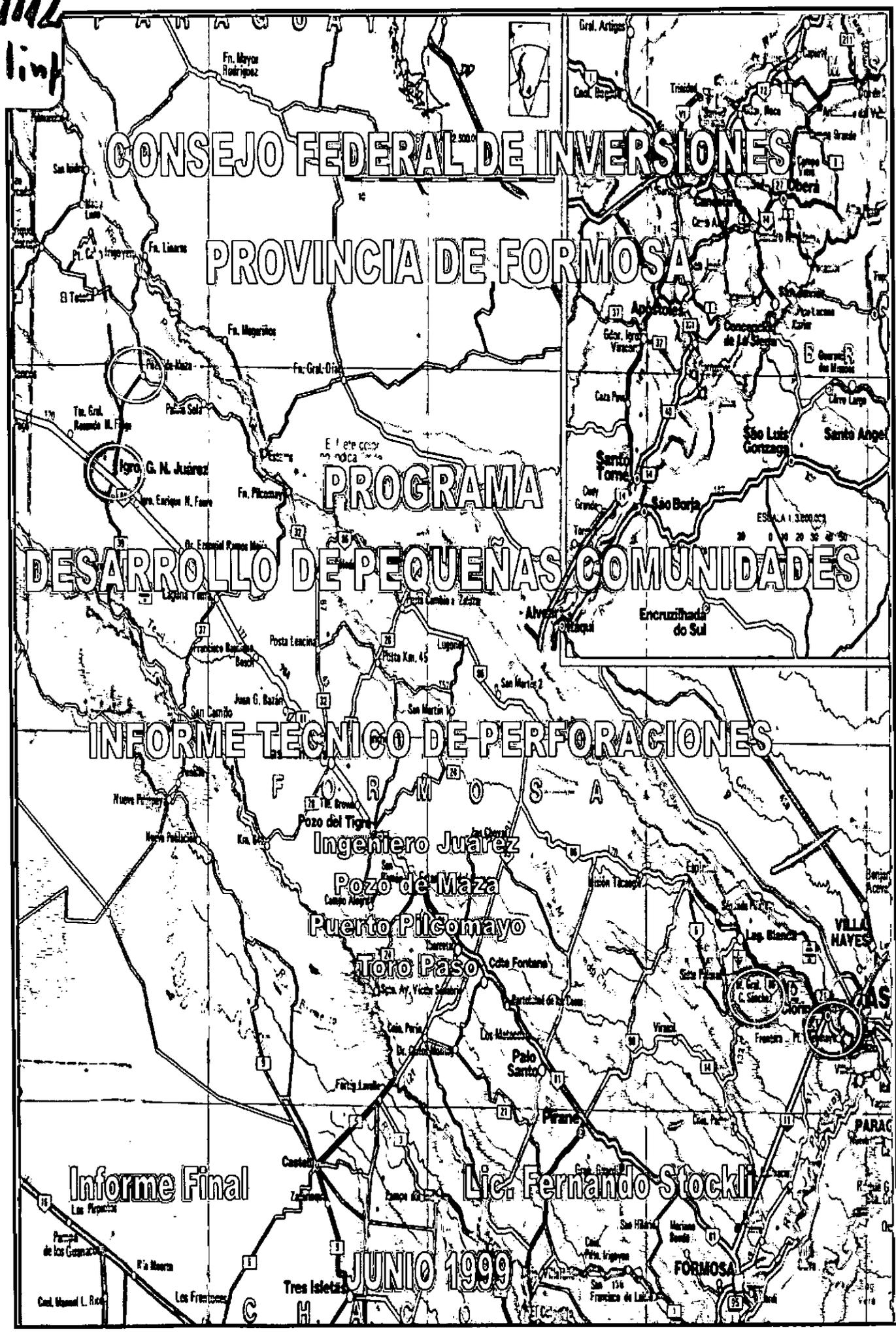


0  
4.1142  
331inf



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE FORMOSA

PROGRAMA

DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

INFORME TÉCNICO DE PERFORACIONES

Ingeniero Juárez

Pozo de Maza

Puerto Pilcomayo

Toro Paso

Informe Final

Lic. Fernando Stockli

JUNIO 1999

# **AUTORIDADES**

---

**PROVINCIA DE FORMOSA**

**GOBERNADOR**

**DR. GILDO INSFRÁN**

SUBSECRETARIO DE OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS

ING. FERNANDO DEVIDO

DIRECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

ING. CARLOS NARDÍN

SERVICIO PROVINCIAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

ING. EDGARDO BORTOLOZZI

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**SECRETARIO GENERAL**

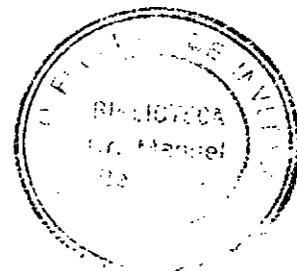
**ING. JUAN JOSÉ CIÁCERA**

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

JEFE DE ÁREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZÁLEZ ARZAC



# **AUTOR DEL INFORME**

---

**LIC. FERNANDO STOCKLI**



# ÍNDICE TEMÁTICO

---

1- OBJETIVOS Y RESULTADOS

2- RUTAS Y/O CAMINOS DE ACCESO A LA LOCALIDAD; UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE POZOS

3- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN EMPLEADO

4- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS TAREAS REALIZADAS

5- CONCLUSIONES

Incluye:

\*Plano de Ubicación.

\*Análisis de la Información Antecedente.

\*Planillas de Descripción Litológica de Sedimentos Atravesados.

\*Columna Litológica.

\*Perfil de Conductividad de la Inyección.

\*Plano del Diseño de Entubamiento.

\*Tipo de Cañería de Impulsión y Tipo de Bomba de Mano Instalada.

\*Planillas y Curvas de Ensayos Hidráulicos de Bombeo y Recuperación.

\*Caudales de Bombeo y Característicos.

\*Recomendaciones para el Servicio.

\*Fotos de los Trabajos.

Localidad

ING. GUILLERMO N.

JUÁREZ

**INFORME TÉCNICO DE PERFORACIONES**  
**PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES**

DENOMINACIÓN: POZO DE EXPLOTACIÓN N° 7 INGENIERO JUÁREZ

PROVINCIA: FORMOSA	FECHA TERMINACIÓN: DIC/98
DEPARTAMENTO: MATACOS	LOCALIDAD: ING. JUÁREZ
EQUIPO ROTARI: E 1-DRH	ORGANISMOS: DRH-CFI-SPAP

DENOMINACIÓN: POZO DE EXPLOTACIÓN N° 8 ING. JUÁREZ

PROVINCIA: FORMOSA	FECHA TERMINACIÓN: DIC./98
DEPARTAMENTO: MATACOS	LOCALIDAD: ING. JUÁREZ
EQUIPO ROTARI: E 1-DRH	ORGANISMOS: DRH-CFI-SPAP

**1- OBJETIVOS Y RESULTADOS**

Los objetivos del presente trabajo fueron la **ejecución de dos perforaciones de explotación de 4" de diámetro** para la optimización del servicio de agua potable existente, y la realización de los **ensayos hidráulicos** respectivos en el acuífero y en los pozos instalados.

Previo a los trabajos realizados en la localidad se contaba con profusos antecedentes de numerosos pozos ejecutados desde unos 30 años al presente; como información válida para este informe se tomarán exclusivamente los relacionados al servicio actual de agua potable.

Los primeros tres (denominados **P1, P2 y P3**) se encuentran en el predio de la planta de agua, se encuentran **fuera de funcionamiento y cegados**.

Otros tantos (denominados **P4**, **P5** y **P6**) se encuentran actualmente en funcionamiento en las proximidades del madrejón existente en la localidad, del cual también se extrae agua superficial para el servicio, previo tratamiento por planta.

Existe un pozo más realizado recientemente en el mismo sector, pero se desconocen las causas de la no puesta en servicio, por lo que no se lo numerará como a los demás.

**Como resultado de la aplicación de sucesivas etapas clásicas en un estudio de fuentes, en Ingeniero Juárez se concluyó en una caracterización del estado actual de la fuente de agua subterránea, sometida a explotación intensiva desde hace unos 30 años.**

Como parte de lo oportunamente acordando, **se ejecutaron dos pozos tipo explotación** (denominados **P7** y **P8**) con resultados acordes para paliar el déficit actual de agua de la localidad de Ingeniero Juárez.

Respecto a futuras acciones y precauciones para el servicio, se deberá consultar el estudio de fuentes, del cual este trabajo es un insumo, del Lic. Petriella \*, también ejecutado por el CFI y sus contrapartes provinciales, la Dirección de Recursos Hídricos y el Servicio Provincial de Agua Potable.

\* Informe Final Lic. Petriella – CFI – 1999.

## **2- ACCESO A LA LOCALIDAD-UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL POZO**

La localidad se encuentra ubicada en el sector oeste de la provincia de Formosa, en el Departamento Matacos; se accede a ella a través de la Ruta Nacional N° 81 luego de recorrer 480 km desde la ciudad capital, Formosa; en épocas de lluvia los últimos 150 km se tornan intransitables.

Como se puede observar en el plano de ubicación general, los pozos de explotación ejecutados (P7 y P8) se encuentran a 200 y 400 metros respectivamente al este de la Cooperativa de Agua Potable sobre el camino que conduce al Centro Biológico.

## **3- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN EMPLEADO**

El sistema de perforación utilizado fue rotativo con circulación directa de agua o lodo a través de una columna hueca de barras, con salida a presión por las boquillas de una herramienta de corte solidaria y reemplazable según el terreno (trépano).

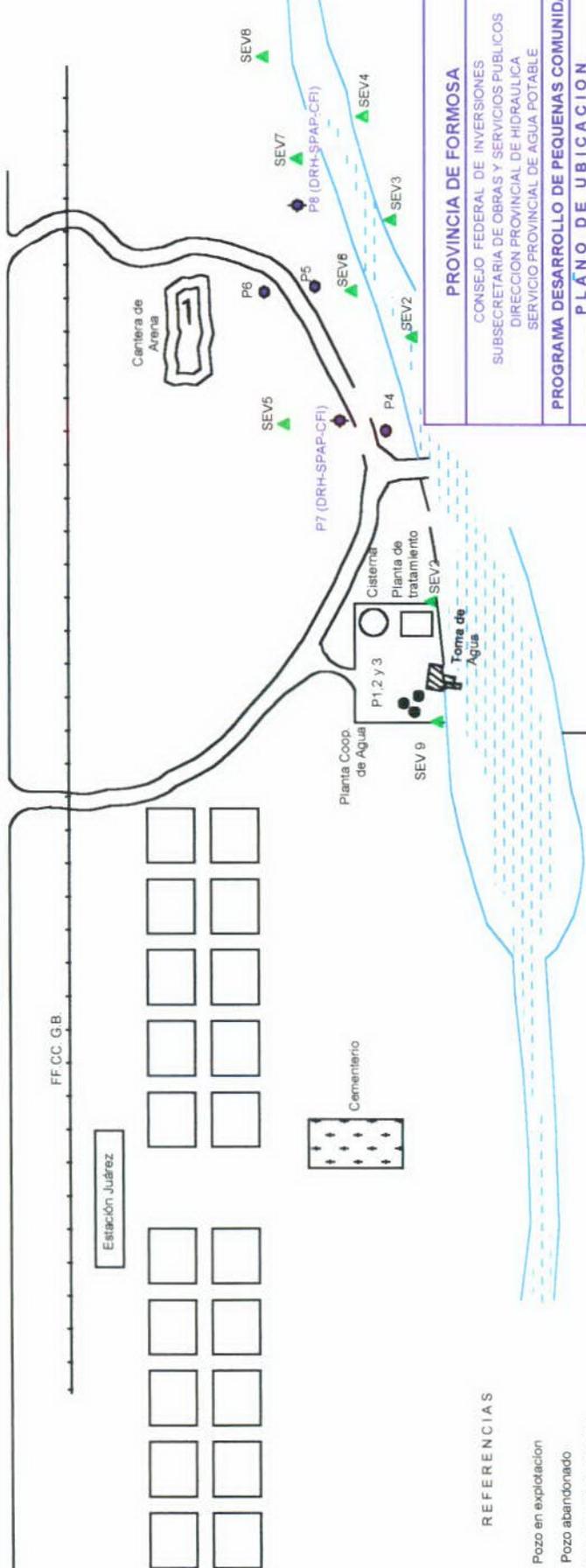
La columna de perforación trabaja en tensión, con movimiento rotativo lento transmitido por una mesa giratoria accionada por un sistema de engranajes conectados al motor del vehículo portante.

El lodo se aspira de una pileta excavada en el terreno, se inyecta a presión mediante la bomba a émbolos (para líquidos pesados) en la columna de barras conectadas al conducto de llegada por la cabeza de inyección.

Luego el lodo es expulsado por la base de la herramienta que de este modo se limpia y refrigera y vuelve a subir por el espacio anular (producido al perforar), llevando a superficie los recortes de sedimento que finalmente se depositan en la pileta de inyección, dejando el circuito cerrado.



Ruta Nacional N 87 a Formosa



- REFERENCIAS**
- ◆ Pozo en explotación
  - Pozo abandonado
  - 🏠 Gendarmería Nacional
  - ▲ Sondeo Eléctrico Vertical N°

<b>PROVINCIA DE FORMOSA</b>	
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES	
SUBSECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS	
DIRECCION PROVINCIAL DE HIDRAULICA	
SERVICIO PROVINCIAL DE AGUA POTABLE	
<b>PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUENAS COMUNIDADES</b>	
<b>PLANO DE UBICACION</b>	
LOCALIDAD: INGENIERO JUAREZ	DEPARTAMENTO: MATACOS
Figura N° 1	Preparo: Lic. Fernando Stockli

Para permitir un adecuado entubamiento y engravado del pozo de explotación se utilizó en la inyección exclusivamente aditivos biodegradables.

#### 4- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS TAREAS REALIZADAS

##### a) Etapa de Perforación:

En los sitios seleccionados en la etapa de relevamiento de fuentes de agua, se ejecutaron dos perforaciones piloto de 4" de diámetro hasta aproximadamente los 30 mts de profundidad.

**La secuencia sedimentaria simplificada indica el desarrollo en el subsuelo de dos niveles arenosos separados por un paquete limo arcilloso, formando en su conjunto un acuífero con evidentes condiciones de semiconfinamiento hidráulico temporal en función de la posición de su nivel estático y con recarga directa vertical a partir del agua superficial almacenada en el madrejón o laguna.**

El nivel arenoso permanentemente acuífero es el inferior con un espesor reconocido de unos 14 mts e integrado por arenas medianas color castaño; las arenas superiores son muy finas, color castaño claro y de 8 metros de espesor. El nivel limo arcilloso a arcillo limoso presenta intercalaciones de arcillas muy plásticas de color castaño claro y concreciones carbonáticas hacia la base; este paquete tiene un espesor aproximado de 9 metros y probablemente sea el responsable del comportamiento hidráulico en partes semilibre en partes libre, por interrupciones en su desarrollo areal. Mayor detalle de los sedimentos atravesados se presentan en la planilla de descripción litológica adjunta.

Los trabajos prosiguieron con el ensanche por reperforación y repasado del diámetro del pozo piloto para llegar al necesario para la maniobra de entubamiento y engravado del espacio anular, aproximadamente 8". Se empleó aditivo biodegradable (Regress) para la densificación de la inyección lo que aseguró una correcta extracción de sedimentos desde el fondo de la

perforación hacia la superficie y la formación de un revoque semipermeable transitorio en las paredes arenosas, asegurando así un tiempo prudencial para realizar la maniobra de entubamiento sin riesgos de sufrir desmoronamiento en los sectores más permeables.

