

O/H. 1112  
M26 est  
II

41674

**PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES**

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO**

**ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION DE FUENTES DE AGUA**

***LOS JURIES***

***DEPARTAMENTO GENERAL TABOADA***

***SAN ANDRES***

***DEPARTAMENTO FIGUEROA***

***OSO HUANCHINA***

***DEPARTAMENTO SARMIENTO***

***SANTO DOMINGO DE LOS CISNEROS***

***DEPARTAMENTO MORENO***

***PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO***



**Agosto de 1998**

## **AUTORIDADES**

**GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO**  
***DR. CARLOS ARTURO JUAREZ***

**SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**  
***ING. JUAN JOSE CIACERA***

### **COORDINACION GENERAL**

**PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO**  
**MINISTRO COORDINADOR GENERAL**  
***ING. ARMANDO JOSE RAED***

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**  
**DIRECTOR DE PROGRAMAS**  
***ING. RAMIRO OTERO***

### **COORDINACION TECNICA**

**PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO**  
**PRESIDENTE DE LA ADMINISTRACION PROVINCIAL DE RECURSOS HIDRICOS**  
***T.H.S. JORGE EDGARDO BRAO***

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**  
**JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL**  
***LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC***

**AUTOR**

*GEOL. FEDERICO ALBERTO MOYA RUIZ*

**COLABORADORES**

*PABLO DIB ASHUR  
GEOL. ESTEBAN TALAMO*

## **INTRODUCCION**

### *Marco General del Estudio*

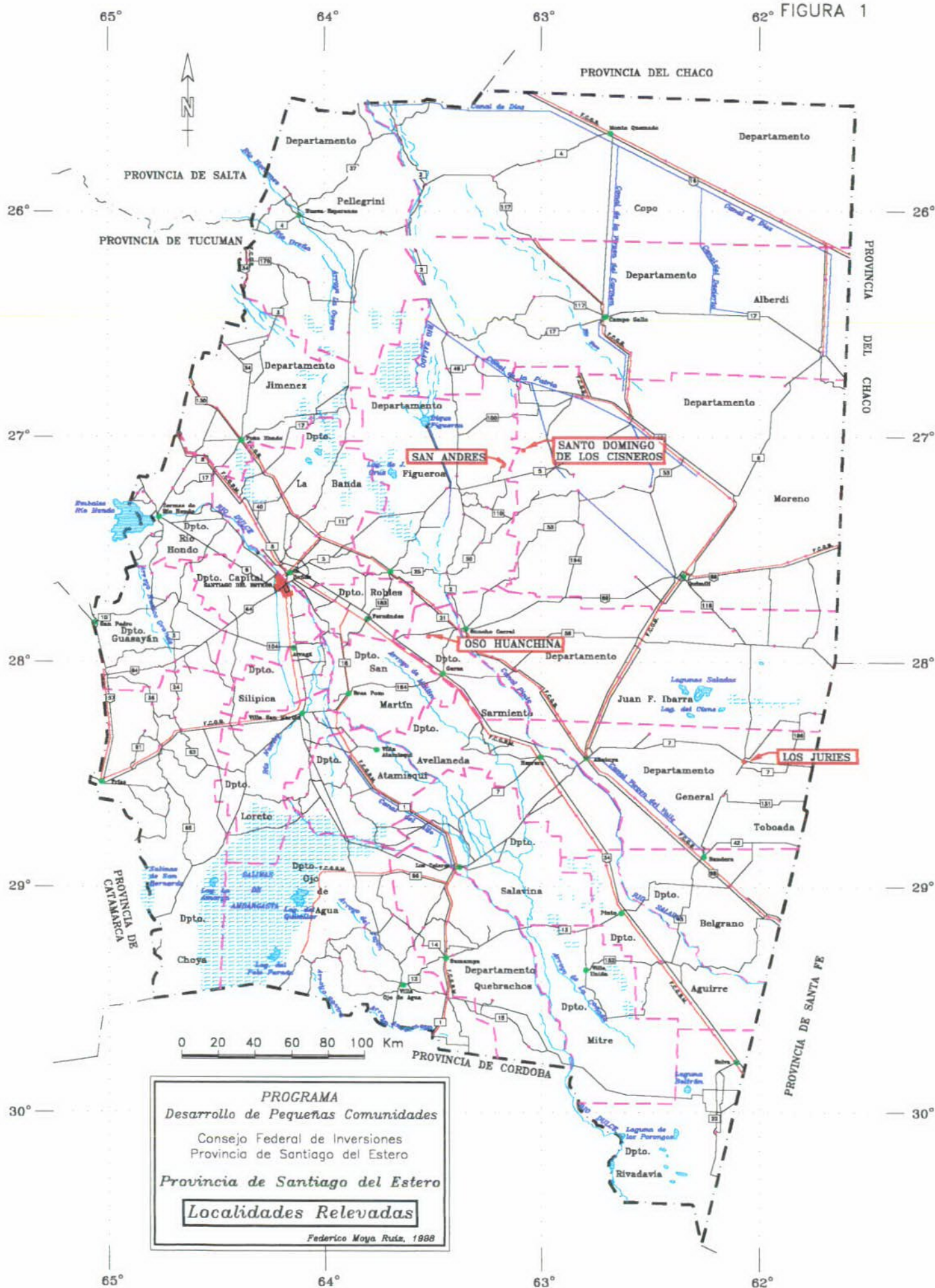
En el marco del Convenio de Cooperación Técnica firmado entre el Consejo Federal de Inversiones y el Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero se lleva a cabo, el Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades.

