niveles habían bajado alrededor de unos 50 centímetros en promedio general.

Las características más importantes son prácticamente similares a las curvas equipotenciales de Octubre de 1966 (Mapa 5).

(iii) Curvas equipotenciales de Octubre de 1968: Las características son las descritas en (i) y (ii) (Mapa 6). La única diferencia notable que se presenta es el gran desplazamiento de las curvas hacia el noroeste, lo que indica que los niveles habían subido en un promedio de 5 metros aproximadamente debido a una recarga anormal (creciente "del siglo" de Enero de 1968).

(iv) Curvas equipotenciales de Octubre de 1969: Transcurridos 12 meses de la medición del 10-68 a esta fecha, los niveles venían bajando notablemente, siendo más pronunciado en las regiones cercanas al río, probablemente este movimiento sucede hasta alcanzar un equilibrio en el acuífero y por lo tanto las curvas con respecto a las del 10-68 vienen desplazándose nuevamente hacia el S.E (anexo 5).

(c) Curvas de igual variación: Consideramos solo en la zona de San Agustín, donde se tiene información más completa de mediciones.

(i) Variaciones entre Octubre 1966 y Octubre 1967: Estas curvas representan la variación ocurrida en un período de 12 meses. Se notan áreas deprimidas, sobre todo en la Villa San Agustín (variaciones de niveles de -0,10 metros a -0,80 metros) que indicarían zonas de mayor explotación de aguas subterráneas. (anexo 5)

Al noroeste de los Baldes de Las Chilcas (zona de cultivos) se nota una depresión aún más profunda; esta área tiene muchos pozos equipados.

El resto de la zona de "detalle" no se conoce bien, por falta

de datos, aunque aparentemente la depresión se extiende a toda la zona. Por otra parte dá la impresión que en este período, el Río Usno recargó un poco el acuífero (pozos N°64 y 65).

(ii) Variaciones entre Octubre 1967 y Octubre 1968: Aquí notamos un gran aumento del nivel de agua en los pozos (Mapa 5), de tal manera que las curvas dejan al descubierto la influencia neta del río Valle Fértil sobre la zona San Agustín. Las flechas indican la dirección del flujo subterráneo. Las curvas de mayor cota de nivel de agua (+8,+7,etc) se encuentran más cerca del río y las de menor cota (+3, +2,etc) se alejan de él. Hay una faja de terreno sin recarga en la parte que comprende la finca de Sirerol y Longarich (pozos N° 53,56,57,59 que sería debido a un levantamiento del basamento en esta área) (7). En la margen izquierda del río no se presenta ninguna anomalía y en la margen derecha la única notable es la que señalamos (Mapa 8)

(iii) Variaciones entre Octubre 1968 a Octubre 1969: En el período 67-68, había un aumento de nivel de agua que estaba variando aproximadamente entre +8 metros +2 metros , o sea un promedio de +5 metros, para bajar en el período 68-69 aproximadamente a un promedio de -3 metros. No hubo precipitaciones como para una recarga del acuífero.

El almacenamiento producido por la creciente del 68, se descarga prácticamente durante poco más de un año para alcanzar casi el nivel que tenía en el período 66-67.

#### D. SELECCION DE POZOS PARA MEDICIONES PERIODICAS

Con el propósito de obtener información de mediciones de niveles cada 3 meses, fué necesario realizar una selección de pozos, basándose en principio, que fueran representativos de varios (4 ó 5 ) pozos de la zona y además reunieran algunas condiciones, tales como: facilidad de medición, invariabilidad en la construcción, accesibilidad, que tuvieran análisis de agua, etc.; por estas razones, la mayoría de pozos elegidos

fueron baldes.

La medición se limita solo a estos pozos y se efectúa cada 3 meses, mientras que en todos los demás pozos existentes en Valle Fértil, se hace cada 6 meses.

