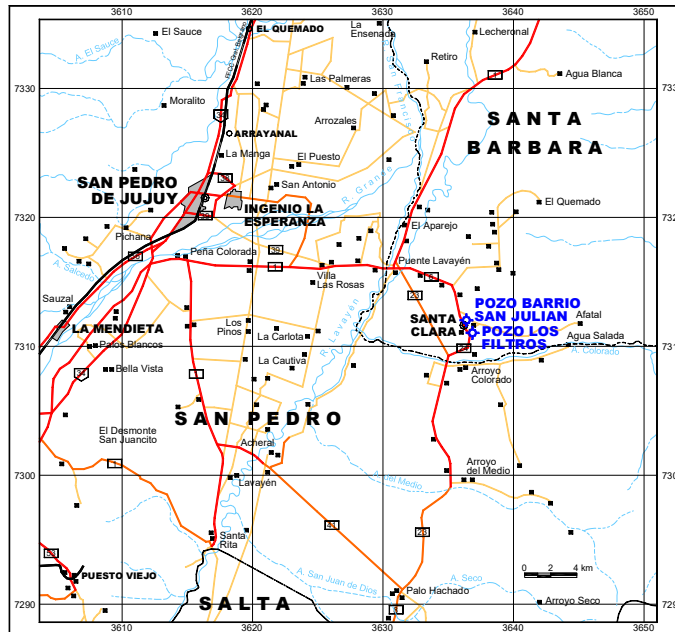


P **SALTA** PERFORACIONES

de Drilling Services S. A.

INFORME TECNICO DE PERFORACIONES POZOS LOS FILTROS Y BARRIO SAN JULIAN



Propietario: Municipalidad de Santa Clara

Localidad: Santa Clara

Departamento: Santa Bárbara

Provincia: Jujuy

Empresa Contratista: Salta Perforaciones

Dirección Técnica: Geol. Claudio R. Bassi

Abril 2006

*Av. Paraguay 2558 – Salta – CP 4400
Tel/Fax: (0387) 4271259/4271489
e-mail: saltaperforaciones@salnet.com.ar*

INTRODUCCION

A pedido de la *Municipalidad de Santa Clara* se realizó entre los días 4 de febrero y 19 de abril de 2006, la perforación de un nuevo pozo para abastecimiento de agua potable a la localidad de Santa Clara, ubicada en el departamento Santa Bárbara, provincia de Jujuy.

METODOLOGIA

Se instaló el equipo de perforación en una locación determinada por personal de la Municipalidad de Santa Clara en el lugar denominado Los Filtros.

Las coordenadas geográficas de ubicación del pozo son: 24° 18' 43,4" de latitud sur y 64° 39' 3,9" de longitud oeste.

1. Primera Perforación Exploratoria

Se realizó una perforación exploratoria, con el fin de evaluar, mediante muestreo y electroperfilaje, el potencial hidrogeológico del lugar.

Se utilizó el sistema de perforación *rotary*, empleando un trépano de dientes insertos de 12", 10" y 8" de diámetro alcanzando, el día 16 de febrero, los 92 m de profundidad.

Durante la perforación se realizó un muestreo sistemático de *cutting* cada dos metros y en los cambios de litología; las muestras fueron colocadas en muestreadores para su posterior análisis, a fin de determinar la abertura de filtro, tamaño de prefiltro y realizar la descripción del perfil litológico.

2. Perfilajes Eléctricos

Concluida la perforación exploratoria se realizaron los perfilajes eléctricos del pozo, donde se registraron valores de resistividad normal corta, resistividad normal larga y potencial espontáneo. Los electroperfilajes fueron realizados el día 16 de febrero por la empresa *Conhidro S. R. L.* (ver informe adjunto).

Los valores obtenidos de los perfilajes eléctricos indican que los niveles que podrían comportarse como acuíferos son:

41,5 a 48,5 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

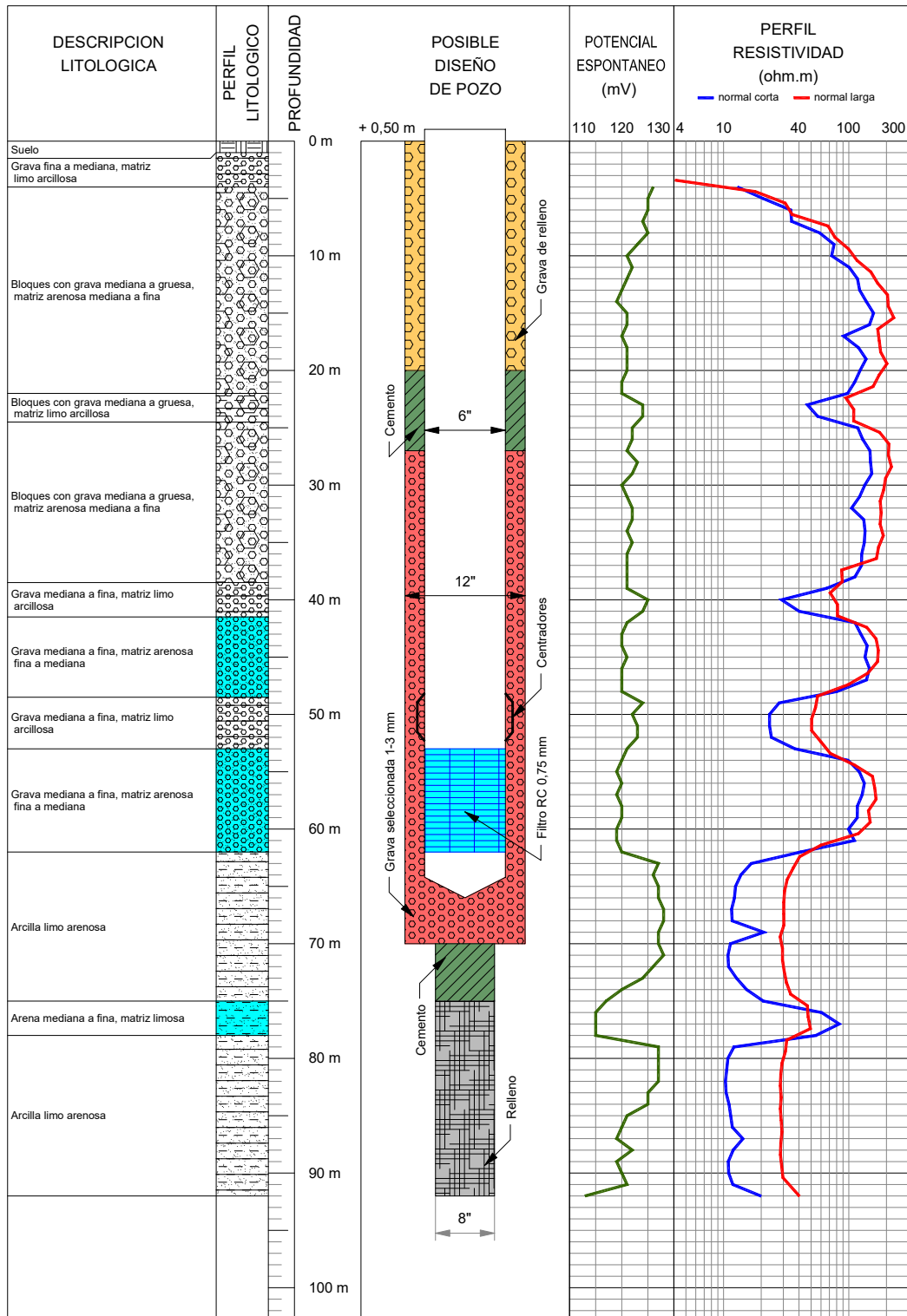
53,0 a 62,0 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

75,0 a 78,0 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

3. Análisis y Estudios Realizados en el Pozo Exploratorio

Como resultado de los análisis y estudios realizados al concluir la perforación exploratoria de la obra se concluye lo siguiente:

- a. De la observación y análisis de las muestras recuperadas durante la perforación surge la presencia de dos niveles sedimentarios muy diferenciados; hasta los 38 metros de profundidad los materiales se caracterizan por su granulometría gruesa a muy gruesa (bloques y gravas medianas a gruesas), escasa presencia de materiales finos y la elevada dureza de sus componentes. De los 38 metros hacia el fondo del pozo la secuencia sedimentaria se invierte en cuanto a su granulometría, siendo más abundantes los materiales finos (arenas finas, limos y arcillas) con poca participación de la fracción más gruesa (gravas medianas a finas). Las características de las muestras de la parte inferior del perfil, las más interesantes desde el punto de vista hidrogeológico, son poco alentadoras debido a la abundante presencia de materiales finos, lo cual indicaría una baja permeabilidad y consecuentemente no pueden esperarse caudales importantes de agua de estos niveles.
- b. De la interpretación de los perfilajes eléctricos surgen las siguientes observaciones:



- Los materiales ubicados hasta los 40 metros de profundidad aproximadamente no contendrían agua (estarían secos).
- No es posible determinar claramente en el perfilaje la presencia del nivel estático. Solo

se observa un cambio en las propiedades eléctricas a los 62 metros de profundidad, lo cual podría corresponder al posible nivel estático.

- Existen tres niveles que por sus propiedades físicas (resistividad y potencial espontáneo) podrían comportarse como acuíferos:

de 41,5 a 48,5 metros de profundidad

de 53,0 a 62,0 metros de profundidad

de 75,0 a 78,0 metros de profundidad

- El registro de potencial espontáneo indica que el agua de formación es más salada que el agua utilizada en el lodo de perforación (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), siendo el máximo admisible para consumo humano 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
 - El nivel ubicado entre los 75 y 78 metros de profundidad presenta una inversión entre los valores de resistividad normal corta y larga lo cual puede ser atribuido a la presencia de agua salada, siendo también notoria la mayor deflexión del potencial espontáneo frente a esta capa.
- c. Del análisis geomorfológico de la zona en la que se encuentra emplazada la obra se observa que el pozo se encuentra ubicado al pie de la Sierra de Santa Bárbara, no habiendo prácticamente relleno sedimentario moderno. Los materiales atravesados corresponden casi en su totalidad a formaciones de edad terciaria.
- d. Finalmente haciendo un relevamiento de antecedentes de pozos ejecutados en la zona se observa que existen pozos ubicados en situaciones geomorfológicas similares los cuales se caracterizan por poseer niveles estáticos profundos (por encima de 70 metros de profundidad), caudales específicos muy bajos y aguas de calidad química no aptas para consumo humano.