El Programa se fundamenta en la necesidad de optimizar las condiciones sanitarias de algunas localidades que no cuentan con un servicio de agua corriente y potable, o bien lo poseen pero en condiciones deficientes.

El presente trabajo tiene por finalidad dar cumplimiento a lo estipulado en el contrato de obra firmado entre el Consejo Federal de Inversiones y el suscripto.

### *Objetivos*

Realizar el relevamiento y la evaluación de las obras de captación existentes, efectuar los estudios de base de las posibles fuentes de agua subterránea y/o superficial, con el fin de elaborar un proyecto de factibilidad técnica - económica tendiente a mejorar el actual sistema de abastecimiento de agua potable de los asentamientos poblacionales de Los Jurés, San Andrés, Oso Huanchina y Santo Domingo de los Cisneros.



***- LOS JURIES -***

***DEPARTAMENTO GENERAL TABOADA  
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO***

## INDICE

### 1. LOCALIZACION

### 2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*

2.2. *Hidrografía*

2.3. *Geología regional*

2.3.1. *Hidroestratigrafía*

### 3. SINTESIS POBLACIONAL

### 4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

### 5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. *Agua superficial*

5.2. *Agua subterránea*

5.2.1. *Antecedentes*

5.2.2. *Estudio de Fuentes*

5.2.2.1. *Geoeléctrica*

5.2.2.2. *Hidroquímica*

### 6. CONCLUSIONES

### 7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

### 8. ANEXOS

Figura 1: Mapa de la Provincia de Santiago del Estero

Figura 2: Mapa de Ubicación Departamental

Figura 3: Plano de Ubicación General Los Juries

Figura 4: Mapa Hidrológico - Geomorfológico

Planilla 1- 18: Análisis físico-químicos

Planilla 19-33: Planillas y Curvas de SEV 1 al 15

Planilla 34: Cómputo métrico y Presupuesto

### 9. FOTOS

1. LOCALIZACION

El pueblo de Los Juries se localiza en el sector sudoriental de la Provincia de Santiago del Estero y pertenece al Departamento General Taboada. **Figura 1.** Las coordenadas geográficas del centro de la localidad son:

28° 27' 48,8" Latitud Sur y 62° 6' 39,4" Longitud Oeste

Desde la ciudad de Santiago del Estero se llega hasta Los Juries a través de la ruta nacional N° 34 recorriéndose 153 Km al SE, hasta llegar a la localidad de Colonia Dora. Desde allí se continúa por la ruta provincial N° 7, pavimentada, por la cual se recorren 20 Km en dirección NE hasta llegar a la ciudad de Añatuya. A partir de allí y continuando por la ruta provincial N° 7 se recorren 75 Km en dirección este hasta llegar a la localidad de Los Juries. **Figura 2.**

El acceso a la localidad es apto durante todo el año.