En el Mapa 2 , están indicados los pozos seleccionados, cuya nómina en un total de 49 es la siguiente: (Tabla 4)

TABLA N°4 RED DE POZOS DE OBSERVACION DE VALLE FERTIL

Pozo N°	Propietario	Cota sobre nivel del mar (m)	C.E. umhos/cm	Tipo
1	Carmen Soria	867,01	----	Balde
3	Ramón Pedernera	862,32	----	Balde
11	Eriberto Acosta	849,14	(!) 2.130	Balde
17	Segundo Quiroga 1 y 2	-----	1.440	Balde
20	G.Alcaide W. de la Cruz	807,22	1.254	Perforado
26	Sánchez Catena 1	802,52	2.055	Perforado
30	Antonio Vera N°2	817,34	-----	Perforado
35	Antonio Botella	824,67	1.160	Perforado
47	Linares	827,43	3,150	Perforado
48	Raúl Díaz	834,28	5.350	Balde
49	Emilio Pecuche	842,62	1,920	Perforado
50	Lucero N°2	842,36	-----	Perforado
52	Lucero N°3	847,63	-----	Perforado
54	Tinto	852,74	1.300	Perforado
55	Labayrú	846,34	981	Perforado
56	Pascual Fernández	841,22	956	Balde
58	Enrique Sirerol	849,80	1.120	Perforado
61	Ruiz	875,33	1.750	Perforado
65	Napoleón Quiroga	889,72	3.260	Perforado
66	Ramón Chanquía	944,94	1.260	Perforado
68	Sánchez Catena	817,06	3.560	Perforado
69	Paulino Romero	-----	-----	Balde
75	Esc. P.de Espinosa	847,60	-----	Balde
76	M. Cruciani	420,70	3,890	Balde
77	G. y L. Fernández	415,02	6.410	Balde
80	César Carmona	440,70	2.480	Balde

Pozo Nº	Propietario	Cota sobre nivel del mar (m)	C.E. umhos/cm	Tipo
83	Celín Tarabay	523,50	3.160	Balde
89	L. y N. Maza	649,90	1.020	Balde
93	Keller Albarracín	761,00	-----	Balde
97	Moreno y Marinaro	427,90	4.610	Perforado
101	Domingo Fernández	815,80	2.180	Balde
103	Rodolfo Blanco	744,30	-----	Balde
105	Eduardo Albarracín	800,20	1.340	Balde
113	Dr. Peñaloza	664,0	4.320	Perforado
116	Luis Chávez	673,50	7.440	Balde
121	Rosario Montiveros	-----	601	Balde
122	Atencio y C. Moyano	620,90	1.960	Balde
124	Matías Arabel	424,80	7.920	Balde
125	Juan Luna	418,70	10.000	Balde
127	Diógenes Lucero	442,30	4.960	Balde
129	Baldomero Saavedra	438,20	-----	Balde
135	Pedro Mercado	536,20	2.500	Balde
139	Esc. B. del Rosario	1175,70	10.000	Balde
142	Juan Ontiveros	1167,22	2.210	Balde
144	Escuela de Usno	910,30	1.610	Balde
147	La Puntilla (Usno)	937,70	5.740	Balde
148	Salomón Zepeda	918,39	3.210	Balde
151	Molino de Baldecito	1270,80	3.470	Balde
154	Juan Fabri	974,26	2.860	Balde
155	Juan Fabri	1072,42	-----	Balde
157	Vialidad Nacional	-----	6.830	Balde
VF-6	Pozo del Plan	-----	960	Perforado



Las mediciones en la Red de pozos seleccionados se puede hacer tambien en vez de trimestral, semestralmente, en este caso las mediciones en el resto de los pozos del Valle, se desplazarían de semestral a anual; lo más razonable sería que se haga una medición en el verano y otra en el invierno, para conocer puntos máximos y mínimos de nivel de agua.

#### E. CONCLUSIONES

Podemos asegurar que la recarga de la cuenca se produce de las vertientes del este de las sierras de Valle Fértil y de la Huerta.