Como consecuencia de todo lo mencionado con anterioridad la Dirección Técnica aconseja no proseguir con la obra, debido a que probablemente no se obtenga agua en volúmenes considerables, los caudales específicos serían muy bajos y la calidad química regular a mala.

4. Nueva Ubicación

Se trasladó el equipo de perforación hacia un nuevo punto situado en el Barrio San Julián de la localidad de Santa Clara.

Las coordenadas geográficas de ubicación del nuevo pozo son: 24° 18' 24,3" de latitud sur y 64° 39' 37,8" de longitud oeste.

5. Segunda Perforación Exploratoria

El día 4 de marzo se comenzó la segunda perforación exploratoria, con el fin de evaluar, mediante muestreo y electroperfilaje, el potencial hidrogeológico del lugar.

Se utilizó el sistema de perforación *rotary*, empleando un trépano de dientes insertos de 8" de diámetro alcanzando, el día 20 de marzo, los 93 m de profundidad.

Durante la perforación se realizó un muestreo sistemático de *cutting* cada dos metros y en los cambios de litología; las muestras fueron colocadas en muestreadores para su posterior análisis, a fin de determinar la abertura de filtro, tamaño de prefiltro y realizar la descripción del perfil litológico.

6. Perfilajes Eléctricos

Concluida la segunda perforación exploratoria se realizaron los perfilajes eléctricos del pozo, donde se registraron valores de resistividad normal corta, resistividad normal larga y potencial espontáneo. Los electroperfilajes fueron realizados el día 20 de marzo por la empresa *Mercoaguas* (ver informe adjunto).

Los valores obtenidos de los perfilajes eléctricos indican que los niveles que podrían comportarse

como acuíferos son:

37,0 a 44,0 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

46,0 a 55,0 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

56,0 a 59,5 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

61,0 a 88,0 m.b.b.p. (metros bajo boca de pozo)

7. Diseño de Pozo

Teniendo en cuenta los antecedentes de la zona, las características de las muestras recuperadas y la interpretación de los electroperfilajes se realizó el siguiente diseño:

Profundidad		Tipo de Cañería	Longitud (m)	Diámetro (")
Tope (mbbp)	Base (mbbp)			
+0,50	38,00	Caño ciego	38,50	6
38,00	44,00	Filtro RC 1,5 mm	6,00	6
44,00	46,00	Caño ciego	2,00	6
46,00	54,00	Filtro RC 1,5 mm	8,00	6
54,00	65,00	Caño ciego	11,00	6
65,00	70,00	Filtro RC 1,5 mm	5,00	6
70,00	75,00	Caño ciego	5,00	6
75,00	80,00	Filtro RC 1,5 mm	5,00	6
80,00	85,00	Caño cola	5,00	6
Total			85,50	

Los filtros utilizados son de acero galvanizado.

8. Entubado y Engravado

Previamente a la etapa de entubación se repasó el pozo en 12" de diámetro hasta los 89 metros de profundidad.

El entubado se realizó el día 7 de abril sin ningún inconveniente.

Finalizado el entubamiento se procedió a engravar el pozo desde el fondo del mismo hasta los 27 metros de profundidad con grava seleccionada de 2 a 4 mm. Para esta operación se alivió la inyección y se bajaron las barras de sondeo hasta el fondo del pozo por el interior de la cañería, tapando la boca con una platina sello. Se realizó una circulación inversa a fin de que el prefiltro descienda por el espacio anular hasta la profundidad necesaria.

Se utilizaron como prefiltro 4,5 m³ de grava seleccionada de 2 a 4 mm de diámetro.

9. Cementación

Terminado el engravado se procedió a cementar el pozo entre los 17 y 27 metros de profundidad para aislar los acuíferos a explotar de las capas superiores. Para esta operación se utilizaron 10 bolsas de cemento.

El resto del pozo fue rellenado con 2 m³ de grava gruesa lavada.

10. Lavado

Finalizado el engravado se procedió a lavar el pozo, para lo cual se inyectó, por medio de la bomba lodera de la máquina, agua a presión para eliminar el lodo de perforación. Seguidamente se colocó en el extremo de la cañería de sondeo una herramienta tipo jet, que enfrentada a los filtros inyecta agua a presión con movimientos verticales y giros. Luego se aplicaron 40 litros de dispersante químico, *Glensol*, para remover con mayor facilidad el lodo bentonítico utilizado durante la perforación. Estas operaciones permitieron la limpieza de los filtros.

11. Desarrollo

Culminadas las etapas de perforación, entubado, engravado, cementación y lavado del pozo se comenzó el día 17 de abril la etapa de desarrollo del mismo. El desarrollo es la acción por la cual se trata de eliminar totalmente los vestigios de bentonita, como así también los materiales finos del acuífero, para lograr un entorno más permeable en las cercanías del pozo y permitir el ingreso de agua totalmente límpida y sin sólidos.