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*

La zona de estudio se encuentra en la Unidad Chaco Subhúmedo de acuerdo a la división en Regiones Naturales del NOA realizada por Vargas Gil y Bianchi, 1981.

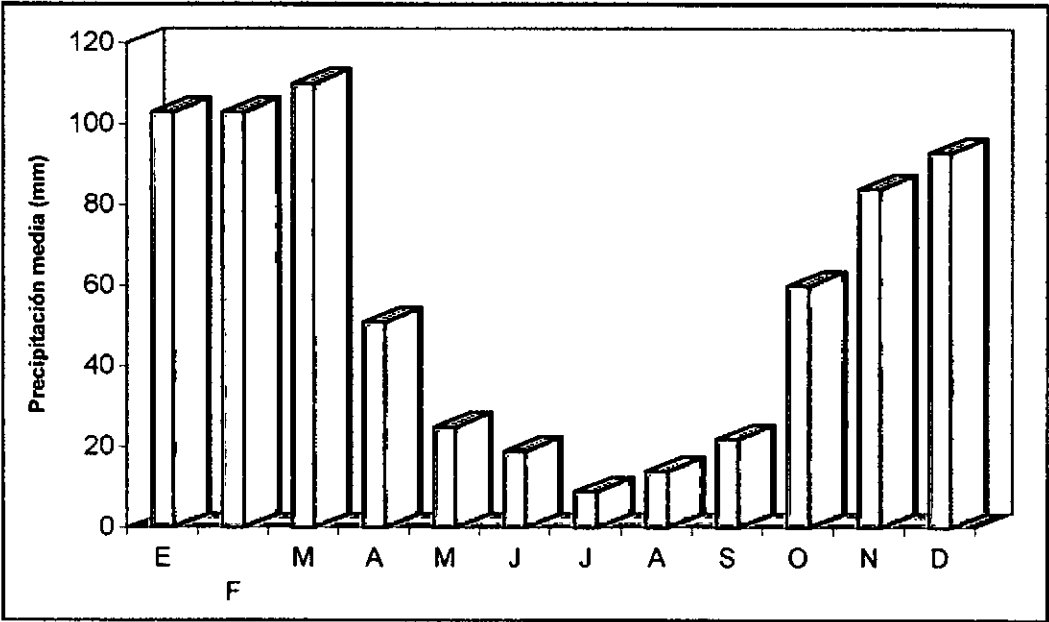
El Chaco Subhúmedo es la continuación paisajística del Chaco Semiárido, con dominio de las pampas de loess (llanura estabilizada).

La precipitación media anual varía de 650 mm en el oeste a casi 800 mm en el límite de la provincia de Santa Fe. De este volumen de lluvias el 40 % precipita en el verano y el 30 % en el otoño. La temperatura media anual es de 19,5 °C, con una máxima media anual de 28 °C y una mínima media anual de 13 °C. El periodo libre de heladas es inferior a 300 días.