Las vertientes vuelcan su caudal en los ríos de Valle Fértil y Usno en la parte Norte; en la parte central, los ríos Agua Cercada, Las Tumanas, La mesada y Astica y en la parte del Sur, Chucuma y San Antonio; estos caudales estarían estrechamente vinculados con las precipitaciones pluviales de la serranía; esto nos demuestra que los niveles de agua en los pozos, medidos en Octubre de 1966 (año seco) estaban bajos; en Octubre de 1967 los niveles todavía estaban bajando en un promedio de 0,50 metros, mientras que en Octubre de 1968 los niveles habían subido alrededor de 5 metros con respecto a las mediciones del año anterior (creciente de Enero de 1968). A pesar de esta recarga, si tenemos en cuenta que el consumo de agua por bombeo (sobre todo en la zona de San Agustín) no es muy voluminoso, parece que el escurrimiento subterráneo es rápido, puesto que a los 7 meses (medición de Mayo de 1969) los niveles ya habían bajado en un promedio de 3 metros.

Las curvas de igual nivel de agua, descienden suavemente de noroeste a sureste, hasta unos 10 a 15 Kilómetros de la Villa San Agustín, luego la dirección es de norte a sur. Probablemente el agua subterránea se descarga en la parte más baja de la cuenca, que resulta ser el "Graven" determinado por Geofísica, resultando como la cubeta receptora del volumen de agua de descarga. El salto tiene en partes un promedio de 60 a 70 metros de profundidad y debido a esto los niveles de la cuenca han

bajado bruscamonte, así al oeste de la falla los niveles estaban entre 10 y 15 metros de profundidad y al este son indeterminados; por ejemplo en el pozo VF<sub>4</sub> el nivel estaba por debajo de los 100 metros y en el Sur (Balde de Chucuma) están entre 25 y 40 metros.

Entre la Ruta Provincial 293 y el pozo VF<sub>7</sub>, da la impresión, de que el flujo es constante, debido a que la cota del nivel de agua en estos puntos no varía mucho, es decir habría un equilibrio; puede ocurrir este fenómeno, por recarga de los ríos y arroyos temporarios que bajan tanto del Este como del Oeste de la cuenca.

#### F. RECOMENDACIONES

1. Conviene seguir realizando las mediciones trimestrales o semestrales en la Red de pozos de observación y en la totalidad de pozos de Valle Fértil; con ello se conocerá las variaciones de nivel de agua en función del tiempo.
2. Seguir buscando mayores informaciones de toda la cuenca para efectuar en el futuro un balance hidrogeológico que puede servir para promover inversiones económicas.
3. El trazado de las curvas equipotenciales de la zona de San Agustín, es a base de cotas niveladas y el resto de la cuenca, a base de altímetro y barógrafo que representa solamente altura aproximada y por lo tanto debería acotarse por nivelación, para uniformar las cotas en toda la zona de Valle Fértil.

G. ANEXO

5. PLANILLA DE MEDICIONES DE NIVELES EN LA ZONA DE SAN AGUSTIN

Pozo No	MEDICIONES									
	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota
1	10-66	855.64	10-67	855.27	10-68	863.99	5-69	857.90	10-69	858.50
2	10-66	855.68	10-67	855.46	10-68	863.38	5-69	858.08	10-69	858.85
3	10-66	852.52	10-67	852.34	10-68	858.67	5-69	852.86	10-69	853.62
4	10-66	850.38	10-67	850.11	10-68	857.28	5-69	851.21	10-69	852.09
5	10-66	847.69	10-67	847.28	10-68	853.79	5-69	848.72	10-69	849.47
6	10-66	850.01	10-67	849.61	10-68	856.31	5-69	851.33	10-69	851.33
7	10-66	847.79	10-67	847.46	10-68	853.17	5-69	849.48	10-69	850.28
8	10-66	847.76	10-67	847.74	10-68	-----	5-69	-----	10-69	848.55
9	10-66	843.50	10-67	843.40	10-68	-----	5-69	-----	10-69	843.97
10	10-66	840.49	10-67	840.32	10-68	844.31	5-69	842.24	10-69	843.08
11	10-66	834.92	10-67	834.10	10-68	837.01	5-69	836.38	10-69	837.33
12	10-66	835.67	10-67	834.95	10-68	837.88	5-69	836.62	10-69	837.68
13	10-66	839.66	10-67	839.27	10-68	842.25	5-69	840.80	10-69	841.56
14	10-66	848.94	10-67	846.26	10-68	850.75	5-69	848.55	10-69	849.94
15	10-66	814.88	10-67	813.89	10-68	816.37	5-69	815.97	10-69	817.61
19	10-66	803.43	10-67	802.43	10-68	806.21	5-69	804.67	10-69	-----