Para el desarrollo se utilizó una electrobomba sumergible de 10 HP, con cañería de conducción de 2" ½, colocada a una profundidad de 59 m. El desarrollo se efectuó utilizando el método de contracorriente, que consiste en movimientos alternados de la bomba arrancando y parando, también se utilizó el método de sobrebombeo, que consiste en poner en producción el pozo con el máximo de caudal posible. La finalidad de estos trabajos es lograr que el agua salga límpida.

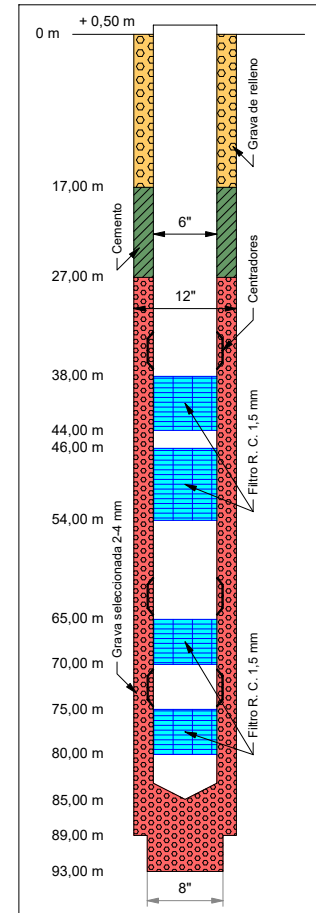
12. Ensayo de Bombeo

El ensayo de bombeo se realiza con el objeto de determinar las características hidráulicas del pozo y así poder establecer la explotación adecuada con el equipo de bombeo apropiado. Para tal fin se realizó, el día 19 de abril, un ensayo de bombeo de tres escalones con caudales crecientes.

Con los datos del ensayo de bombeo se calcularon las constantes *B*, *C* y *n* que rigen la ecuación de descensos (*s*) en función de los caudales, utilizando el método de Hantush.