Los registros pluviométricos más cercanos al asentamiento poblacional son los correspondientes a la localidad de Bandera distante a unos 50 Km al sur. Las precipitaciones medias mensuales y anual en mm para el periodo 1934 - 1978 son:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
103	103	110	51	25	19	9	14	22	60	84	93	691





Los suelos dominantes en el área, según el Atlas de suelos de la Argentina del INTA, son Molisoles - Ustosoles del subgrupo de los Haplustoles Típicos. Este subgrupo tiene una secuencia de horizontes: A1, B2, B3ca, y Cca. Presenta un epipedón mólico (A1) y un horizonte cámbico (B2). Los carbonatos libres se manifiestan en el perfil desde los 50 cm de profundidad. Están desarrollados sobre materiales loésicos y depósitos aluviales distales. Se trata de suelos con aptitud agrícola a ganadera. En ambos casos, presentan dos factores limitantes: el climático y la poca capacidad de retención de humedad. Las precipitaciones cada vez más abundantes hacia el este, permiten una agricultura a secano.

La vegetación está representada por el Bosque Chaqueño con especies típicas: quebracho colorado y blanco, guayacán, mistol, algarrobo y abundancia de arbustos y la presencia de áreas con pastizales.

La fauna más común son liebres, perdices, conejos salvajes, vizcachas, charatas, chanchos del monte, suris, pumas y corzuelas.

2.2. Hidrografía

En sentido regional, la zona de estudio se encuentra en la cuenca del Río Salado. Este es un cauce de agua permanente, que tiene una cuenca de gran extensión con sus nacientes en la Provincia de Salta (Río Juramento), que penetra en la llanura semiárida de Santiago del Estero, formando un gran abanico aluvial. Este curso presenta grandes divagaciones tal como lo demuestran los numerosos cauces abandonados. Actualmente el Salado escurre de noroeste a sudeste.

La zona de estudio se encuentra en una zona denominada por Camuñas y otros, 1988, como Paleoplanicie Aluvial del río Salado. Esta unidad corresponde a una planicie con un

gradiente muy suave (0,3 ‰) caracterizada por la presencia de antiguos cauces del río Salado, que se encuentran colmatados por sedimentos finos (limos y limos arenosos). Figura 4.

### **2.3. Geología regional**

La zona de estudio, se localiza dentro de la Cuenca Chaco Paranense y dentro de ella en la Subcuenca de Alhuampa. La estratigrafía precuaternaria comprende a un sustrato Proterozoico compuesto por rocas ígneas y metamórficas, una secuencia de sedimentitas Paleozoicas de origen sedimentario, un intervalo Mesozoico con sedimentitas de diferente origen y una sucesión de capas del Terciario, representadas por calizas fosilíferas, limos calcáreos y areniscas fosilíferas del Oligoceno – Mioceno y Plioceno.

Los sedimentos del Cuaternario (Holoceno), se componen de materiales eólicos y fluviales principalmente limos arenosos de fracción muy fina micácea y arcillas intercaladas formando bancos lenticulares en áreas deprimidas. Como elemento secundario se distinguen mantos calcáreos de poco espesor y capas con abundantes cristales de yeso. Estas capas salinas se ubican en la zona no saturada.

Las acumulaciones aluviales son predominantemente arenosas con intercalaciones de limos y arcillas, que por su permeabilidad constituyen importantes reservorios de agua subterránea.

Estructuralmente, Los Juríes se localizan al sudeste de la Fosa tectónica de Lagunas Saladas (Camuñas y otros, 1988). Se trata de estructuras tectónicas limitadas por fallas regionales que configuran un modelo de dislocación del basamento cristalino paleozoico y mesozoico, originando un estilo tectónico de grabens y horst.

#### **2.3.1. Hidroestratigrafía**

A continuación se describen aquellas unidades estratigráficas de implicancia hidrogeológica, que componen el perfil hidroestratigráfico típico para la zona, según la Carta Hidrogeológica de Santiago del Estero, Martín y otros, 1995.

**0 - 12 Fm. Pampa** del Cuaternario, con presencia de acuíferos de baja permeabilidad (4,3 - 0,8 m/d) y agua de calidad buena a media con residuo seco entre 250 a 3.000 mg/l).