POZO No	MEDICIONES									
	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota
20	10-66	796.82	10-67	-----	10-68	799.01	5-69	795.91	10-69	-----
21	10-66	797.00	10-67	797.05	10-68	799.94	5-69	797.82	10-69	798.82
22	10-66	798.42	10-67	796.43	10-68	799.17	5-69	798.29	10-69	798.48
29	10-66	807.44	10-67	806.68	10-68	810.43	5-69	809.97	10-69	808.63
30	10-66	806.82	10-67	807.14	10-68	810.74	5-69	809.92	10-69	810.46
31	10-66	806.74	10-67	806.25	10-68	809.73	5-69	809.05	10-69	809.56
32	10-66	814.75	10-67	814.23	10-68	817.42	5-69	817.18	10-69	817.74
35	10-66	-----	10-67	-----	10-68	816.28	5-69	-----	10-69	-----
36	10-66	809.82	10-67	-----	10-68	-----	5-69	-----	10-69	811.76
38	10-66	-----	10-67	-----	10-68	816.34	5-69	814.51	10-69	812.65
39	10-66	818.03	10-67	-----	10-68	819.90	5-69	-----	10-69	-----
40	10-66	-----	10-67	-----	10-68	819.91	5-69	-----	10-69	-----
42	10-66	-----	10-67	819.16	10-68	823.57	5-69	818.22	10-69	-----
44	10-66	825.69	10-67	-----	10-68	-----	5-69	-----	10-69	-----
46	10-66	817.33	10-67	-----	10-68	-----	5-69	-----	10-69	-----
48	10-66	820.75	10-67	820.42	10-68	821.97	5-69	820.88	10-69	820.48
49	10-66	831.05	10-67	-----	10-68	832.94	5-69	831.98	10-69	832.52
50	10-66	837.02	10-67	836.64	10-68	839.81	5-69	838.60	10-69	835.69

POZO No

MEDICIONES

	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota	Fecha	Cota
51	10-66	841.46	10-67	841.10	10-68	844.41	5-69	843.75	10-69	843.62
52	10-66	841.44	10-67	840.88	10-68	845.00	5-69	844.04	10-69	843.23
54	10-66	842.32	10-67	841.77	10-68	844.74	5-69	-----	10-69	843.68
55	10-66	838.87	10-67	838.14	10-68	843.24	5-69	-----	10-69	-----
56	10-66	833.02	10-67	832.29	10-68	-----	5-69	831.68	10-69	835.02
57	10-66	-----	10-67	-----	10-68	822.58	5-69	821.45	10-69	821.76
58	10-66	838.27	10-67	838.29	10-68	846.90	5-69	840.70	10-69	840.20
61	10-66	860.12	10-67	-----	10-68	861.04	5-69	-----	10-69	862.89
62	10-66	872.57	10-67	871.35	10-68	-----	5-69	-----	10-69	-----
63	10-66	874.50	10-67	873.98	10-68	-----	5-69	-----	10-69	-----
64	10-66	873.93	10-67	874.27	10-68	-----	5-69	-----	10-69	-----
65	10-66	868.02	10-67	868.21	10-68	-----	5-69	866.59	10-69	867.77
66	10-66	923.49	10-67	924.84	10-68	925.62	5-69	924.63	10-69	925.96

1  
35  
1