#### **b) Etapa de Entubado, Engravado y Cementación:**

##### **Pozo de explotación N° 7**

Como se puede observar en el diseño del Pozo de Explotación adjunto, la profundidad de entubamiento fue de 27.62 metros b.b.p., los filtros se instalaron en el intervalo de acuífero ubicado entre los 20.62 y los 26.62 mts bajo igual referencia; el filtro utilizado fue tipo Johnson de H° G°- 4" de diámetro, de 0,3 mm de abertura y ranuras del tipo continuas forrados en malla de bronce N° 100. Los tramos de cañería ciega utilizados fueron de PVC tipo pocero celeste de 116 mm. Posteriormente se completó con 40 bolsas grava N° 20 el espacio anular existente entre el pozo y la cañería o filtro hasta los 3 mts de profundidad bajo el nivel del terreno. El espacio anular restante, hasta llegar a superficie, fue sellado con cemento de fragüe rápido, previa instalación de packer aislante de arcilla - arena.

##### **Pozo de explotación N° 8**

Como se puede observar en el diseño del Pozo de Explotación adjunto, la profundidad de entubamiento fue de 27.58 metros b.b.p., los filtros se instalaron en el intervalo de acuífero ubicado entre los 20.58 y los 26.58 mts bajo igual referencia; el filtro utilizado fue tipo Johnson de H° G°- 4" de diámetro, de 0,3 mm de abertura y ranuras del tipo continuas forrados con malla de bronce. Los tramos de cañería ciega utilizados fueron de PVC tipo pocero celeste de 116 mm. Posteriormente se completó con 45 bolsas grava N° 20 el espacio anular existente entre el pozo y la cañería o filtro hasta los 3 mts de profundidad bajo el nivel del terreno. El espacio anular restante hasta llegar a superficie fue sellado con cemento de fragüe rápido, previa instalación de packer aislante de arcilla - arena.

**c) Etapa de desarrollo de los Pozos de Explotación:**

Para asegurar la mejor conexión hidráulica posible entre el pozo de explotación y el acuífero, se procedió a su desarrollo mediante ciclos de bombeo a bajos caudales; los objetivos perseguidos en esta etapa fueron limpiar los filtros, acomodar el prefiltro de grava, remover la inyección remanente y extraer los sedimentos finos en los alrededores del pozo.

**d) Ensayos hidráulicos:**

**Ensayo a Caudal Variable o Escalonado- Pozo de Explotación N° 8:** para determinar el caudal más conveniente para el pozo de explotación y a que profundidad deberá instalarse el equipo de bombeo.

Se efectuaron tres escalones crecientes de 245, 122 y 100 minutos de duración cada uno, con los siguientes caudales (Q):

Caudal 1:	6.18 m <sup>3</sup> /h
Caudal 2:	6.60 m <sup>3</sup> /h
Caudal 3:	6.88 m <sup>3</sup> /h

Los caudales característicos (Q<sub>c</sub>) obtenidos en función de las depresiones generadas fueron los que se detallan a continuación:

Escalón 1	Q: 6.18 m <sup>3</sup> /h	Q <sub>c</sub> 1/2: 4.2 m <sup>3</sup> /h.m
Escalón 2	Q: 6.60 m <sup>3</sup> /h	Q <sub>c</sub> 1/2: 4.2 m <sup>3</sup> /h.m
Escalón 3	Q: 6.88 m <sup>3</sup> /h	Q <sub>c</sub> 1/2: 4.3 m <sup>3</sup> /h.m

Buscando solamente la combinación de caudal de explotación óptimo de los pozos con ahorro de energía (sin tener en cuenta las condiciones hidroquímicas del entorno), es recomendable adoptar un régimen ubicado entre los 4.000 y 5.000 litros en turnos rotativos de

bombeo de 4 hs c/u, totalizando un caudal diario de entre 32.000 y 40.000 litros.

Para los Pozos de Explotación N° 7 y 8 los registros de conductividad del agua (con evolución similar al contenido de Sales Totales) se mantuvieron constantes, de los 561 a 595  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente. **Las posteriores determinaciones efectuadas sobre una muestra en el laboratorio del SPAP – Formosa, indican que el agua es de excelente calidad química, con un contenido de Sales Totales de 358 mg/l (límite potabilidad 2,8 g/l).**

**El caudal de explotación a utilizar deberá ser una combinación no sólo de lo que los pozos puedan erogar en forma eficiente desde el punto de vista hidráulico, sino que tendrá en cuenta lo que del acuífero se pueda extraer sin producir efectos no deseados.**

En tal sentido se deberá consultar el estudio general de fuentes en donde se propone un esquema de bombeo para toda la batería (Lic. Petriella-Informe N° 2-1999-CFI).

En el anexo se incluye: planilla de descripción litológica, plano de diseño de pozo de explotación, análisis químicos completos y fotos vinculadas al trabajo.

## 5- CONCLUSIONES

- En el subsuelo de la localidad de Ingeniero Juárez las tareas de perforación alumbrar<sup>o</sup>n un acuífero arenoso, de comportamiento hidráulico libre a semilibre, **portador de agua de buena calidad química con una concentración de 358 a 577 mg/l de Sales Totales** (límite de potabilidad 2,8 g/l).
- Desde el punto de vista hidráulico, el volumen posible de agua a explotar desde el acuífero es satisfactorio para la demanda de la población. Queda consultar (vía informe de estudio integral de fuentes (Lic. Petriella-Informe N° 2-1999-CFI)) la sustentabilidad en el tiempo de las aparentemente correctas condiciones químicas y la necesidad de ejecución de nuevas captaciones.
- **Dado que la recarga del acuífero se vincula directamente con la fuente de agua superficial, es de suma importancia la conservación de las condiciones actuales del madrejón existente en el predio donde se ubica la batería de bombeo.**
- De ser posible, sería conveniente proteger el perímetro del madrejón con alambrado para evitar la entrada de animales o el uso como basurero ocasional por parte de pobladores que no conozcan su importancia.

# ANEXO

- Plano de diseño de pozo
- Planilla de descripción litológica
- Protocolos de análisis químicos
- Diagramas Piper
- Fotos temáticas

**PLANILLA DE CONTROL DE PERFORACIÓN**

**PROVINCIA:** FORMOSA

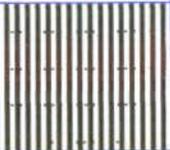
**FECHA:** 13/12/98

**DEPARTAMENTO:**MATACOS

**EQUIPO:** DRH

**LOCALIDAD:**INGENIERO JUÁREZ

**DENOMINACIÓN:** Pozo Explotación N° 7

Prof. (mts b.b.p.)	Conductividad eléctrica inyección ( $\mu$ S/cm)	Simbología	Descripción Litológica
0,0 a 1,30			Suelo actual.
1,30 a 8.50			Arena muy fina a fina limo arenoso castaño claro.
8,5 a 17,5		 	Limo arcilloso a arcilla limosa con intercalaciones de arcilla muy plástica de color castaño claro. Hacia la base tosquilla muy fina de igual color.
17,5 a 31,80	290		Arena mediana a gruesa castaño claro.

**PLANILLA DE CONTROL DE PERFORACIÓN**

**PROVINCIA:** FORMOSA

**FECHA:** 15/12/98

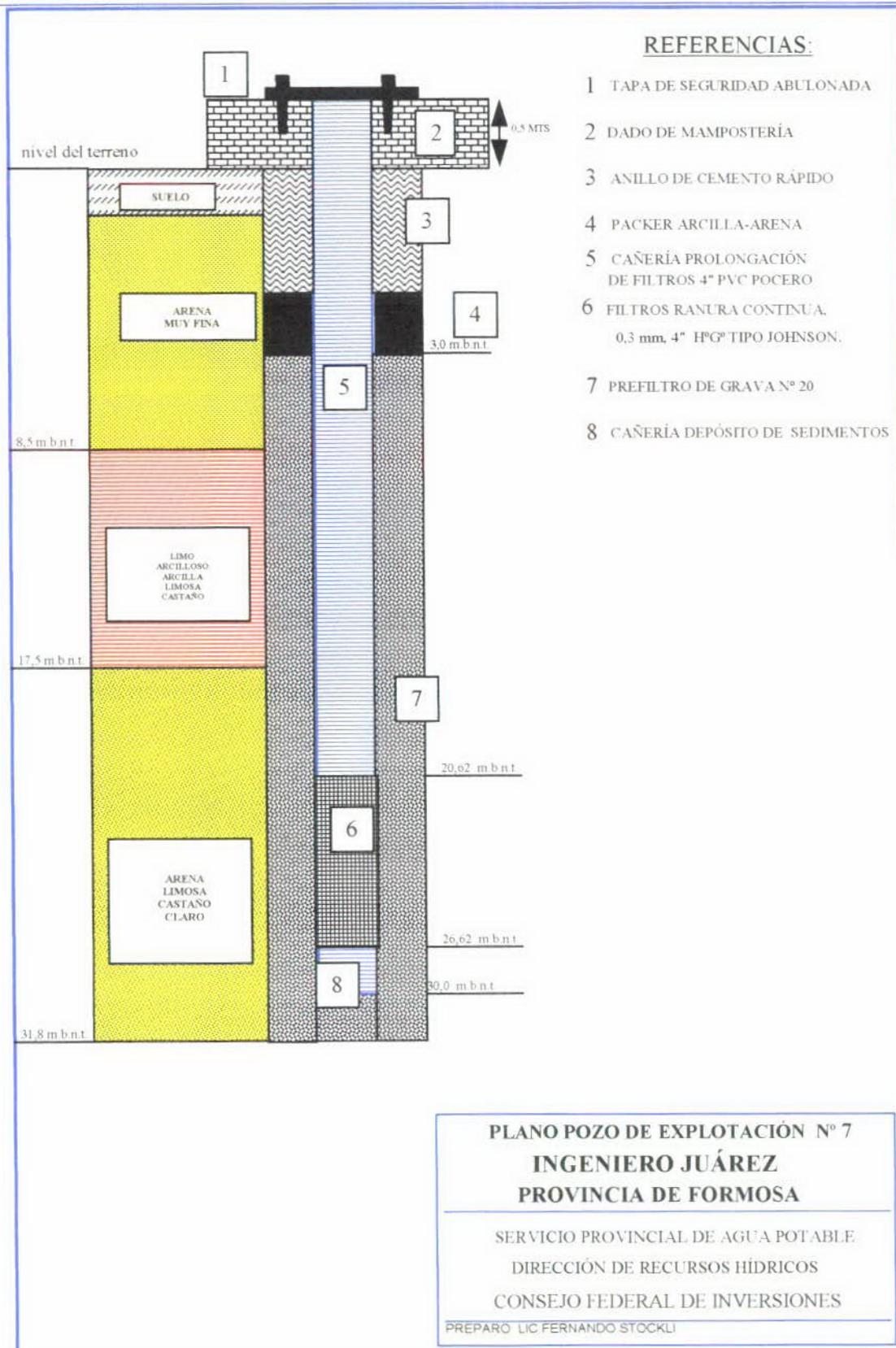
**DEPARTAMENTO:** MATACOS

**EQUIPO:** DRH

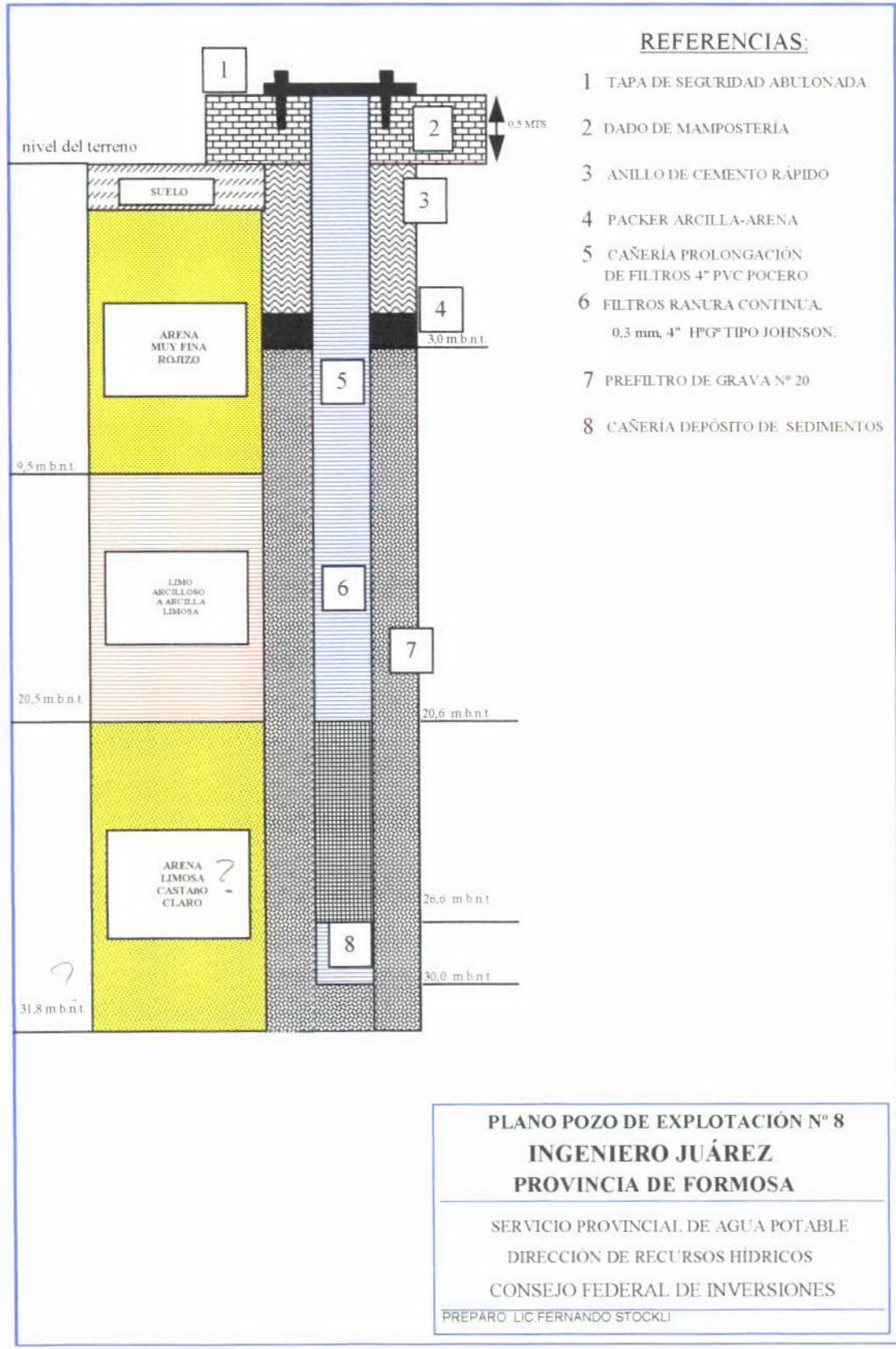
**LOCALIDAD:** INGENIERO JUÁREZ

**DENOMINACIÓN:** Pozo Explotación N° 8

Prof. (mts b.b.p.)	Conductividad eléctrica inyección (μS/cm)	Simbología	Descripción Litológica
0,0 a 1,30			Suelo actual.
1,30 a 9,50			Arena muy fina a fina limo arenoso castaño claro.
9,5 a 20,5		 	Limo arcilloso a arcilla limosa con intercalaciones de arcilla muy plástica de color castaño claro. Hacia la base tosquilla muy fina de igual color.
20,5 a 30,00			Arena mediana a gruesa castaño claro.