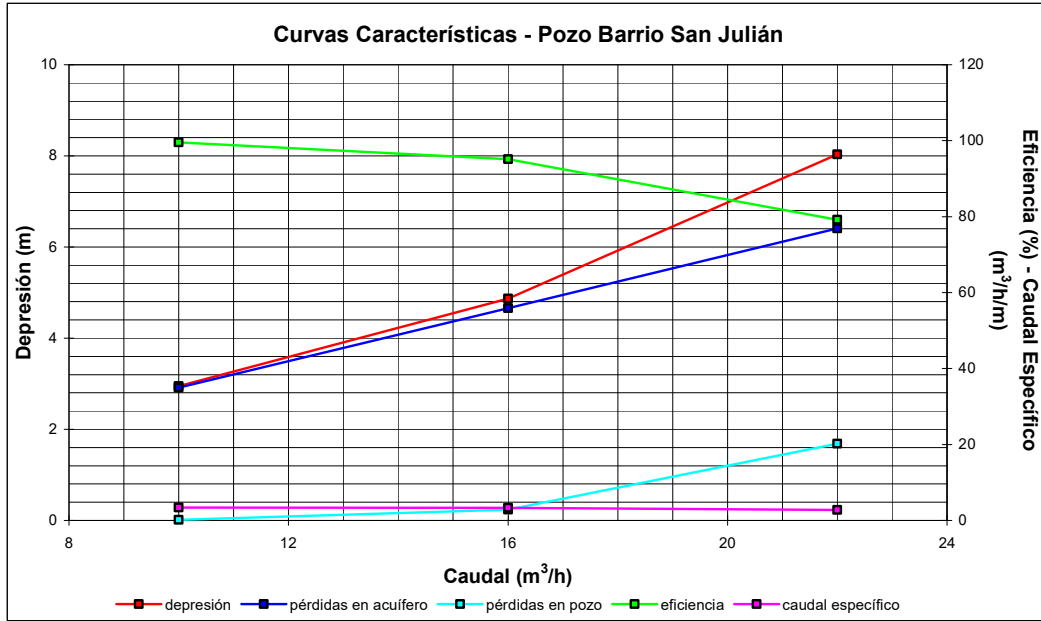
$$s = B \cdot Q + C \cdot Q^n$$

B = 0,01213
C = 3,44 E-17
n = 6,13
Q en m³/día

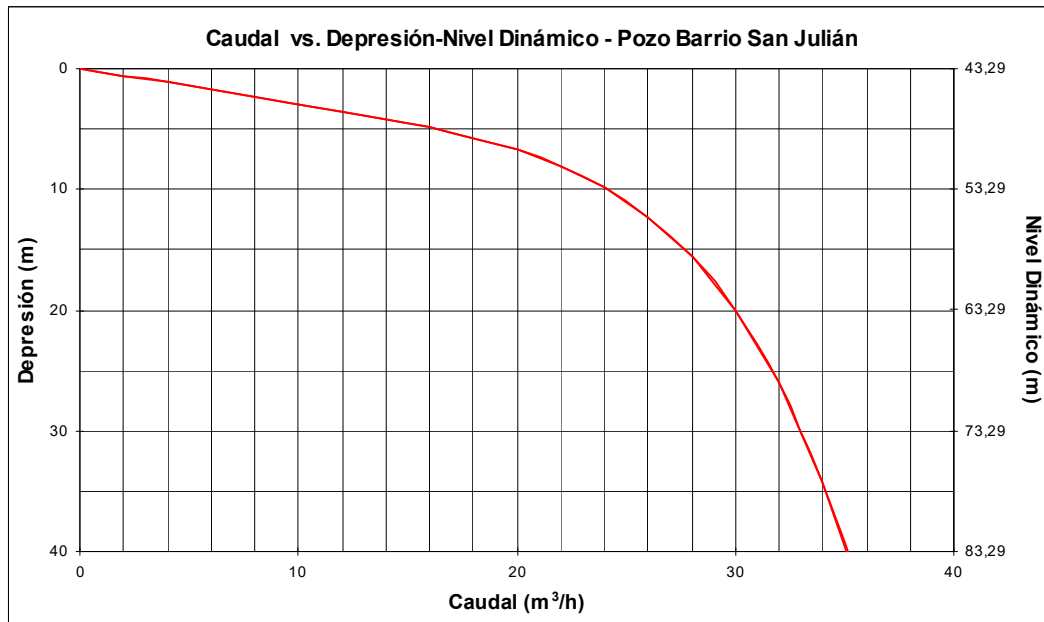


Con la ecuación de descensos se obtuvieron los parámetros hidráulicos del pozo:

PARAMETROS HIDRAULICOS DEL POZO							
Nivel Estático (m)	Caudal Medio (m ³ /h)	Nivel Dinámico (m)	Depresión (m)	Caudal Específico (m ³ /h/m)	Eficiencia del Pozo		
					Pérdidas por Acuífero (m)	Pérdidas por Pozo (m)	Eficiencia (%)
43,29							
1er. Escalón	10	46,24	2,95	3,390	2,91	0,01	99,54
2do. Escalón	16	48,16	4,87	3,285	4,66	0,24	95,12
3er. Escalón	22	51,32	8,03	2,740	6,40	1,68	79,18



De acuerdo a la ecuación de descensos en el pozo, se obtuvo la siguiente curva teórica que permite estimar las depresiones para cualquier caudal.



13. Parámetros del Acuífero

Transmisividad

Con las mediciones realizadas durante el primer escalón del ensayo de bombeo se estimó la Transmisividad del acuífero aplicando el método de Jacob:

$$T = 302 \text{ m}^2/\text{día}$$

Este valor obtenido fue cotejado aplicando el método de recuperación, obteniendo el siguiente valor

medio de Transmisividad:

$$T = 449 \text{ m}^2/\text{día}$$

Permeabilidad

Se obtuvo un valor aproximado promedio de la permeabilidad, para lo cual se empleó el espesor de los acuíferos en producción. El espesor de las capas de interés fue tomado igual a la longitud de los filtros colocados.

$$K = 13 \text{ m/día}$$

Caudal máximo teórico de explotación

El caudal máximo de explotación fue calculado a partir de la ecuación de descensos teniendo en cuenta la posición de los primeros filtros, se determinó una depresión máxima de 6,76 m b. n. t. (metros bajo el nivel del terreno), con en nivel dinámico en 50,05 m b. n. t.

$$Q_m = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

14. Análisis Físico-Químicos

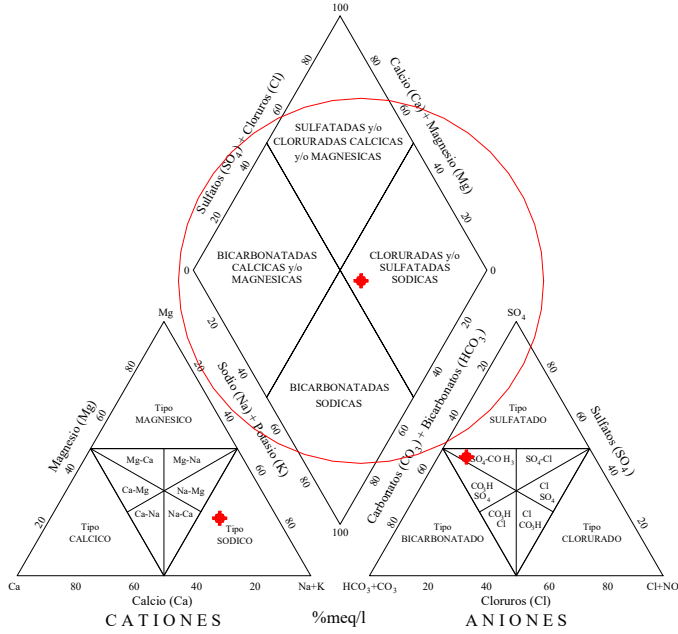
Se tomó una muestra de agua durante el ensayo de bombeo la cual fue analizada en el Laboratorio de Aguas de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta (ver informe adjunto).