## **3. SINTESIS POBLACIONAL**

La localidad de Los Juríes tiene su propio municipio y pertenece al Departamento Taboada. Está compuesta por 3.000 habitantes en su totalidad criollos. El 100% de las viviendas son casas tipo B, con paredes de ladrillos o bloques revocados, con techos de losa o chapas de zinc, y pisos de cerámicos. La mayoría poseen baños tipo letrina y en algunos casos

con pozo ciego. El 60 % de los pobladores son propietarios de sus tierras, mientras que el 40 % restante ocupa tierras privadas con autorización.

En la localidad se encuentra la Escuela N° 1027 Angel María Alderete de jurisdicción pública y nivel primario. Posee un total de 776 alumnos de los cuales, aproximadamente la mitad, concurren en el turno mañana y la otra en el turno tarde. La escuela cuenta con un plantel de 21 docentes, un director y 2 no docentes. El edificio, está construido con paredes de ladrillo revocado, pisos de cerámica y techos de losa recubiertas con tejas. Su estado de conservación es regular, posee 10 aulas, una sala de música y una dirección. Cuenta con baños para varones y mujeres que se encuentran en muy malas condiciones. La escuela posee un aljibe para almacenar agua con una capacidad de 25.000 litros. Se abastecen principalmente con el agua de lluvia, y cuando ésta se acaba la municipalidad los abastece con agua potable.

La localidad también cuenta con un colegio secundario, Dr. Lancelot Carroll, de jurisdicción pública, al que actualmente concurren un total de 250 alumnos, divididos en turnos mañana y noche. A éste último concurren principalmente adultos. El plantel de trabajadores es de 22 profesores, un director, una secretaria y un no docente. La estructura edilicia es buena, construida en su totalidad con materiales de primera calidad. Si bien poseen baños en buenas condiciones, estos son insuficientes para la cantidad de alumnos que asisten. Se abastecen con el agua del aljibe de la escuela primaria.

A 8 Km al sudeste de la localidad, en dirección a Tomás Young, se encuentra un colegio agrotécnico, perteneciente a la localidad.

La localidad cuenta con un destacamento policial, bomberos, juez de paz, una sucursal del banco de Santiago del Estero, dos hospedajes, restaurantes, terminal de colectivos, dos estaciones de servicio y un cementerio. También posee dos comedores a cargo de Cáritas, cuya función principal es la atención de los niños.

Poseen un servicio de transporte interurbano que ofrece la empresa Los Juríes y también un transporte rural a través de combis y colectivos privados.

Se reciben señales de radio AM de Santiago del Estero y FM Los Juríes y los canales abiertos de Santiago y ATC. Además cuenta con canales de televisión privados por cable. Diariamente se reciben los periódicos El Liberal y Nuevediarario de Santiago del Estero.

La localidad cuenta con un servicio de red eléctrica, cuyo proveedor es la empresa EDESE, con un total de 600 familias abonadas. También cuenta con alumbrado público que es abastecido por EDESE en convenio con la municipalidad de Los Juríes. Además poseen servicio telefónico domiciliario que es provisto por Telecom.

Los pobladores utilizan para cocina y calefacción gas envasado que obtienen de los comercios del pueblo, los cuales lo traen desde Añatuya y/o desde Ceres (Santa Fe).

La atención sanitaria es brindada a través del hospital Los Juríes de jurisdicción estatal. Este centro de salud cuenta con dos odontólogos, un bioquímico, dos médicos clínicos

y siete auxiliares de enfermería. La frecuencia de atención es diaria. La estructura edilicia se encuentra en buenas condiciones y posee las instalaciones necesarias para la atención de los problemas básicos de la población. En casos de complejidad los pacientes son trasladados al hospital de Añatuya o de Santiago del Estero. El hospital brinda asistencia sanitaria diaria en la zona rural, contando para ello con diez agentes sanitarios. Esta actividad muchas veces no puede llevarse a cabo correctamente debido a que no poseen vehículos adecuados para tal fin.

Las enfermedades más comunes que afectan a la población son el mal de Chagas crónico, parasitosis, enfermedades respiratorias y digestivas debido al agua.