**Diseño Pozo de Explotación N° 7 – Ingeniero Juárez**



Diseño Pozo de Explotación N° 8 – Ingeniero Juárez

<b>PLANILLA DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MUESTRA DE AGUA</b>	
<b>LOCALIDAD:</b>	ING. JUÁREZ
<b>DEPARTAMENTO:</b>	MATACOS
<b>LABORATORIO:</b>	SPAP - PROVINCIA DE FORMOSA

<b>LOCALIDAD:</b>	ING. JUÁREZ
<b>DEPARTAMENTO:</b>	MATACOS
<b>LABORATORIO:</b>	SPAP - PROVINCIA DE FORMOSA

<b>PROTOCOLO N°: 98</b>	<b>PROCEDENCIA: FORMOSA</b>
<b>SITIO DE EXTRACCIÓN: POZO EXPLOTACIÓN N°7</b>	<b>RESPONSABLE: LIC. STOCKLI</b>
<b>FECHA DE EXTRACCIÓN: 15/12/98</b>	<b>FECHA DE ANÁLISIS: DIC, 1998</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>	

<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN: NORMALES</b>	<b>COLOR:</b>	15	
<b>OLOR:</b>	N/D	<b>TURBIEDAD:</b>	1.09

<b>RESIDUO SECO - mg/l (105 °C):</b>	358	<b>pH:</b>	7.3
<b>DUREZA TOTAL - mg/l:</b>	156	<b>ALCALINIDAD - mg/l:</b>	196

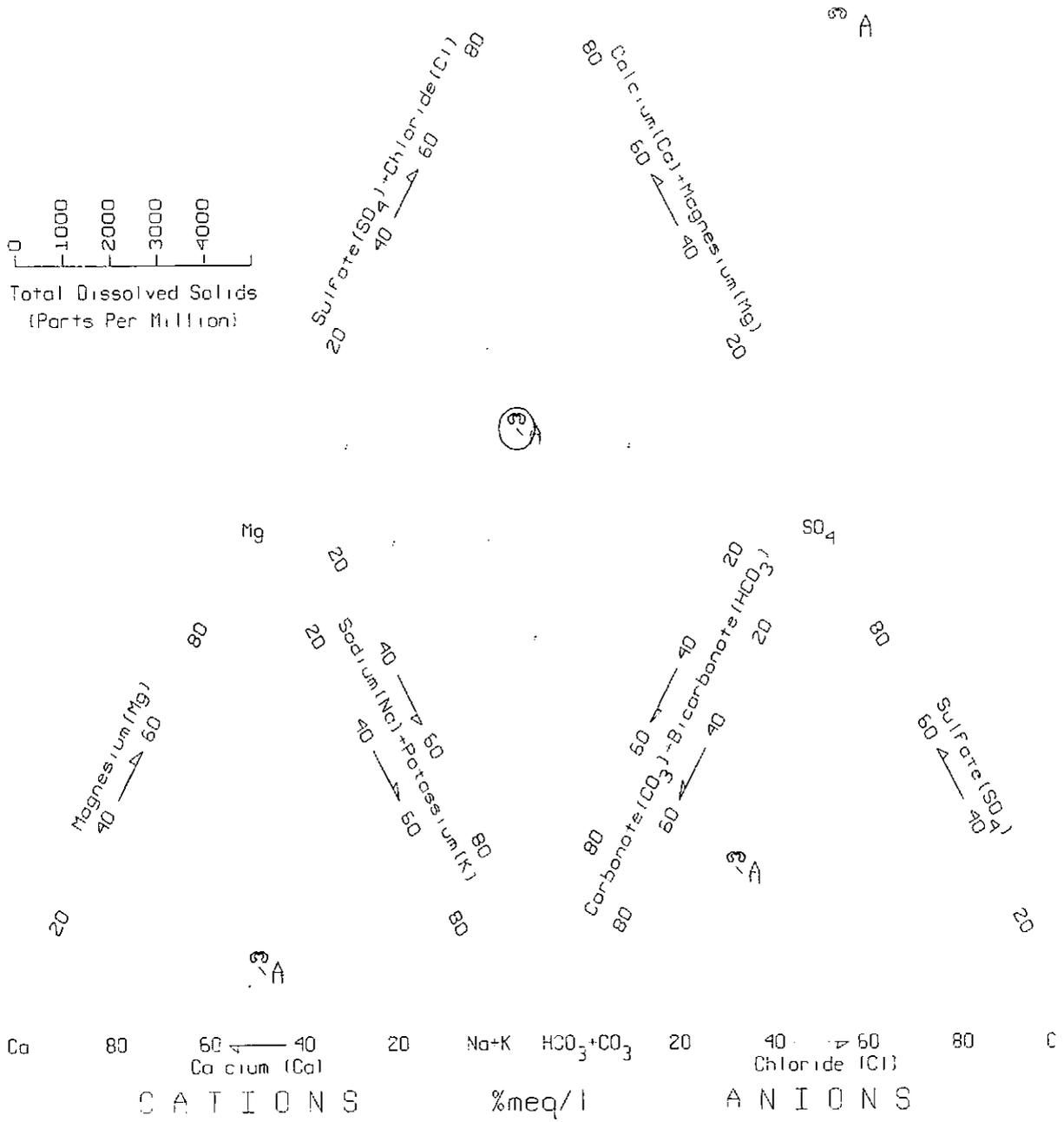
<b>CLORUROS - mg/l:</b>	28	<b>SULFATOS - mg/l:</b>	76
<b>NITRATOS - mg/l:</b>	3	<b>NITRITOS - mg/l:</b>	0.10

<b>CALCIO - mg/l:</b>	49	<b>MAGNESIO - mg/l:</b>	8
<b>SODIO - mg/l:</b>	46	<b>POTASIO - mg/l:</b>	19

<b>FLÚOR - mg/l:</b>	0.4	<b>ARSÉNICO - mg/l:</b>	N/C
<b>HIERRO TOTAL - mg/l:</b>	0.1	<b>MANGANESO - mg/l:</b>	8

ND: no determinado    NC: no contiene    RD: resultado dudoso - muestra no acondicionada

**PROTOCOLOS ORIGINALES LABORATORIO S.P.A.P.- PROVINCIA DE FORMOSA**



**Diagrama triangular de Piper: representa la composición química del Pozo Explotación N° 7.**

**PLANILLA DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MUESTRA DE AGUA**

<b>LOCALIDAD:</b>	ING. JUÁREZ
<b>DEPARTAMENTO:</b>	MATACOS
<b>LABORATORIO:</b>	SPAP - PROVINCIA DE FORMOSA

<b>PROTOCOLO N°:</b> 95	<b>PROCEDENCIA:</b> FORMOSA
<b>SITIO DE EXTRACCIÓN:</b> CISTERNA	<b>RESPONSABLE:</b> LIC. STOCKLI
<b>FECHA DE EXTRACCIÓN:</b> 01/12/98	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> DIC, 1998
<b>OBSERVACIONES:</b> colectora de pozos 4, 5 y 6.	

<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN:</b> NORMALES	<b>COLOR:</b>	2
<b>OLOR:</b>	N/D	<b>TURBIEDAD:</b>
		1.15

<b>RESIDUO SECO - mg/l (105 °C):</b> 577	<b>pH:</b>	7.5
<b>DUREZA TOTAL - mg/l:</b> 250	<b>ALCALINIDAD - mg/l:</b>	242

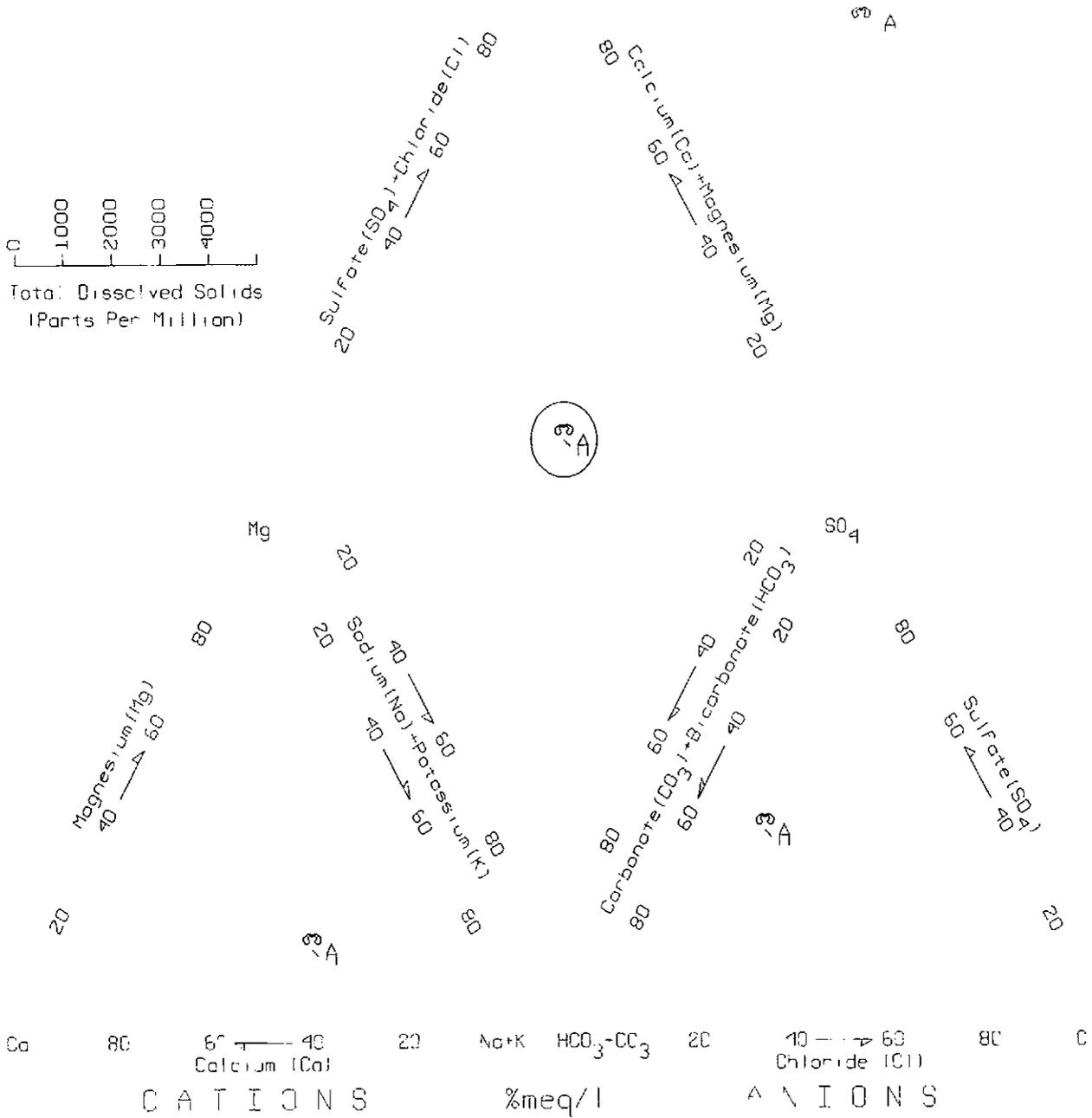
<b>CLORUROS - mg/l:</b> 44	<b>SULFATOS - mg/l:</b>	168
<b>NITRATOS - mg/l:</b> 11	<b>NITRITOS - mg/l:</b>	0.0

<b>CALCIO - mg/l:</b> 68	<b>MAGNESIO - mg/l:</b>	19
<b>SODIO - mg/l:</b> 115	<b>POTASIO - mg/l:</b>	19

<b>FLÚOR - mg/l:</b> 0.4	<b>ARSÉNICO - mg/l:</b>	N/C
<b>HIERRO TOTAL - mg/l:</b> 0.0	<b>MANGANESO - mg/l:</b>	N/D

**ND:** no determinado    **NC:** no contiene    **RD:** resultado dudoso - muestra no acondicionada  
 115: valor dudoso

**PROTOCOLOS ORIGINALES LABORATORIO S.P.A.P.- PROVINCIA DE FORMOSA**



**Diagrama triangular de Piper: representa la composición química del tanque cisterna (colector de los pozos 4, 5 y 6).**

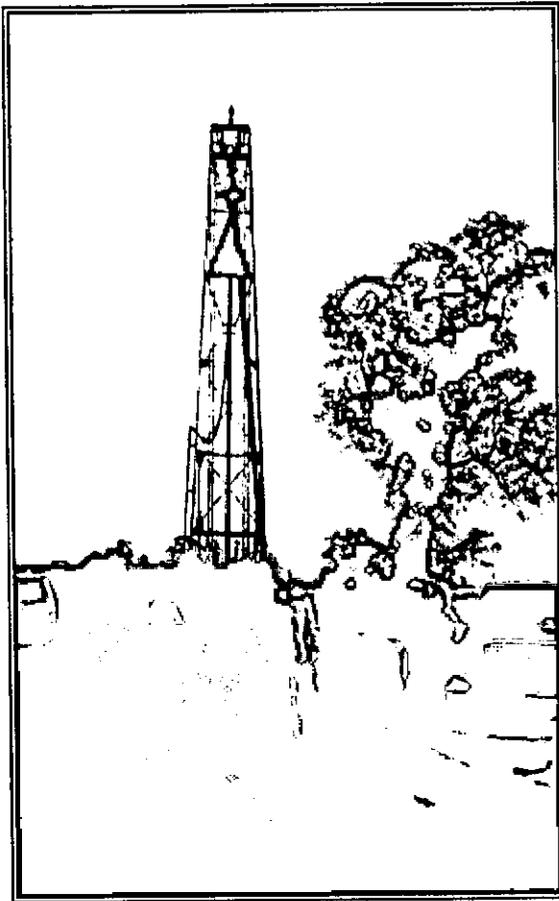


Foto N° 1: Maniobras de perforación.

Foto N° 2: Terminación de pozo de explotación.

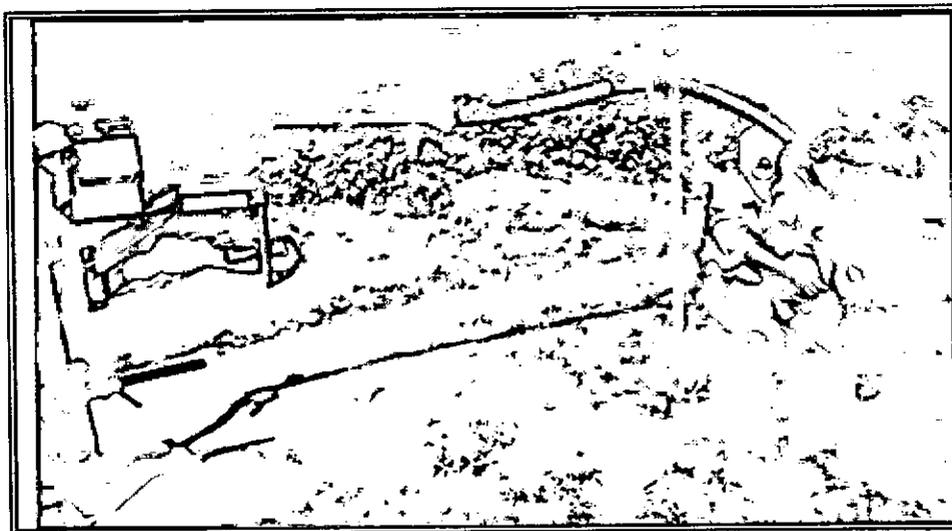


Foto N°3: Ensayos hidráulicos de la perforación.

**Localidad**

**POZO DE MAZA**

**INFORME TÉCNICO DE PERFORACIONES**  
**PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES**

DENOMINACIÓN: POZO DE EXPLOTACIÓN N° 3 POZO DE MAZA

PROVINCIA: FORMOSA

FECHA TERMINACIÓN: DIC./98

DEPARTAMENTO: BERMEJO

LOCALIDAD: POZO DE MAZA

EQUIPO ROTARI: E 1-DRH

ORGANISMOS: DRH-CFI-SPAP

**1- OBJETIVOS Y RESULTADOS**

Los objetivos del presente trabajo fueron la **ejecución de una perforación de explotación de 4" de diámetro** para la optimización del servicio de agua potable existente, y la realización de los **ensayos hidráulicos** respectivos en el acuífero y en el pozo definitivo.

Previo a este trabajo la localidad contaba con 7 perforaciones distribuidas en dos grupos poblacionales bien definidos; por un lado un asentamiento criollo como núcleo principal, y por el otro, cruzando el riacho que recorre la zona, un barrio aborígen disperso.