Parámetro analizado	Valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Color (Pt-Co)	4	5	10	---	---
pH	7,20	6,5-8,5	---	---	---
Turbiedad (NTU)	3,75	3	25	---	---
Conductividad (uS/cm)	1691	---	2000	---	---
Sólidos totales a 105°C	---	1000	2000	4000	10000
Sólidos disueltos a 180°C	1065	1500	---	---	---
Alcalinidad total (CaCO ₃)	371	400	800	---	---
Dureza total (CaCO ₃)	378	200	500	---	---
Sodio	247	200	---	---	---
Potasio	8,2	---	---	---	---
Calcio	67	---	---	---	---
Magnesio	51	---	---	---	250
Cloruros	51	350	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	453	488	976	---	---
Carbonatos	---	400	---	---	---
Sulfatos	371	200	400	2000	4000
Hierro total	<0,2	0,1	0,3	---	---
Manganeso	0,05	0,05	0,1-0,5	---	---
Amoníaco	0,1	0,2	---	---	---
Nitritos	<0,02	0,1	0,1	---	10
Nitratos	69,2	45	45	1000	3000
Sílice	---	---	---	---	---
Fluoruros	---	1,5	2,4	---	2
Arsénico	---	0,05	0,1	---	0,3
Boro	---	1	1	---	---
R.A.S.	32,16	---	---	---	---
Potabilidad	NO POTABLE				

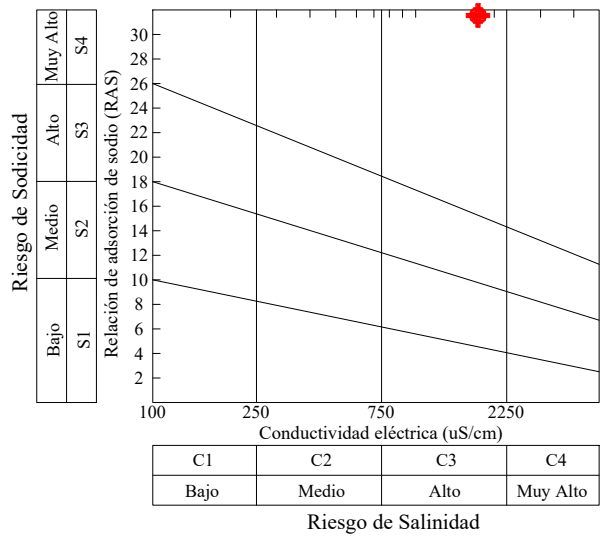
Análisis N° 38463 - Laboratorio de Aguas - Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable - Salta

El análisis físico-químico muestra excesos en los parámetros nitratos y sodio de acuerdo con el Código Alimentario Argentino, por lo tanto el agua no es apta para consumo humano según los parámetros analizados.

De acuerdo a la clasificación *Piper* para aguas, la muestra obtenida pertenece al tipo *Sulfatada-Bicarbonatada Sódica*.