La recolección de los desechos domiciliarios está a cargo de la municipalidad, la cual lo hace en forma diaria. La basura es llevada hacia pozos donde la depositan y queman.

Las principales actividades productivas de la población son la agricultura, ganadería e industria, siendo la primera la principal actividad económica. Los cultivos principales son algodón, soja y maíz. Le sigue en orden de importancia la ganadería, con la cría de ganado vacuno y finalmente la fabricación del carbón y el desmotado del algodón. Tanto la actividad agrícola como la ganadera se ven afectadas por la falta de disponibilidad de agua.

Las fuentes de empleo locales están relacionadas principalmente a la municipalidad y a la provincia, como es el caso de los empleados del hospital, policía, escuelas, etc. La mayoría de los pobladores son pequeños comerciantes y trabajadores rurales, en muchos casos transitorios, es decir que trabajan solamente durante la siembra y cosecha del algodón.

En los últimos 20 años la localidad creció considerablemente debido al auge de la actividad algodonera, por lo que se han afincado en la zona personas provenientes principalmente de Santa Fe, Chaco y Córdoba. También hay emigración relacionada únicamente a los jóvenes que se ven obligados a dirigirse principalmente a Santiago del Estero, Córdoba y Tucumán para poder estudiar una carrera universitaria.

En la localidad existen diversas formas de asociación, tanto vecinales, cooperadoras escolares, cooperativas de producción (Unión Campesina Limitada). Esta última se encarga de asuntos relacionados con la producción agrícola. También existen centros culturales y deportivos como el Club Deportivo Comercio y El Club Los Juries que además de las instalaciones deportivas posee una biblioteca.

La población festeja el 15 de Agosto su fiesta patronal donde se venera a Nuestra Señora de La Asunción.

Según la gente del lugar el pueblo debe tener una antigüedad de 100 años, pero recién hace siete años que posee categoría de municipio. La palabra Los Juries significa suris y hace referencia en quechua a la cantidad de estos animales que se encontraban en la zona.

La información fue obtenida a partir de las autoridades municipales, Norma de Goroitia (Secretaria del Municipio, temporariamente a cargo de la intendencia), Oscar Torres (Secretario de Gobierno), Gerardo Malano (Secretario de Economía) y Miguel Angel Ledesma (Secretario de Obras Públicas).

#### 4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

En la localidad existe una planta de agua potable compuesta por un pozo excavado de gran diámetro (4,5 m) que se explota con una bomba que envía el agua hacia una planta de ósmosis inversa para su tratamiento. El agua tratada es elevada hacia un tanque con capacidad para 20.000 litros. La planta de ósmosis tiene una capacidad para producir 7.000 litros por hora de agua potable. Está localizada al lado de una represa de aproximadamente 100 metros de largo y 50 metros de ancho, con una capacidad para almacenar 1.500.000 litros de agua.

El asentamiento no cuenta con un sistema de red de abastecimiento de agua potable. Los pobladores se abastecen del agua de lluvia que recolectan y almacenan en aljibes. Cuando ésta se acaba, obtienen agua desde pozos excavados en forma individual o comunitaria. Aquellas personas que no cuentan con pozos, o cuando los mismos se agotan, buscan y compran el agua desde la planta de ósmosis, para lo cual deben pagar una cuota mensual de entre 25 a 40 pesos, para recibir una cantidad de 25 litros diarios por persona. La planta de ósmosis abastece principalmente a las instituciones públicas como el hospital, municipalidad y escuelas.

Todos los pozos, incluyendo el de la planta potabilizadora captan el agua del primer acuífero. Este corresponde al nivel freático del área que se localiza aproximadamente a 4 metros de profundidad y como se verá más adelante presenta importantes variaciones en sus características físicas y químicas.