\* **Tres perforaciones (P1, P2, P3) pertenecientes al Servicio de Aguas y Electricidad**, se encuentran ubicadas en el sector criollo del lugar, en el predio donde se encuentra la cisterna de agua:

P1, antigua, cegado por causas que se desconocen.

P2, relativamente nueva, con bajo rendimiento por posible rotura de filtros.

P3, fuera de funcionamiento por rotura del Molino, según el encargado el agua es "buena".

\* **La cuarta (P4)** también en el sector criollo, ubicada en la **Escuela Provincial N° 78**, que esta funcionando con una bomba sumergible Motorarg de 1 HP y 4" de diámetro. De ella se extrae en la actualidad el agua para consumo tanto del sector criollo, como del aborigen.

**Las restantes (P5, P6, y P7) perforaciones se encuentran ubicadas en el Barrio Carmen Nuevo (Barrio Aborigen Wichi).** Dos de ellas ubicadas al sur este de la pista de aterrizaje: una con molino instalado pero fuera de servicio por rotura (P5), otra con bomba manual en funcionamiento (P6).

El agua de esta última perforación al momento de la toma de muestra presentó olor desagradable, el color era verde oscuro y a las 96 horas del muestreo cambió a rojo oscuro, lo cual podría estar señalando altos contenidos de hierro, además de otras sales. Los posteriores resultados de laboratorio confirmaron las sospechas, determinándose valores de **1.831 mg/l de Sales Totales, 480 mg/l de Dureza Total, 350 mg/l de Sulfatos y 6 mg/l de Hierro Total.**

**La séptima perforación (P7)** se ubica entre la pista de aterrizaje y el molino, se extrae agua con una bomba manual y la calidad del agua es **similar a la del pozo anterior.**

**Como resultado de la aplicación de sucesivas etapas clásicas para un estudio de fuentes, en la localidad de Pozo de Maza se concluyó en una caracterización del estado actual de la fuente de agua subterránea, definiéndose los puntos principales para la ubicación de nuevas captaciones. Como parte de lo oportunamente acordando se ejecutó un pozo tipo explotación (P8) con resultados acordes para cubrir el déficit actual de agua de la localidad de Pozo de Maza. Esto se cumplirá siempre y cuando se ponga en funcionamiento el P 3. En función de los resultados de la prospección geoelectrica, sería posible intentar una nueva perforación más próxima al Barrio Aborigen (consultar Informe Final de Fuentes - CFI- Lic. Petriella-1999).**

## **2- ACCESO A LA LOCALIDAD-UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL POZO**

La localidad Pozo de Maza se encuentra ubicada en el sector oeste de la provincia de Formosa, en el Departamento Bermejo, se llega a ella desde Ingeniero Guillermo L. Juárez a través de la ruta provincial N° 39, de la cual dista 32 km por camino de tierra.

Como se muestra en el plano general de la localidad. el nuevo pozo de explotación ejecutado en el marco de este estudio (P8) se encuentra ubicado en el sector criollo, en la posición de la batería integrada por los pozos P1, P2 y P3, próximo a la cisterna de agua.

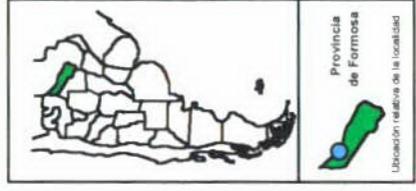
## **3- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN EMPLEADO**

El sistema de perforación utilizado fue rotativo con circulación directa de agua o lodo a través de una columna hueca de barras, con salida a presión por las boquillas de una herramienta de corte solidaria y reemplazable según el terreno (trépano).

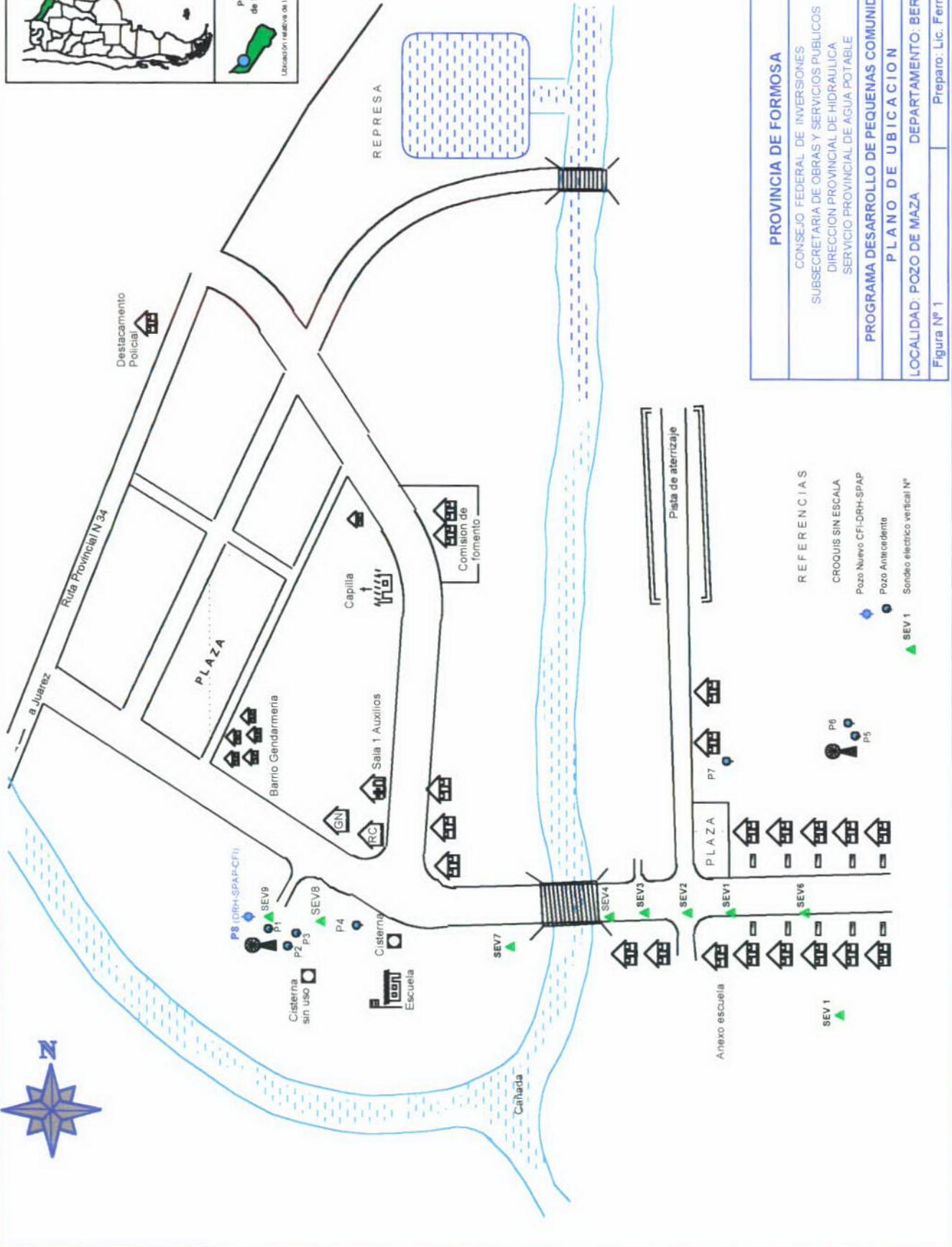
La columna de perforación trabaja en tensión, con movimiento rotativo lento transmitido por una mesa giratoria accionada por un sistema de engranajes conectados al motor del vehículo portante.

El lodo se aspira de una pileta excavada en el terreno, se inyecta a presión mediante la bomba a émbolos (para líquidos pesados) del equipo en la columna de barras conectadas al conducto de llegada por la cabeza de inyección.

Luego el lodo es expulsado desde la base de la herramienta que de este modo se limpia y refrigera y vuelve a subir por el espacio anular producido al perforar, llevando a superficie los recortes de sedimento que finalmente se depositan en la pileta de inyección, dejando el circuito cerrado.



Provincia de Formosa  
Ubicación relativa de la localidad



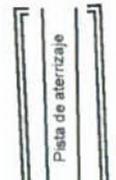
<b>PROVINCIA DE FORMOSA</b>	
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES SUBSECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS DIRECCION PROVINCIAL DE HIDRAULICA SERVICIO PROVINCIAL DE AGUA POTABLE	
<b>PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES</b>	
<b>PLANO DE UBICACION</b>	
LOCALIDAD: POZO DE MAZA	DEPARTAMENTO: BERMEJO
Figura N° 1	Preparo: Lic. Fernando Stockli

**REFERENCIAS**

- CROQUIS SIN ESCALA
- Pozo Nuevo CFI-DRH-SPAP
- Pozo Antecedente
- SEV 1 Sondos electrico vertical N°



Anexo escuela  
SEV 1



REPRESA

Cañada

Ruta Provincial N 34  
a Juarez

Destacamento Policial

PLAZA

Barrio Gendarmeria

Capilla

Comision de fomento

Cisterna sin uso

Escuela

Cisterna

Sala 1 Auxilios

Pista de aterrizaje

PLAZA

Anexo escuela

SEV 1

SEV 2

SEV 3

SEV 4

SEV 7

SEV 8

SEV 9

P8 (DRH-SPAP-CFI)

P1

P2

P3

P4

SEV 1

SEV 6

SEV 7

SEV 8

SEV 9

P6

P7

P5

P8

Para permitir un adecuado entubamiento y engravado del pozo de explotación se utilizó en la inyección exclusivamente aditivos biodegradables.

#### **4- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS TAREAS REALIZADAS**

##### **a) Etapa de perforación:**

En el sitio seleccionado en la etapa de relevamiento de fuentes de agua se ejecutó una perforación piloto de 4" de diámetro hasta los 30 mts de profundidad.

La secuencia sedimentaria simplificada indica el desarrollo en el subsuelo de un **paquete arenoso de 24,5 metros de potencia reconocida, con una intercalación de 1 metro de arcillas color rojizo; así se generan dos niveles con capacidad acuífera, uno las arenas superiores y otro las arenas inferiores, en definitiva la de mayor interés por ser las portadoras de agua en forma permanente.**

Las arenas inferiores son de grano medio a grueso y color castaño claro, con un espesor reconocido de 14,5 mts. Se encuentran totalmente saturadas por lo que constituyen un nivel acuífero de excelentes aptitudes para la explotación. Las arenas superiores difieren de las anteriores solamente en el color, siendo estas rojizas, su espesor es de 10 mts; respecto a sus características acuíferas son estacionales, de acuerdo a la variación del nivel estático.

La secuencia se completa hasta superficie con 3,6 mts de una arcilla arenosa que en su parte superior incluye el perfil de suelo.

**El conjunto se puede tomar como una sola unidad acuífera de unos 16 mts de espesor saturado y de comportamiento hidráulico libre a semilibre. El agua extraída fue de buena calidad y el rendimiento de la perforación correcto.**

Mayor detalle de los sedimentos atravesados se presentan en la planilla de descripción litológica adjunta. Los trabajos prosiguieron con el ensanche por reperforación y repasado del diámetro del pozo piloto para llegar al necesario para la maniobra de entubamiento y engravado del espacio anular, aproximadamente 8". Se empleó aditivo biodegradable (Regress) para la densificación de la inyección lo que aseguró una correcta extracción de sedimentos desde el fondo de la perforación hacia la superficie y la formación de un revoque semipermeable transitorio en las paredes arenosas, asegurando así un tiempo prudencial para realizar la maniobra de entubamiento sin riesgos de sufrir desmoronamiento en los sectores más permeables.

**b) Etapa de entubado, engravado y cementación:**

Como se puede observar en el diseño del Pozo de Explotación adjunto, la profundidad de entubamiento fue de 30 metros b.b.p., los filtros se instalaron en el intervalo de acuífero ubicado entre los 22 a 28 metros bajo igual referencia; el filtro utilizado fue tipo Johnson de H G°- 4" de diámetro, de 0,3 mm de abertura y ranuras del tipo continuas, forrado con malla de bronce N° 100. Los tramos de cañería ciega utilizados fueron de PVC celeste tipo pocero de 116 mm de diámetro. Posteriormente se completó con 40 bolsas grava N° 20 el espacio anular existente entre el pozo y la cañería o filtro hasta los 3,6 mts de profundidad bajo el nivel del terreno. El espacio anular restante hasta llegar a superficie fue sellado por cementación de fragüe rápido, previa instalación de packer aislante de arcilla - arena.

**c) Etapa de desarrollo del Pozo de Explotación:**

Los objetivos perseguidos en esta etapa fueron limpiar los filtros, acomodar el prefiltro de grava, remover la inyección remanente y extraer los sedimentos finos de los alrededores del pozo. Se desarrolló mediante ciclos de bombeo a caudal constante de corta duración.

El anexo del informe se incluye: planilla de descripción litológica, plano de diseño de pozo de explotación, planillas y curvas de ensayos hidráulicos, y fotos vinculadas al trabajo.

## 5- CONCLUSIONES

- En el subsuelo de la localidad de Pozo de Maza desde el punto de vista de la utilización de las aguas subterráneas se pueden separar dos ~~grandes~~ sectores; uno de alta potencialidad de aprovechamiento, correspondiente al sector criollo, y otro, totalmente opuesto correspondiente al Barrio Aborigen Wichi.
- En transición entre ambos, a la luz de los resultados de la prospección geoelectrónica, existe una zona que podría explorarse con el objeto de acercar una nueva captación al barrio aborigen.
- Las tareas de perforación llevaron al alumbramiento de un acuífero arenoso, de comportamiento hidráulico libre a semilibre, **portador de agua de buena calidad química**. Desde el punto de vista hidráulico, el volumen posible de agua a explotar es satisfactorio para la demanda de la población. Queda consultar vía informe de estudio integral de fuentes (Lic. Petriella - Informe Final -CFI- 1999) la sostenibilidad en el tiempo de las aparentemente correctas condiciones químicas.
- **La conservación de las condiciones actuales del agua superficial en el entorno de la localidad es imprescindible para asegurar la fuente subterránea tanto en lo que respecta a su permanencia como calidad química.**
- **El caudal de explotación a utilizar deberá ser una combinación no sólo de lo que el pozo puede erogar en forma eficiente desde el punto de vista hidráulico, sino que tendrá en cuenta lo que del acuífero se pueda extraer sin producir efectos no deseados.** En tal sentido se deberá consultar el estudio general de fuentes en donde se propone un esquema de bombeo para toda la batería (Lic. Petriella - Informe Final -CFI- 1999).