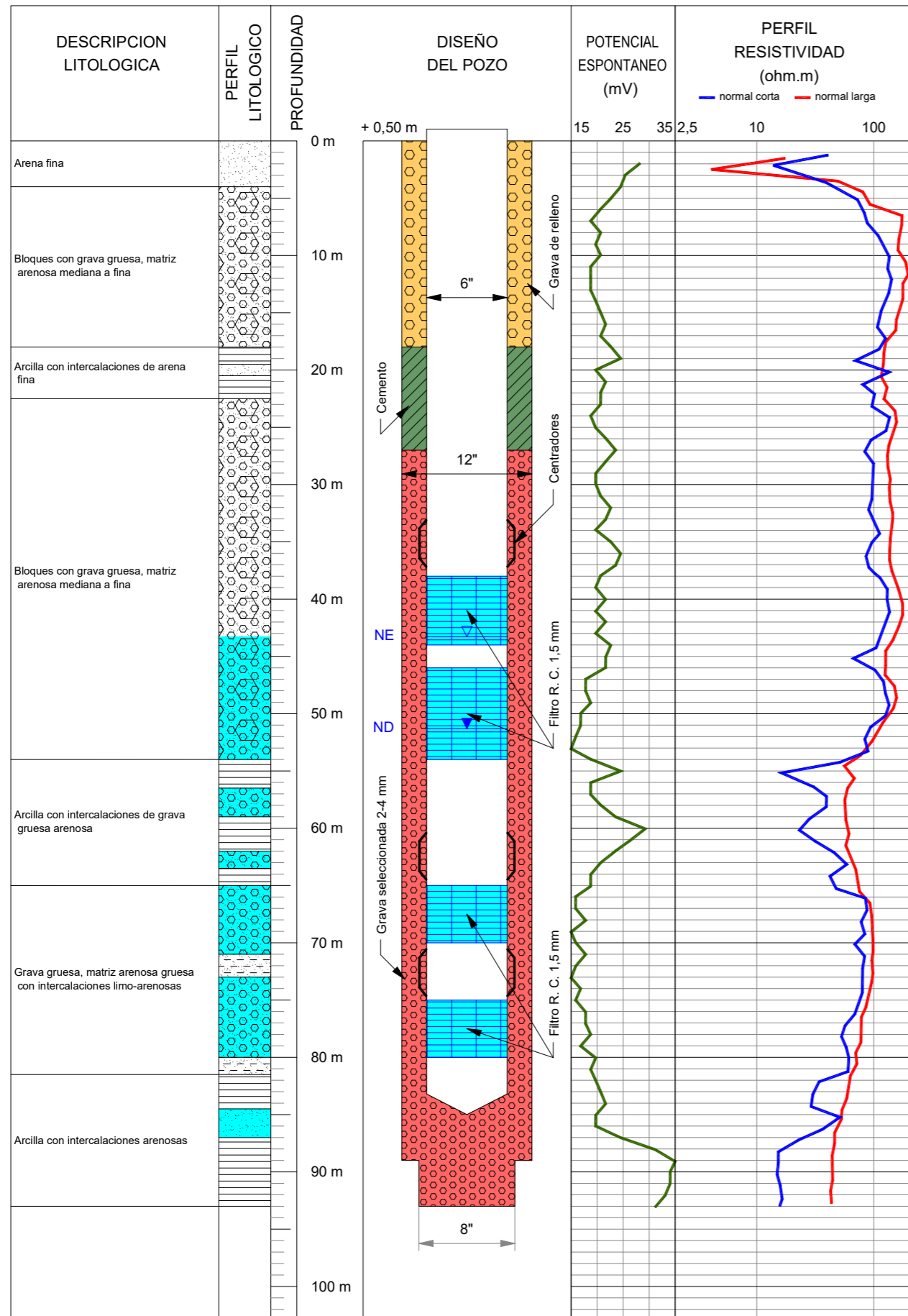


Según la clasificación *Riverside* para aguas de riego, la muestra analizada pertenece a la clase C3-S4, lo que indica un riesgo alto de salinidad y muy alto de sodicidad.

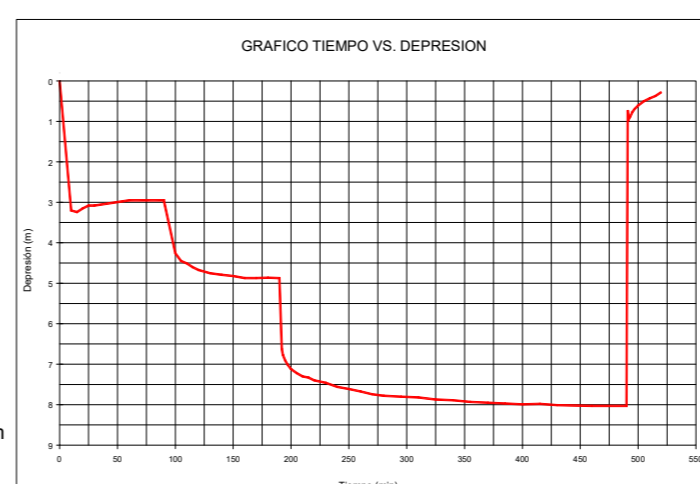
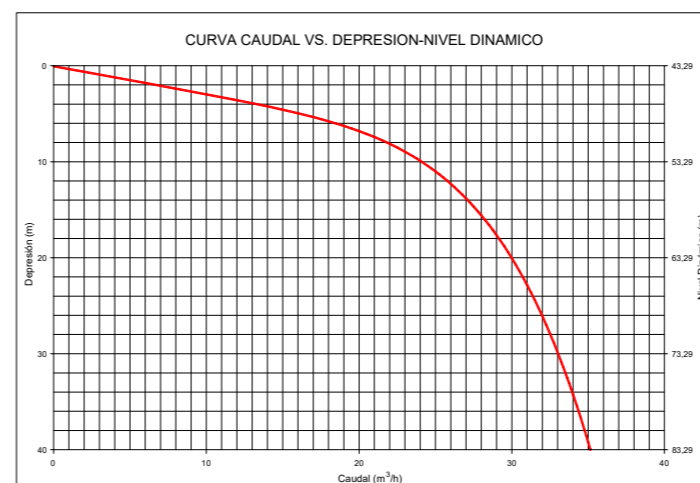
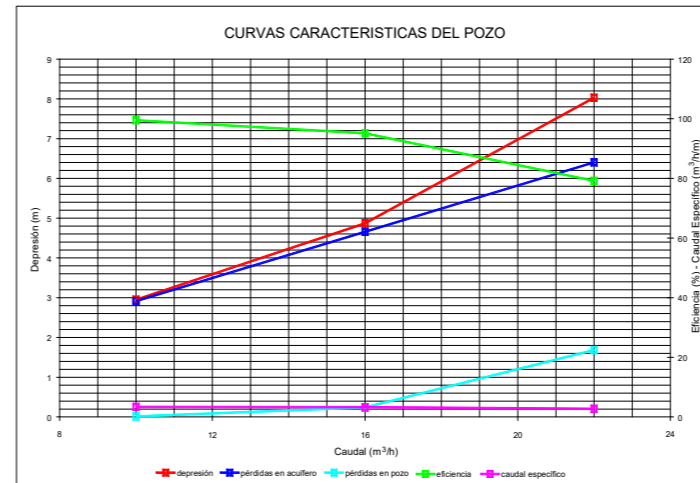