# ANEXO

- Plano de diseño de pozo
- Planilla de descripción litológica
- Protocolos de análisis químicos
- Diagramas Piper
- Fotos temáticas

**PLANILLA DE CONTROL DE PERFORACIÓN**

**PROVINCIA:** FORMOSA

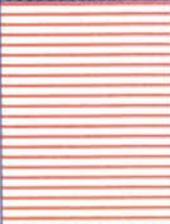
**FECHA:** DICIEMBRE DE 1998

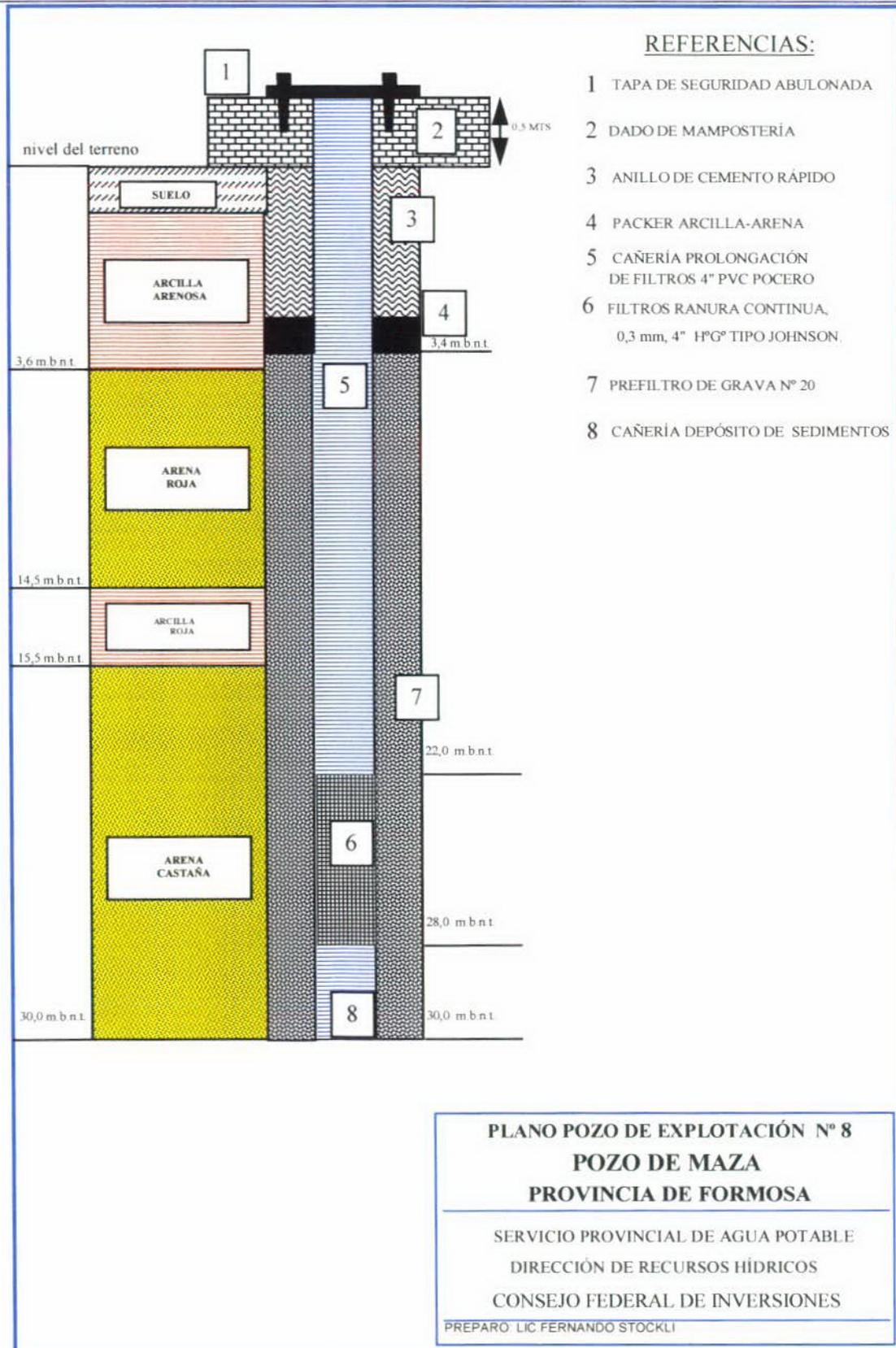
**DEPARTAMENTO:** BERMEJO

**EQUIPO:** DRH-SPAP-CFI

**LOCALIDAD:** POZO DE MAZA

**DENOMINACIÓN:** POZO DE EXPLOTACIÓN N° 8

Prof. (mts b.b.p.)	Conductividad eléctrica inyección ( $\mu$ S/cm)	Simbología	Descripción Litológica
0,0 a 0,30			Suelo arcillo arenoso, poco desarrollado.
0,3 a 3,60			Arcilla arenosa castaño rojizo.
3,60 a 14,50			Arena cuarzosa, gruesa castaño rojizo.
14,50 a 15,50			Arcilla colorada.
15,50 a 30,00			Arena cuarzosa gruesa, castaño clara.



Diseño de Entubamiento Pozo de Explotación Nº 8 - POZO DE MAZA

**PLANILLA DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MUESTRA DE AGUA**

<b>LOCALIDAD:</b>	<b>POZO DE MAZA</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>BERMEJO</b>
<b>LABORATORIO:</b>	<b>SPAP - PROVINCIA DE FORMOSA</b>

<b>PROTOCOLO N°:</b> 92	<b>PROCEDENCIA:</b> FORMOSA
<b>SITIO DE EXTRACCIÓN:</b> POZO EXPLOTACIÓN N° 6	<b>RESPONSABLE:</b> LIC. PETRIELLA
<b>FECHA DE EXTRACCIÓN:</b> 01/12/98	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> DIC, 1998
<b>OBSERVACIONES:</b> perforación ubicada en el barrio el carmen (aborigen)	

<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN:</b> NORMALES	<b>COLOR:</b>	rojo
<b>OLOR:</b> N/D	<b>TURBIEDAD:</b>	1.93/1000

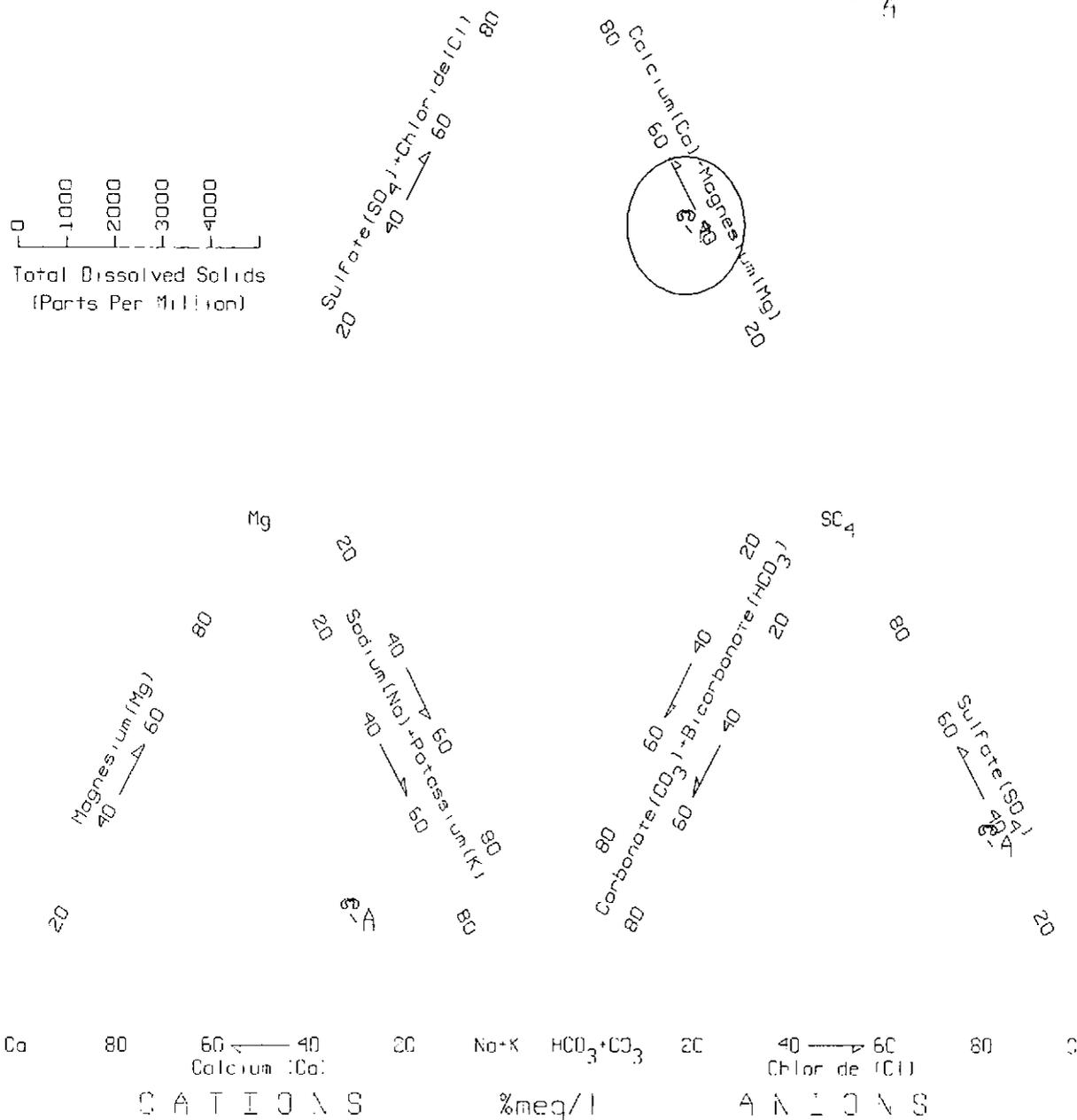
<b>RESIDUO SECO - mg/l (105 °C):</b> 1831	<b>pH:</b>	7.0
<b>DUREZA TOTAL - mg/l:</b> 480	<b>ALCALINIDAD - mg/l:</b>	177

<b>CLORUROS - mg/l:</b> 418	<b>SULFATOS - mg/l:</b> 336
<b>NITRATOS - mg/l:</b> 5.6	<b>NITRITOS - mg/l:</b> 0.0

<b>CALCIO - mg/l:</b> 92	<b>MAGNESIO - mg/l:</b> 61
<b>SODIO - mg/l:</b> 275	<b>POTASIO - mg/l:</b> 39

<b>FLÚOR - mg/l:</b> 0.6	<b>ARSÉNICO - mg/l:</b> N/C
<b>HIERRO TOTAL - mg/l:</b> 6	<b>MANGANESO - mg/l:</b> N/D

**ND:** no determinado    **NC:** no contiene    **RD:** resultado dudoso - muestra no acondicionada  
**PROTOCOLOS ORIGINALES LABORATORIO S.P.A.P.- PROVINCIA DE FORMOSA**



**Diagrama triangular de Piper: representa la composición química del Pozo Explotación N° 6.**

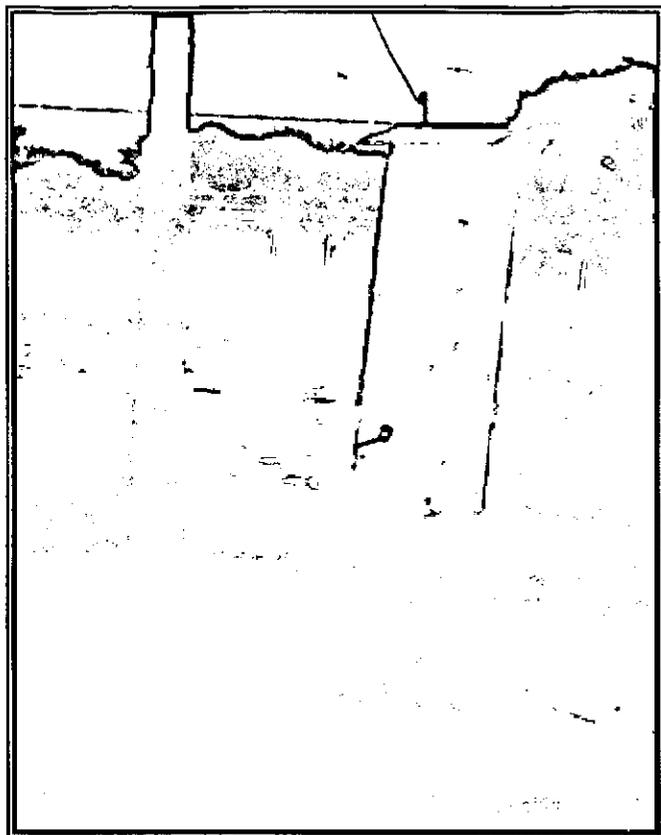


Foto N° 1: Pozo de Explotación N° 4, predio de la Escuela Provincial N° 78.



Foto N° 2: Pozo de Explotación N° 1. Molino y cisterna (fuera de uso).

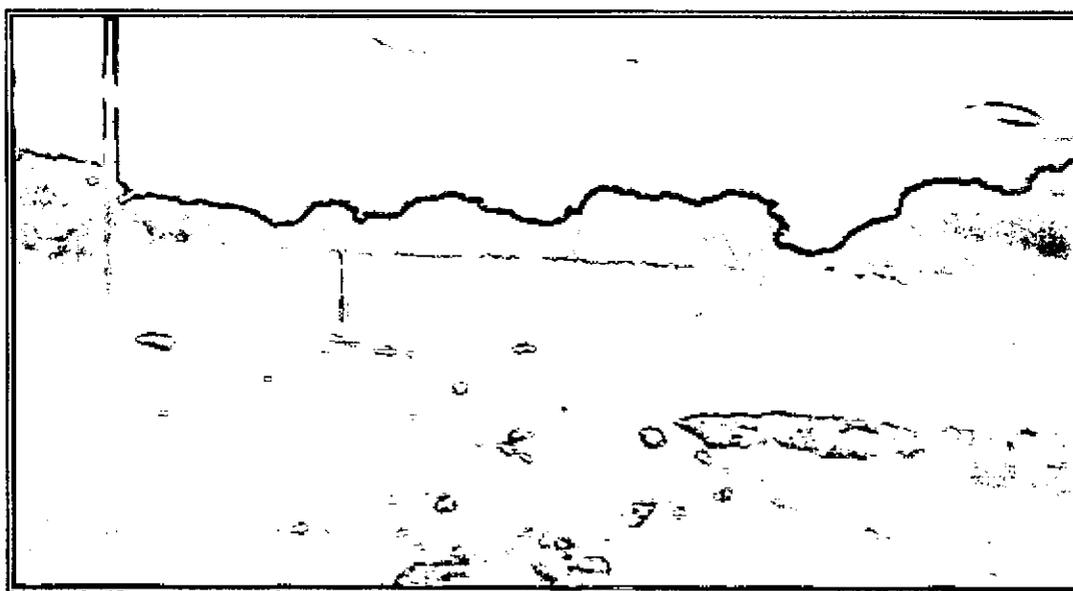


Foto N° 3: Pozo de Explotación N° 8 (SPAP-DRH-CFI).

Localidad

PUERTO PILCOMAYO

**INFORME TÉCNICO DE PERFORACIONES**  
**PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES**

DENOMINACIÓN: POZO DE EXPLOTACIÓN N° 1 PUERTO PILCOMAYO

PROVINCIA: FORMOSA

FECHA TERMINACIÓN: OCT./98

DEPARTAMENTO: PILCOMAYO

LOCALIDAD: PTO. PILCOMAYO

EQUIPO ROTARI: E 1-DRH

ORGANISMOS: DRH-CFI-SPAP

**1- OBJETIVOS Y RESULTADOS**

El objetivo del presente trabajo fue la **ejecución de una perforación de explotación de 4" de diámetro** para dotar a la comunidad de un **sistema de provisión de agua potable**.

Previo a los trabajos realizados **la localidad no contaba con perforaciones tubulares** (hay datos de prefectura de una de 20 mts de profundidad con agua salada ubicada en el puesto de embalse de vehículos); el uso del agua subterránea se limitaba a algunos pobladores que tenían **pozos excavados**; la otra forma clásica de aprovisionamiento es por **aljibes**, la cual dado lo variable de la calidad química y el elevado régimen de precipitaciones del lugar, es la principal, **aunque no existe la suficiente cantidad de reservorios** para toda la población.

Por tal motivo el **SPAP** (delegación Clorinda) debe llevar **agua transportada** periódicamente hasta la Escuela N° 11, la cual, a pesar de ser potable, es **utilizada indiscriminadamente** para todo servicio.

La elección del sitio a perforar se realizó a partir del análisis e integración de la información antecedente, del censo de fuentes de agua efectuado, del relevamiento hidrológico

- geomorfológico y de la interpretación de los resultados de la prospección geoelectrica realizada.

Como parte de lo oportunamente planteado se ejecutó un pozo tipo explotación con resultados acordes para cubrir el déficit actual de agua, en cuanto a volumen se refiere, de la localidad de Puerto Pilcomayo.

Al respecto es muy importante destacar que el contenido de Hierro del agua (6,5 mg/l) si bien presenta inconvenientes en las propiedades relacionadas a su "aspecto" como sabor, color y olor, como así también manchas en la ropa a lavar, no es inconveniente para la salud de la población.

Sin embargo sería de sumo interés que se realizara algún tipo de tratamiento previo a la distribución para el consumo; sí es perfectamente utilizable para otros servicios en reemplazo del actual agua potable transportada.

## 2- ACCESO A LA LOCALIDAD-UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL POZO

La localidad de **Puerto Pilcomayo** se localiza al nordeste de la provincia, en el Departamento homónimo, a orillas del río Paraguay. Se accede a ella por la Ruta Nacional N° 11 y dista 30 Km, aproximadamente, al sudeste de **Clorinda**. De la Ciudad Capital, Formosa, se encuentra a unos 100 km.

El pozo de explotación de 14.50 metros de profundidad se encuentra ubicado en el predio de la Escuela N° 11, como se muestra en el plano general de la localidad.

### 3- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN EMPLEADO

El sistema de perforación utilizado fue rotativo con circulación directa de agua o lodo a través de una columna hueca de barras, con salida a presión por las boquillas de una herramienta de corte solidaria y reemplazable según el terreno (trépano).

La columna de perforación trabaja en tensión, con movimiento rotativo lento transmitido por una mesa giratoria accionada por un sistema de engranajes conectados al motor del vehículo portante.

El lodo se aspira de una pileta excavada en el terreno, se inyecta a presión mediante la bomba a émbolos (para líquidos pesados) en la columna de barras conectadas al conducto de llegada por la cabeza de inyección.

Luego el lodo es expulsado por la base de la herramienta que de este modo se limpia y refrigera y vuelve a subir por el espacio anular (producido al perforar), llevando a superficie los recortes de sedimento que finalmente se depositan en la pileta de inyección, dejando el circuito cerrado.

Para permitir un adecuado entubamiento y engravado del pozo de explotación se utilizó en la inyección exclusivamente aditivos biodegradables.

### 4- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS TAREAS REALIZADAS

#### a) Etapa de Perforación:

En el sitio seleccionado en la etapa de relevamiento de fuentes de agua se ejecutó una perforación piloto de 4" de diámetro hasta los 14,5 mts de profundidad; **la secuencia**

**sedimentaria atravesada se inicia con un perfil de suelo de pobre desarrollo y continua con arenas finas a muy finas grisáceas hasta la profundidad final. Se destaca la abundante presencia de materia orgánica en todo el perfil, lo cual está íntimamente relacionado a la calidad química del agua (tenores elevados de hierro).**

Mayor detalle de los sedimentos atravesados se presenta en la planilla de descripción litológica adjunta.

Los trabajos prosiguieron con el ensanche por reperforación y repasado del diámetro del pozo piloto para llegar al necesario para la maniobra de entubamiento y engravado del espacio anular, aproximadamente 8".

Se empleó aditivo biodegradable para la densificación de la inyección (Regress) lo que aseguró una **correcta extracción de sedimentos desde el fondo de la perforación hacia la superficie y la formación de un revoque semipermeable transitorio en las paredes arenosas**, asegurando así un tiempo prudencial para realizar la maniobra de entubamiento sin riesgos de sufrir desmoronamiento en los sectores más permeables.

#### **b) Etapa de entubado, engravado y cementación:**

Como se puede observar en el diseño del Pozo de Explotación adjunto, la profundidad de entubamiento fue de 14.50 metros b.b.p., los filtros se instalaron en el intervalo de acuífero ubicado entre los 10.38 y los 12.38 mts bajo igual referencia; el filtro utilizado fue de PVC pocero celeste de 116 mm de diámetro, ranurado y enmallado. Los tramos de cañería ciega fueron de igual material y diámetro que los filtros. Posteriormente se completó con 6 bolsas de grava. N° 20 el espacio anular existente entre el pozo y la cañería o filtro hasta los 3 mts de profundidad bajo el nivel del terreno. El espacio anular restante hasta llegar a superficie fue sellado con cemento de fragüe rápido, previa instalación de packer aislante de arcilla - arena.

**b) Etapa de desarrollo del Pozo de Explotación y Ensayo de Producción:**

Para asegurar la mejor conexión hidráulica posible entre el pozo de explotación y el acuífero se procedió con su desarrollo mediante ciclos de bombeo a bajos caudales; los objetivos perseguidos en esta etapa fueron limpiar los filtros, acomodar el prefiltro de grava, remover la inyección remanente y extraer los sedimentos finos en los alrededores del pozo.

Posteriormente se dejó bombeando a caudal constante de 3.500 l/h por espacio de tres horas para comprobar posibles variaciones abruptas de salinidad en el acuífero; los valores de conductividad se mantuvieron en el orden de los 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**El caudal de explotación a utilizar deberá ser una combinación no sólo de lo que el pozo puede erogar en forma eficiente desde el punto de vista hidráulico, sino que tendrá en cuenta lo que del acuífero se pueda extraer sin producir efectos no deseados.** En tal sentido se deberá consultar el estudio general de fuentes en donde se propone un esquema de bombeo (Lic. Petriella-Informe N° 2-1999-CFI) para un futuro servicio.

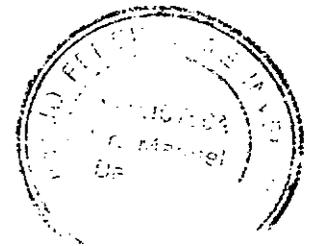
En el anexo se incluye: planilla de descripción litológica, plano de diseño de pozo de explotación, análisis químicos completos y fotos vinculadas al trabajo.

**5- CONCLUSIONES**

- En el subsuelo de la localidad de Puerto Pilcomayo las tareas de perforación llevaron al alumbramiento de **un acuífero arenoso, de comportamiento hidráulico libre**, y un espesor conocido de 14 mts.
- Las **condiciones hidráulicas para la producción son excelentes** dadas las condiciones geológicas de formación y el entorno actual del lugar, apto para la recarga del acuífero.
- Desde el punto de vista químico el **agua es de regular calidad**, carácter dado por los **elevados tenores de Hierro Total, 6,5 mg/l**; esta situación le confiere propiedades organolépticas no adecuadas para el libre consumo, aunque **no representa ningún riesgo para la población**.
- Se deberá consultar vía informe de estudio integral de fuentes (Lic. Petriella-Informe N° 2-1999-CFI) sobre **algún tratamiento alternativo a los convencionales para la reducción de los tenores de hierro**.
- Mientras se concreten las obras finales, se considera de vital importancia la instalación y uso de una bomba manual para utilizar agua de la perforación en menesteres tales como **desagüe y limpieza de baños y otros varios, para no mal gastar el “agua potable transportada”**.

# ANEXO

- Plano de diseño de pozo
- Planilla de descripción litológica
- Protocolos de análisis químicos
- Diagramas Piper
- Fotos Temáticas



PLANILLA DE CONTROL DE PERFORACIÓN

PROVINCIA: FORMOSA

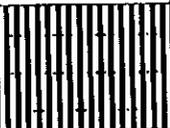
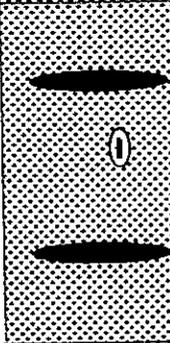
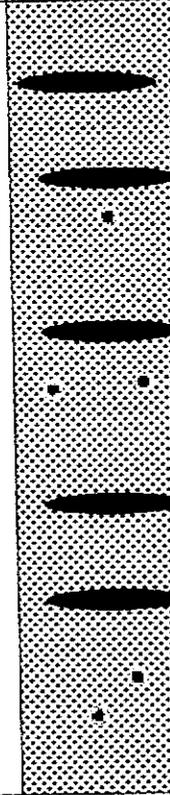
FECHA: OCTUBRE DE 1998

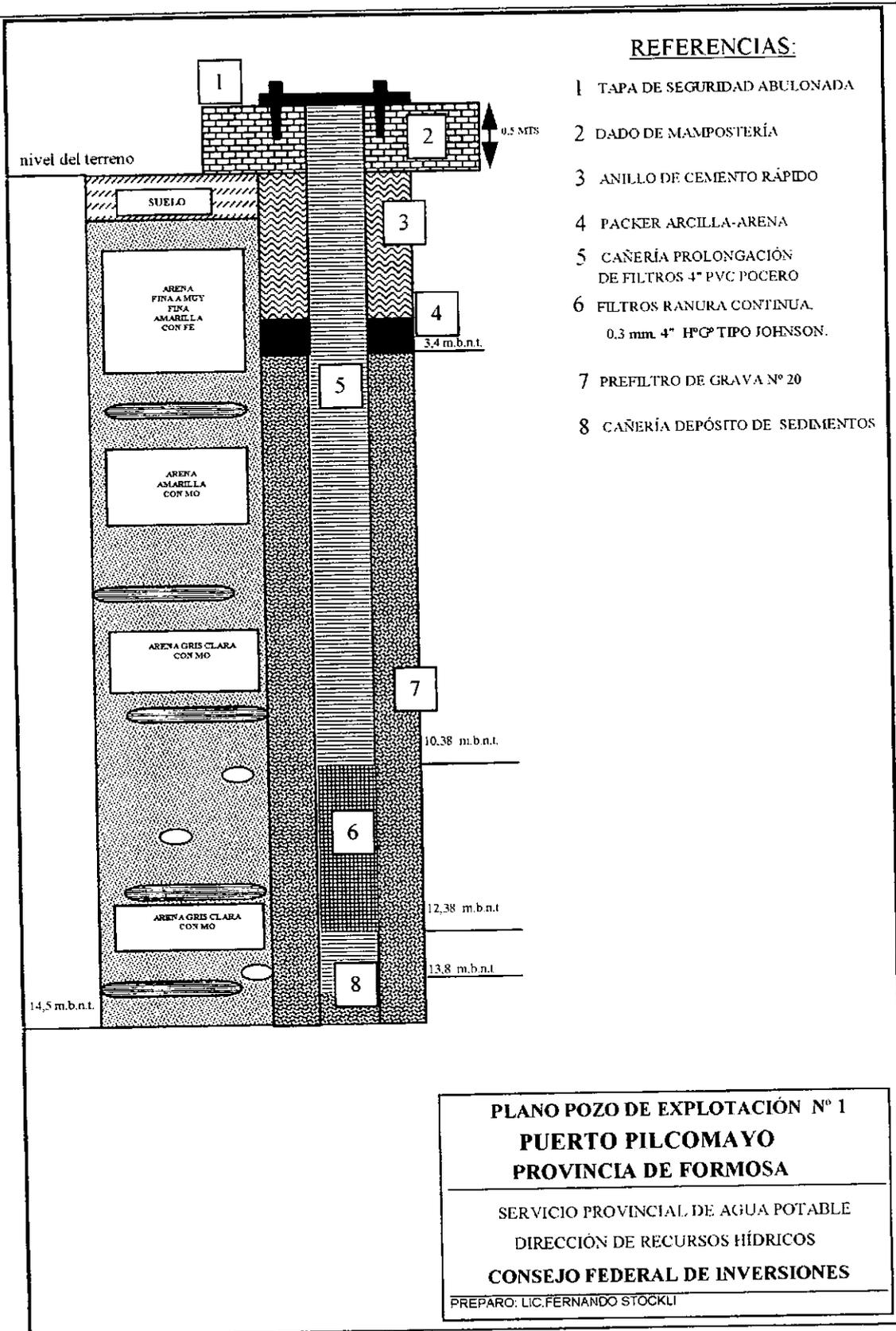
DEPARTAMENTO: PILCOMAYO

EQUIPO: DRH-SPAP-CFI

LOCALIDAD: PUERTO PILCOMAYO

DENOMINACIÓN: POZO DE EXPLOTACIÓN Nº 1

Prof. (mts b.b.p.)	Conductividad eléctrica inyección ( $\mu$ S/cm)	Simbología	Descripción Litológica
0,0			Suelo arenoso, poco desarrollado.
			Arena cuarzosa fina a muy fina con concreciones de hierro.
14,50			Arena cuarzosa amarillenta a gris clara hacia la base, con abundante materia orgánica y tosquillas.



Diseño de Entubamiento Pozo de Explotación Nº 1 – PUERTO PILCOMAYO

**PLANILLA DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MUESTRA DE AGUA**

<b>LOCALIDAD:</b>	PUERTO PILCOMAYO
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PILCOMAYO
<b>LABORATORIO:</b>	SPAP - PROVINCIA DE FORMOSA

<b>PROTOCOLO N°:</b> 88	<b>PROCEDENCIA:</b> FORMOSA
<b>SITIO DE EXTRACCIÓN:</b> POZO EXPLOTACIÓN N°1	<b>RESPONSABLE:</b> LIC. STOCKLI
<b>FECHA DE EXTRACCIÓN:</b> 10/98	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 11/98
<b>OBSERVACIONES:</b> muestra correspondiente al finalizar el ensayo.	

<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN:</b> NORMALES	<b>COLOR:</b>	500
<b>OLOR:</b> N/D	<b>TURBIEDAD:</b>	258

<b>RESIDUO SECO - mg/l (105 °C):</b> 435	<b>pH:</b>	7.1
<b>DUREZA TOTAL - mg/l:</b> 106	<b>ALCALINIDAD - mg/l:</b>	N/D

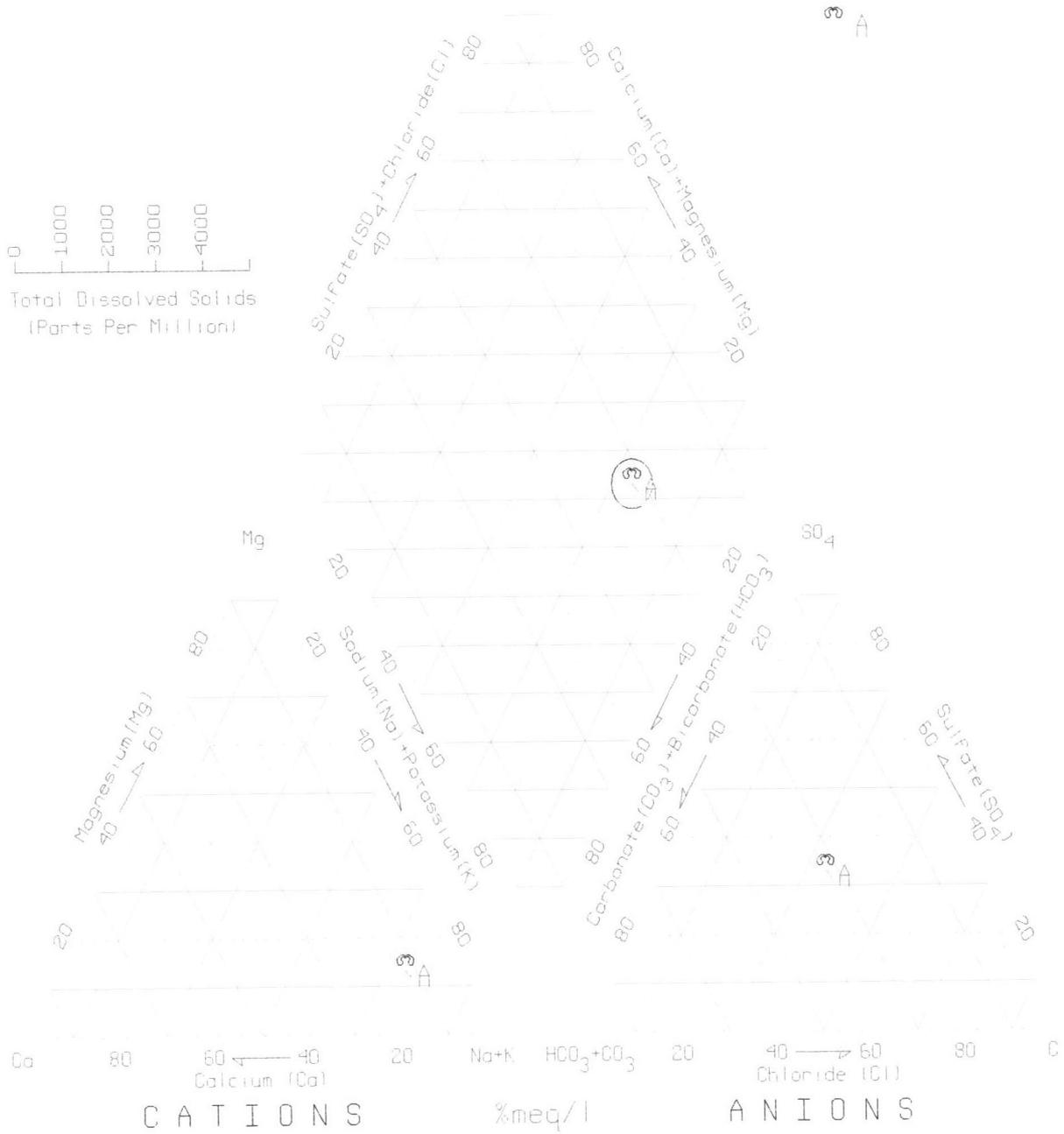
<b>CLORUROS - mg/l:</b> 65	<b>SULFATOS - mg/l:</b>	85
<b>NITRATOS - mg/l:</b> 1.0	<b>NITRITOS - mg/l:</b>	0.005