Geol. Claudio R. Bassi
M. P. N° A-205

Profundidad	
Topo (m bbb)	Ba
+0,50	
49,50	
51,50	
56,00	

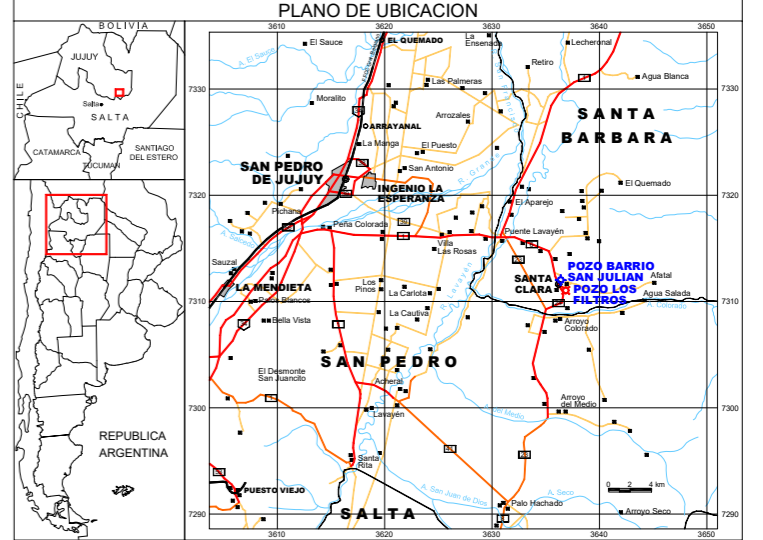
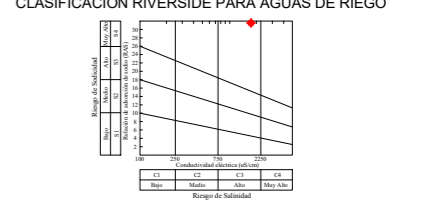
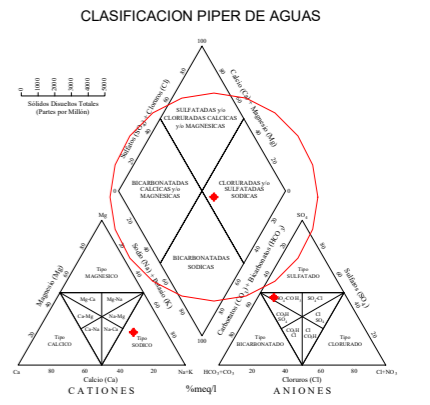


PARAMETROS HIDRAULICOS				
		Pozo completo		
Nivel estático	m	43,29		
Caudal de ensayo	m³/h	10	16	22
Tiempo de bombeo	min	90	100	240
Nivel dinámico	m	46,24	48,16	51,32
Depresión	m	2,95	4,87	8,03
Caudal específico	m³/h/m	3,390	3,285	2,740
Pérdidas acuífero	m	2,91	4,66	6,40
Pérdidas pozo	m	0,01	0,24	1,68
Eficiencia	%	99,54	95,12	79,18
Permeabilidad media	m/d	13		
Transmisividad media	m²/d	376		
Coefficiente de almacenamiento		---		
Ecuación de descensos		$s = 0,01213 \cdot Q + 3,44 \cdot 10^{-17} \cdot Q^{6,13}$ (s en m, Q en m³/d)		



PERFORACION POZO BARRIO SAN JULIAN	
LOCALIDAD	Santa Clara
DEPARTAMENTO	Santa Bárbara
PROVINCIA	Jujuy
PROPIETARIO	Municipalidad de Santa Clara
INICIO PERFORACION	4 de Marzo de 2006
FIN PERF. EXPLORATORIA	20 de Marzo de 2006
ELECTROPERFLAJE	20 de Marzo de 2006
ENTUBADO	7 de Abril de 2006
ENSAYO DE BOMBEO	19 de Abril de 2006
COORDENADAS GEOGRAFICAS	24° 18' 24,3" Latitud Sur 64° 39' 37,8" Longitud Oeste

ANALISIS FISICO QUIMICO		
Parámetros	Unidad	Valor
Color	u.c.	4
pH	---	7,2
Turbiedad	U.N.T.	3,75
Conductividad	uS/cm	1691
Sólidos totales a 105° C	mg/l	---
Sólidos disueltos a 180° C	mg/l	1065
Alcalinidad total (CaCO₃)	mg/l	371
Dureza total (CaCO₃)	mg/l	378
Sodio	mg/l	247
Potasio	mg/l	8,2
Calcio	mg/l	67
Magnesio	mg/l	51
Cloruros	mg/l	51
Bicarbonatos	mg/l	453
Sulfatos	mg/l	371
Hierro total	mg/l	<0,2
Manganeso	mg/l	0,05
Amoniaco	mg/l	0,10
Nitritos	mg/l	<0,02
Nitratos	mg/l	69,2
Fluoruros	mg/l	---
Arsénico	mg/l	---
Boro	mg/l	---
R.A.S.	---	32,16
Calificación Riverside	---	C3-S4
Calificación	NO POTABLE	



Dirección Técnica	Geol. Claudio R. Bassi
Equipo de Perforación M3	Víctor López Audelino López Alejandro Himpa Oscar Ruiz Fabián Moyano
Equipo de Aforo G1	Manuel Chauqui Fernando Fabián