<b>CALCIO - mg/l:</b> 20	<b>MAGNESIO - mg/l:</b>	13
<b>SODIO - mg/l:</b> 115	<b>POTASIO - mg/l:</b>	39

<b>FLÚOR - mg/l:</b> 0.2	<b>ARSÉNICO - mg/l:</b>	N/C
<b>HIERRO TOTAL - mg/l:</b> 6.5	<b>MANGANESO - mg/l:</b>	N/C

**ND:** no determinado    **NC:** no contiene    **RD:** resultado dudoso - muestra no acondicionada

**PROTOCOLOS ORIGINALES LABORATORIO S.P.A.P.- PROVINCIA DE FORMOSA**



**Diagrama triangular de Piper: representa la composición química del Pozo Explotación N° 1.**

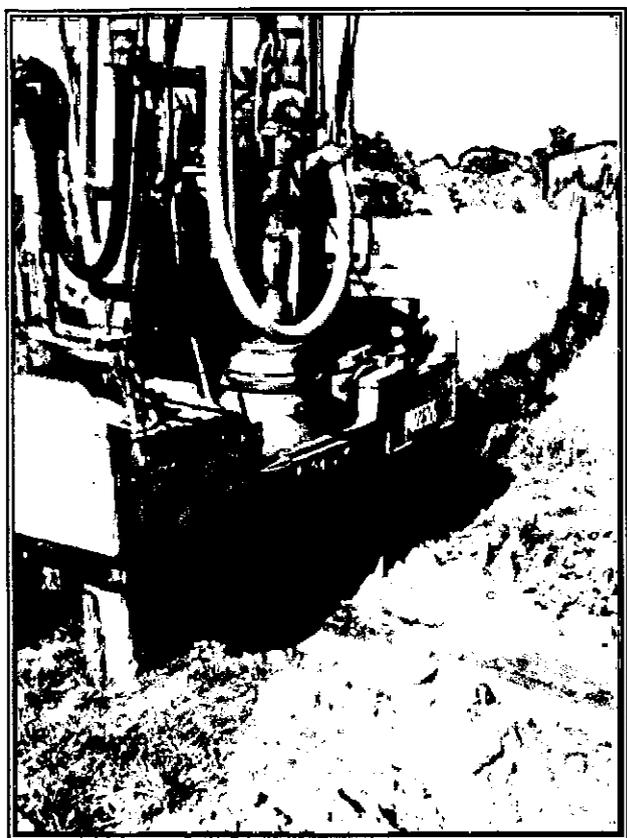


Foto N° 1: Tareas de perforación frente a la escuela.



Foto N° 2: Ensayo hidráulico de la perforación.



Foto N° 3: Bomba manual instalada.

Localidad

TORO PASO

o

GOBERNADOR OLMOS

**INFORME TÉCNICO DE PERFORACIONES**  
**PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES**

DENOMINACIÓN:

POZO DE EXPLOTACIÓN N° 1. TORO PASO

PROVINCIA: FORMOSA

FECHA TERMINACIÓN: OCT./98

DEPARTAMENTO: PILCOMAYO

LOCALIDAD: TORO PASO

EQUIPO ROTARI: E 1-DRH

ORGANISMOS: DRH-CFI-SPAP

**1- OBJETIVOS Y RESULTADOS**

El objetivo del presente trabajo fue la **ejecución de una perforación de explotación de 4" de diámetro** para dotar a la comunidad de un **sistema de provisión de agua potable**. En una primera etapa se destinaría a la carga del tanque PASPAYs instalado en la localidad.

Previo a los trabajos realizados **la localidad no contaba con perforaciones tubulares** (el intento siempre fue negativo, fuente: los pobladores del lugar); el uso de agua subterránea se limitaba **pozos excavados que en su mayor parte aportaban agua salobre a salada**; la otra forma clásica de aprovisionamiento es por **aljibes**, dada la variabilidad de la calidad química del agua subterránea y el elevado régimen de precipitaciones del lugar es la principal, **aunque no existe la suficiente cantidad de reservorios** para toda la población.

Por tal motivo, se debe llevar **"agua potable transportada"** periódicamente hasta la Escuela, la que se almacena en un aljibe. Al respecto, es importante destacar que la localidad se encuentra en una zona baja topográficamente, por lo cual los caminos se tornan intransitables en ciertas épocas del año.

La elección del sitio a perforar se realizó a partir del análisis e integración de la información antecedente, del censo de fuentes de agua efectuado, del relevamiento hidrológico - geomorfológico y de la interpretación de los resultados de la prospección geoeléctrica realizada.

Como parte de lo oportunamente acordando se ejecutó un pozo tipo explotación con resultados acordes para cubrir el déficit actual de agua de la localidad de Toro Paso.

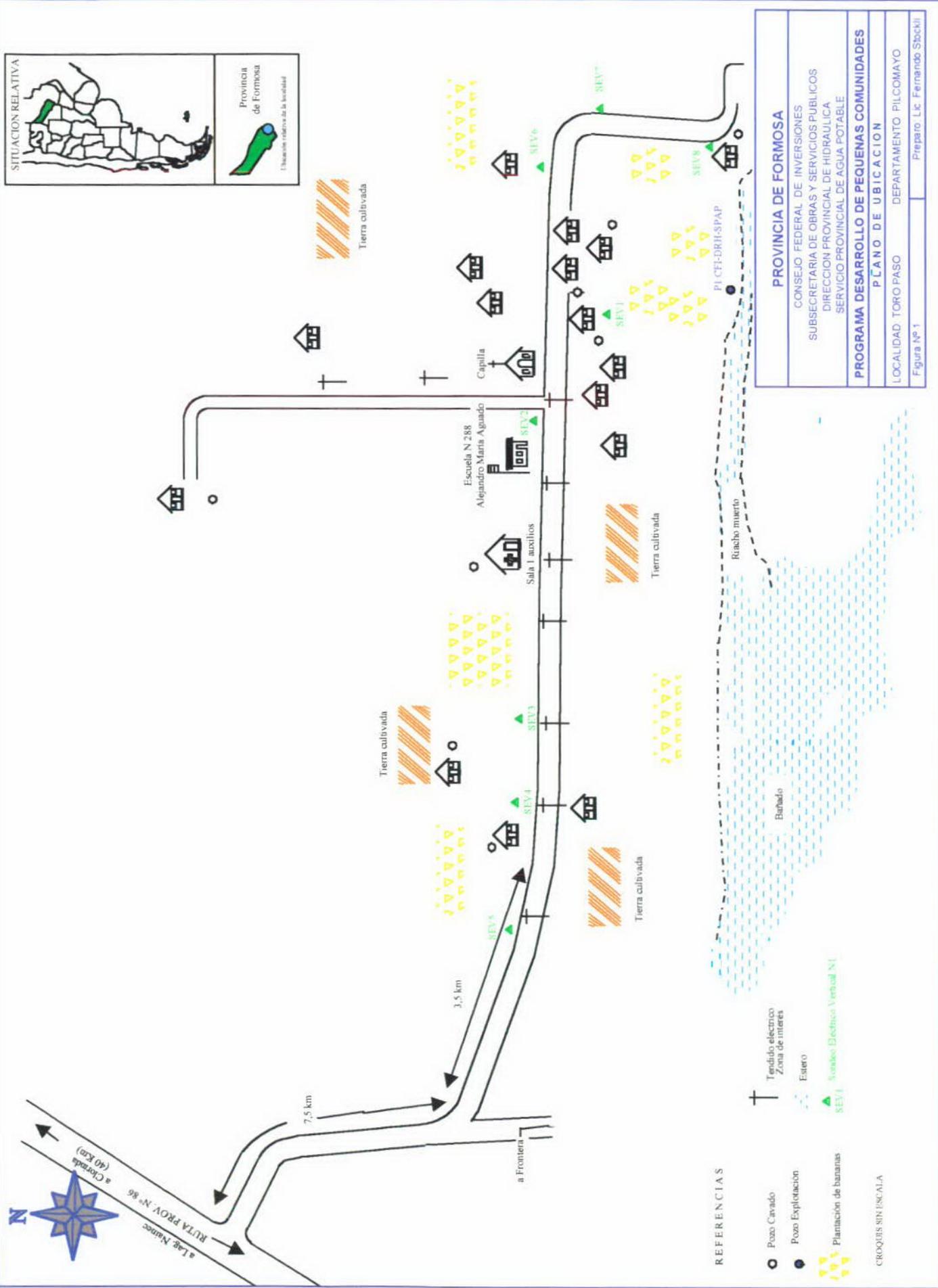
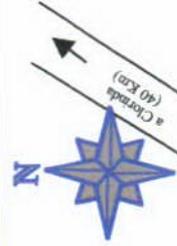
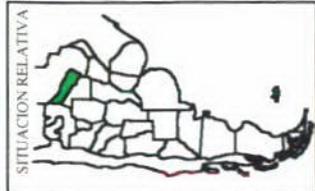
## **2- ACCESO A LA LOCALIDAD-UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL POZO**

La localidad de **Toro Paso o Gobernador Lisandro Olmos** se encuentra ubicada al nordeste de la provincia de Formosa, en el Departamento Pilcomayo. Se accede a ella luego de transitar 26 km. por la Ruta Nacional N° 86 (totalmente asfaltada) desde la ciudad de Clorinda; luego por un camino vecinal unos 11 km hacia el sur.

El pozo de explotación ejecutado se encuentra ubicado en el paleocauce de un riacho muerto aledaño que atravieza el predio propiedad del Sr. Ricardo Bogado, como se puede observar en el plano de ubicación general.

## **3- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN EMPLEADO**

El sistema de perforación utilizado fue rotativo con circulación directa de agua o lodo a través de una columna hueca de barras, con salida a presión por las boquillas de una herramienta de corte solidaria y reemplazable según el terreno (trépano).



<b>PROVINCIA DE FORMOSA</b>	
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES	
SUBSECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS	
DIRECCION PROVINCIAL DE HIDRAULICA	
SERVICIO PROVINCIAL DE AGUA POTABLE	
<b>PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUENAS COMUNIDADES</b>	
<b>PLANO DE UBICACION</b>	
LOCALIDAD TORO PASO	DEPARTAMENTO PILCOMAYO
Figura N° 1	
Preparó: Lic. Fernando Stockli	

REFERENCIAS

- Pozo Cavado
- Pozo Explotacion
- ▲ Plataformas de bananeros
- ⊥ Tendido eléctrico
- ⊥ Zona de mareas
- ⊥ Estero
- ▲ SEV1 (Service Electrical Vertical N° 1)
- ▨ Barrialdo

CROQUIS SIN ESCALA

La columna de perforación trabaja en tensión, con movimiento rotativo lento transmitido por una mesa giratoria accionada por un sistema de engranajes conectados al motor del vehículo portante.

El lodo se aspira de una pileta excavada en el terreno, se inyecta a presión mediante la bomba a émbolos (para líquidos pesados) en la columna de barras conectadas al conducto de llegada por la cabeza de inyección.

Luego el lodo es expulsado por la base de la herramienta que de este modo se limpia y refrigera y vuelve a subir por el espacio anular (producido al perforar), llevando a superficie los recortes de sedimento que finalmente se depositan en la pileta de inyección, dejando el circuito cerrado.

Para permitir un adecuado entubamiento y engravado del pozo de explotación se utilizó en la inyección exclusivamente aditivos biodegradables.

#### 4- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS TAREAS REALIZADAS

##### a) Etapa de Perforación:

En el sitio seleccionado en la etapa de relevamiento de fuentes de agua se ejecutó una perforación piloto de 4" de diámetro hasta los 13,4 mts de profundidad; **la secuencia sedimentaria simplificada indica el desarrollo en el subsuelo de un acuífero arenoso, de comportamiento hidráulico libre a semilibre, de unos 7 mts de espesor; la base no fue alumbrada. Hacia el techo del acuífero se encuentra un nivel limo arcilloso color pardo con intercalaciones de arcilla gris azulada y concreciones carbonáticas hacia la base; este paquete tiene un espesor aproximado de 6 metros y probablemente sea el responsable del comportamiento hidráulico; culmina con 0,30 metros de suelo limo arcillo arenoso.**

Los trabajos prosiguieron con el ensanche por reperforación y repasado del diámetro del pozo piloto para llegar al necesario para la maniobra de entubamiento y engravado del espacio anular, aproximadamente 8". Se empleó aditivo biodegradable(Regress) para la densificación de la inyección lo que aseguró una correcta extracción de sedimentos desde el fondo de la perforación hacia la superficie y la formación de un revoque semipermeable transitorio en las paredes arenosas, asegurando así un tiempo prudencial para realizar la maniobra de entubamiento sin riesgos de sufrir desmoronamiento en los sectores más permeables.

**b) Etapa de entubado, engravado y cementación:**

Como se puede observar en el diseño del Pozo de Explotación adjunto, la profundidad de entubamiento fue **de 12,9 metros b.b.p.**, los filtros se instalaron en el intervalo de acuífero ubicado entre los **10,5 y los 12,5 mts** bajo igual referencia; **el filtro utilizado fue de PVC pocero celeste de 116 mm de diámetro, ranurado y enmallado.** Los tramos de cañería ciega fueron de igual material y diámetro que los filtros. Posteriormente se completó con 6 bolsas de **grava N° 20** el espacio anular existente entre el pozo y la cañería o filtro hasta los 3 mts de profundidad bajo el nivel del terreno. El espacio anular restante hasta llegar a superficie fue sellado con **cemento de fragüe rápido**, previa instalación **de packer aislante de arcilla - arena.**

**c) Etapa de desarrollo del Pozo de Explotación:**

Los objetivos perseguidos en esta etapa fueron limpiar los filtros, acomodar el prefiltro de grava, remover la inyección remanente y extraer los sedimentos finos en los alrededores del pozo.

Se procedió a bombear la perforación a caudal constante para asegurar la mejor conexión hidráulica posible entre el pozo de explotación y el acuífero y su evolución química e hidráulica ante la explotación intensiva. El caudal medio del ensayo fue de 2400 l/h, la depresión fue de 1,94 metros, siendo los niveles estático y dinámico de 1,40 y 3,34 metros respectivamente.

Los registros de conductividad del agua se mantuvieron constantes en el orden de los 680  $\mu\text{S}/\text{cm}$  lo que indicaría una **baja cantidad de sales totales disueltas**.

**El caudal de explotación a utilizar deberá ser una combinación no sólo de lo que el pozo puede erogar en forma eficiente desde el punto de vista hidráulico, sino que tendrá en cuenta lo que del acuífero se pueda extraer sin producir efectos no deseados.** En tal sentido se deberá consultar el estudio general de fuentes en donde se propone un esquema de bombeo (Lic. Petriella-Informe N° 2-1999-CFI).

El anexo del informe incluye: planilla de descripción litológica, plano de diseño de pozo de explotación, planillas y curvas de ensayos hidráulicos, y fotos vinculadas al trabajo.

**5- CONCLUSIONES**

- En el subsuelo de la localidad de Toro Paso las tareas de perforación alumbraron un acuífero arenoso, de comportamiento hidráulico libre a semilibre, **portador de agua de buena calidad química, con una concentración de 617 mg/l de Sales Totales (líte de potabilidad 2800 mg/l).**
- Desde el punto de vista hidráulico, el volumen posible de agua a explotar es satisfactorio para la demanda de la población. Queda consultar (vía informe de estudio integral de fuentes Lic. Petriella-Informe N° 2-1999-CFI) la sostenibilidad en el tiempo de las aparentemente correctas condiciones químicas.
- **La conservación de las condiciones actuales del riacho muerto son imprescindibles para asegurar la fuente subterránea a partir de excedentes superficiales que colecta su paleocauce.**
- De ser posible, sería conveniente proteger el perímetro inmediato a la perforación con alambrado para evitar la entrada de animales o el vandalismo ocasional por parte de pobladores que no conozcan su importancia.

# ANEXO

- Plano de diseño de pozo
- Planilla de descripción litológica
- Protocolos de análisis químicos
- Diagramas Piper
- Fotos temáticas

**PLANILLA DE CONTROL DE PERFORACIÓN**

**PROVINCIA:** FORMOSA

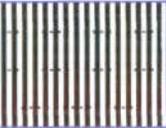
**FECHA:** OCTUBRE DE 1998

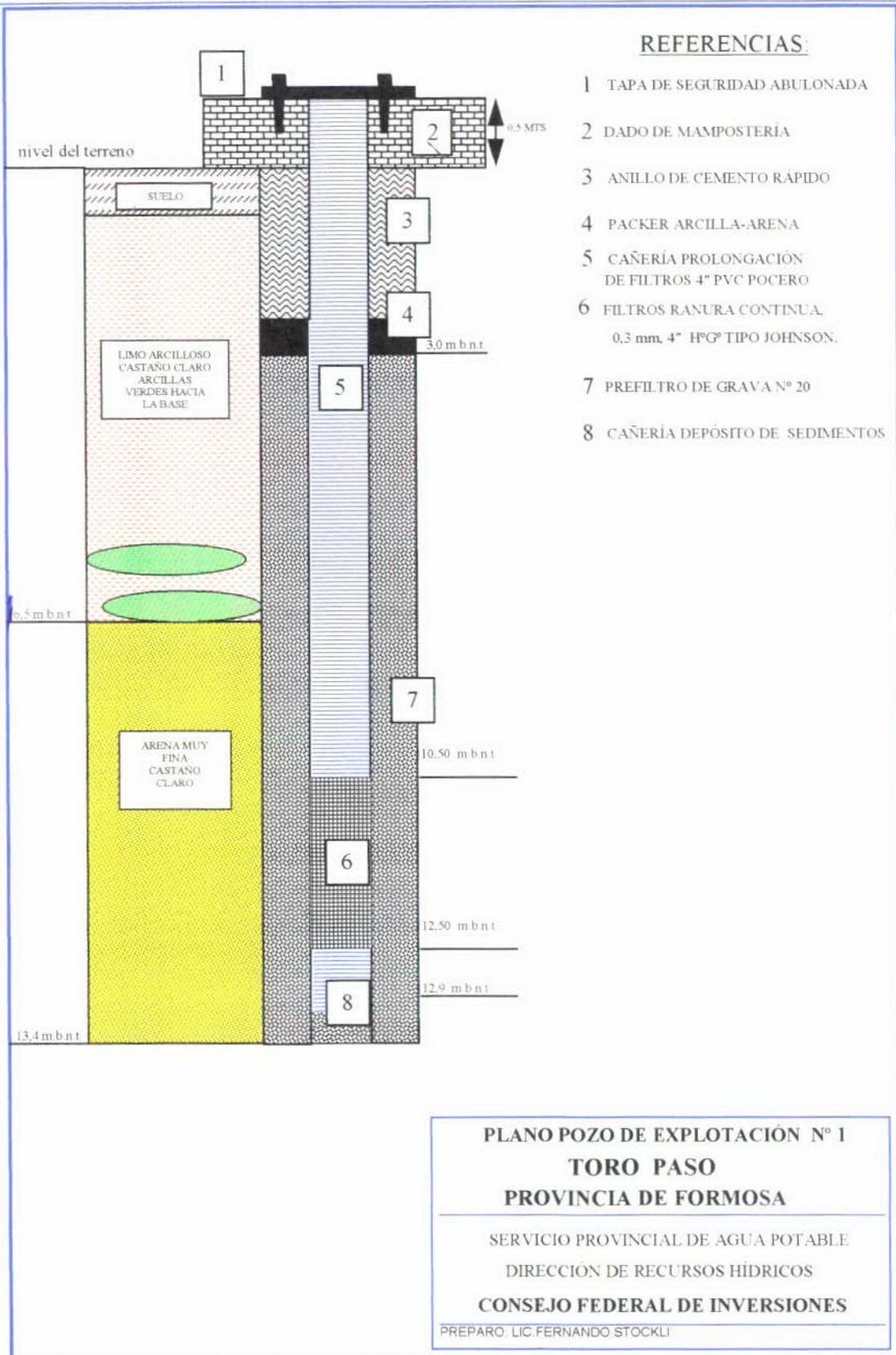
**DEPARTAMENTO:** PILCOMAYO

**EQUIPO:** DRH-SPAP-CFI

**LOCALIDAD:** TORO PASO

**DENOMINACIÓN:** POZO DE EXPLOTACIÓN N° 1

Prof. (mts b.b.p.)	Conductividad eléctrica inyección (μS/cm)	Simbología	Descripción Litológica
0,0 a 0,3	136		Suelo actual.
0,3 a 6,5	650		Limo arcilloso castaño claro, con concreciones de hierro y niveles arcillosos verdes plásticos hacia la base.
6,5 A 13,40	1.600		Arena cuarzosa amarillenta a gris clara hacia la base, con abundante materia orgánica y tosquillas.



**Diseño de Entubamiento Pozo de Explotación Nº 1 – TORO PASO**

**PLANILLA DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MUESTRA DE AGUA**

<b>LOCALIDAD:</b>	TORO PASO
<b>DEPARTAMENTO:</b>	PILCOMAYO
<b>LABORATORIO:</b>	SPAP - PROVINCIA DE FORMOSA

**PROTOCOLO N°: 90****PROCEDENCIA:**FORMOSA**SITIO DE EXTRACCIÓN:** POZO EXPLOTACIÓN N°1**RESPONSABLE:** LIC. STOCKLI**FECHA DE EXTRACCIÓN:**10/98**FECHA DE ANÁLISIS:** 11/98**OBSERVACIONES:** muestra correspondiente al finalizar el ensayo

<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN:</b> NORMALES	<b>COLOR:</b>	15
<b>OLOR:</b> N/D	<b>TURBIEDAD:</b>	1.56

<b>RESIDUO SECO - mg/l (105 °C):</b> 617	<b>pH:</b>	7.8
<b>DUREZA TOTAL - mg/l:</b> 290	<b>ALCALINIDAD - mg/l:</b>	N/D

<b>CLORUROS - mg/l:</b> 29	<b>SULFATOS - mg/l:</b>	135
<b>NITRATOS -mg/l:</b> 0.1	<b>NITRITOS - mg/l:</b>	0.0

<b>CALCIO - mg/l:</b> 62	<b>MAGNESIO - mg/l:</b>	33
<b>SODIO - mg/l:</b> 138	<b>POTASIO - mg/l:</b>	15.6

<b>FLÚOR - mg/l:</b> 0.6	<b>ARSÉNICO - mg/l:</b>	N/C
<b>HIERRO TOTAL - mg/l:</b> 0.1	<b>MANGANESO - mg/l:</b>	N/C

**ND:** no determinado    **NC:** no contiene    **RD:** resultado dudoso - muestra no acondicionada

**PROTOCOLOS ORIGINALES LABORATORIO S.P.A.P.- PROVINCIA DE FORMOSA**

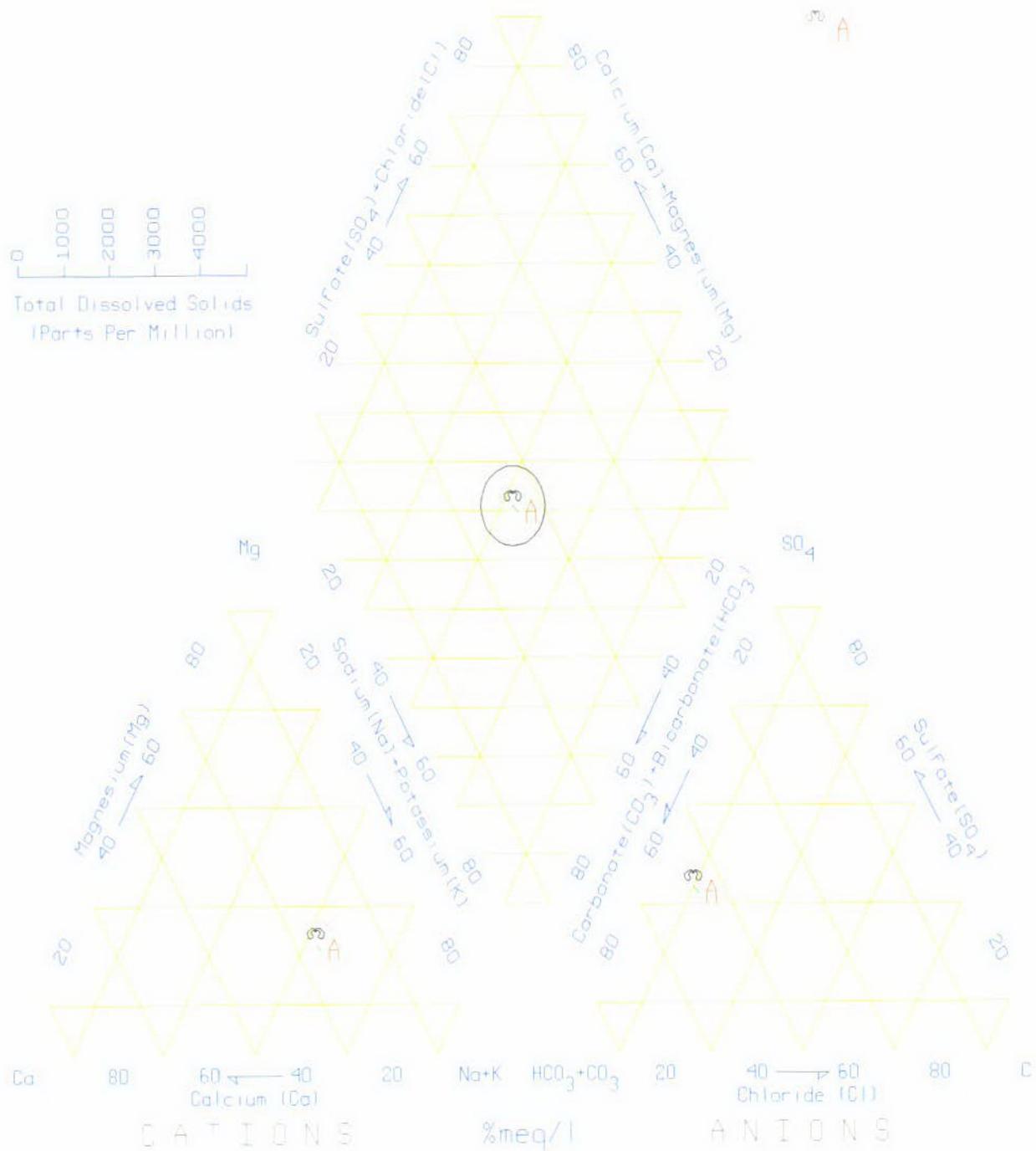


Diagrama triangular de Piper: representa la composición química del Pozo Explotación N° 1.

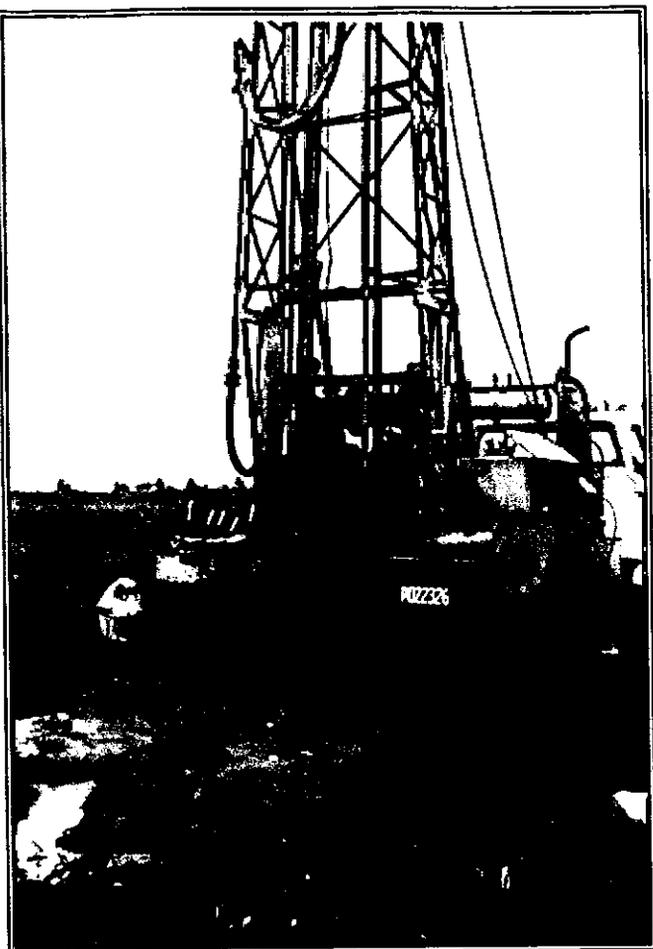


Foto N° 1: Limpieza del pozo de explotación con recirculación del fluido de inyección.



Foto N° 2. Ensayo hidráulico de la perforación.

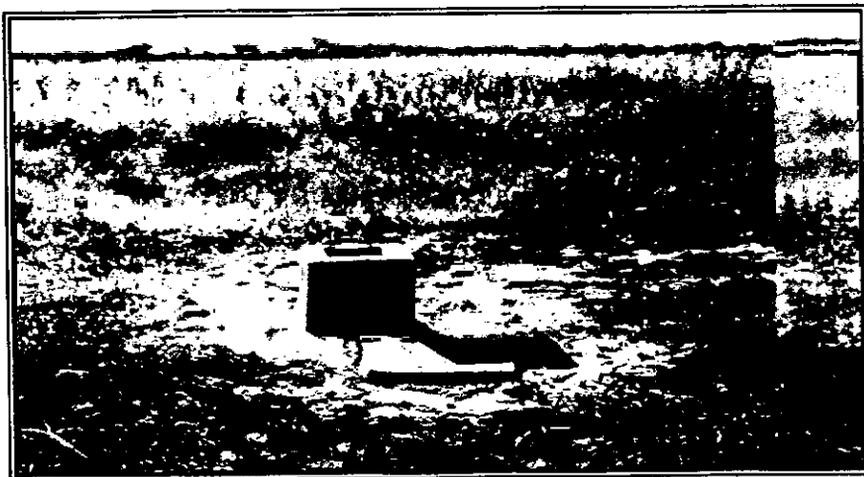


Foto N° 3: Terminación del pozo de explotación.