Como se mencionó, la localidad no cuenta con sistema de cloacas por lo que la mayoría de las casas tienen baño letrina y/o pozos ciegos, los que son construidos hasta el nivel freático. Si bien no se realizaron análisis bacteriológicos de las aguas, se debe tener presente que debido a la situación descrita, la contaminación del recurso debe ser elevada, situación que se corrobora por la elevada concentración de Nitratos hallada en muchas de las muestras analizadas y por lo expresado por los médicos del hospital en cuanto a lo común de las enfermedades del tipo hídricas. Por otro lado se debe mencionar que si bien la planta de ósmosis inversa potabiliza el agua desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico, los efluentes de esta planta, agua con una concentración 2,5 veces superior a la del agua de entrada, es conducida hasta un pozo de 6 metros de profundidad, fuera del predio de la planta, ubicado a escasos 30 metros del pozo de captación. Por otro lado debe mencionarse que tanto el pozo de la planta como el 90 % de los particulares, no cuentan con una tapa superior y que es muy frecuente encontrar en ellos animales vivos y muertos como también residuos.

5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. Agua superficial

No existen en la zona de estudio, recursos de agua superficial que puedan ser utilizados como fuente de abastecimiento.

5.2. Agua subterránea

5.2.1. Antecedentes

Como se expresó en la sección hidroestratigrafía las expectativas hídricas subterráneas del área están vinculadas al escaso espesor de los sedimentos Cuaternarios y dentro de éstos en lugares, donde la topografía y permeabilidad de los sedimentos superficiales permiten una recarga preferencial del agua de lluvia, lo que origina reservorios de agua subterránea de aceptable calidad. Fuera de estas zonas especiales, el agua freática presenta una elevada concentración en sales, que impide su utilización.

Existen escasos antecedentes de perforaciones profundas que hayan investigado la calidad del recurso en sedimentos no Cuaternarios. El pozo más cercano al asentamiento, que cuenta con un legajo técnico completo, es el realizado por la Dirección General de Minas y Geología en la localidad de Tomás Young, localizado aproximadamente a 17 Km al sudoeste. Tiene una profundidad de 381,5 metros, habiéndose identificado los siguientes niveles acuíferos:

Acuifero	Profundidad (m)	Nivel Estático (m)	Residuo (mg/l)
1	10,5 - 10,4	8	12.320
2	31,3 - 34	10,4	51.890
3	47,5 - 63,3	10,2	23.660

Según los pobladores, en la década del 70' se realizó una perforación hasta los 70 metros de profundidad en la plaza del pueblo. Si bien esta perforación brindaba un abundante caudal, el agua era extremadamente salada por lo que fue clausurada.

El antecedente hidrogeológico más importante en la zona es el estudio denominado "Obras de Retención, Regulación y Captación de Agua para Abastecimiento de Poblaciones, Area Piloto: Los Juries" desarrollado dentro del Programa Bajos Submeridionales (PRO.BA.SU.), 1988, financiado por el CFI. En este estudio se realiza un censo de pozos de toda el área y se realiza un pozo exploratorio con pala barreno en la zona cercana a la represa de los Juries. El perfil de este pozo es el siguiente:

Profundidad	Litología
0 - 1 metros	Mezcla de tierra vegetal con sedimentos de remoción de represa. Pardo oscuro.
1 - 3,5 metros	Franco limoso. Pardo claro
3,5 - 4,5 metros	Franco arcillo-limoso. Pardo rojizo claro.
4,5 - 5,2 metros	Arcilla limosa. Pardo rojiza oscura. Plástica.
5,2 - 5,6 metros	Franco arcillo-limoso. Pardo claro.
5,6 - 8,5 metros	Limo arenoso fino. Pardo rojizo claro.
8,5 - 9,0 metros	Arcilla plástica rojiza.

El acuífero según el legajo está comprendido entre los 4,6 y 8,5 metros. La conductividad del agua es de 3.194 uS/cm. El pozo fue ensayado con un caudal constante de 530 l/h durante 10 horas. Los parámetros hidráulicos del pozo que se consignan a partir de ese ensayo son:

Nivel estático: 4,73 m

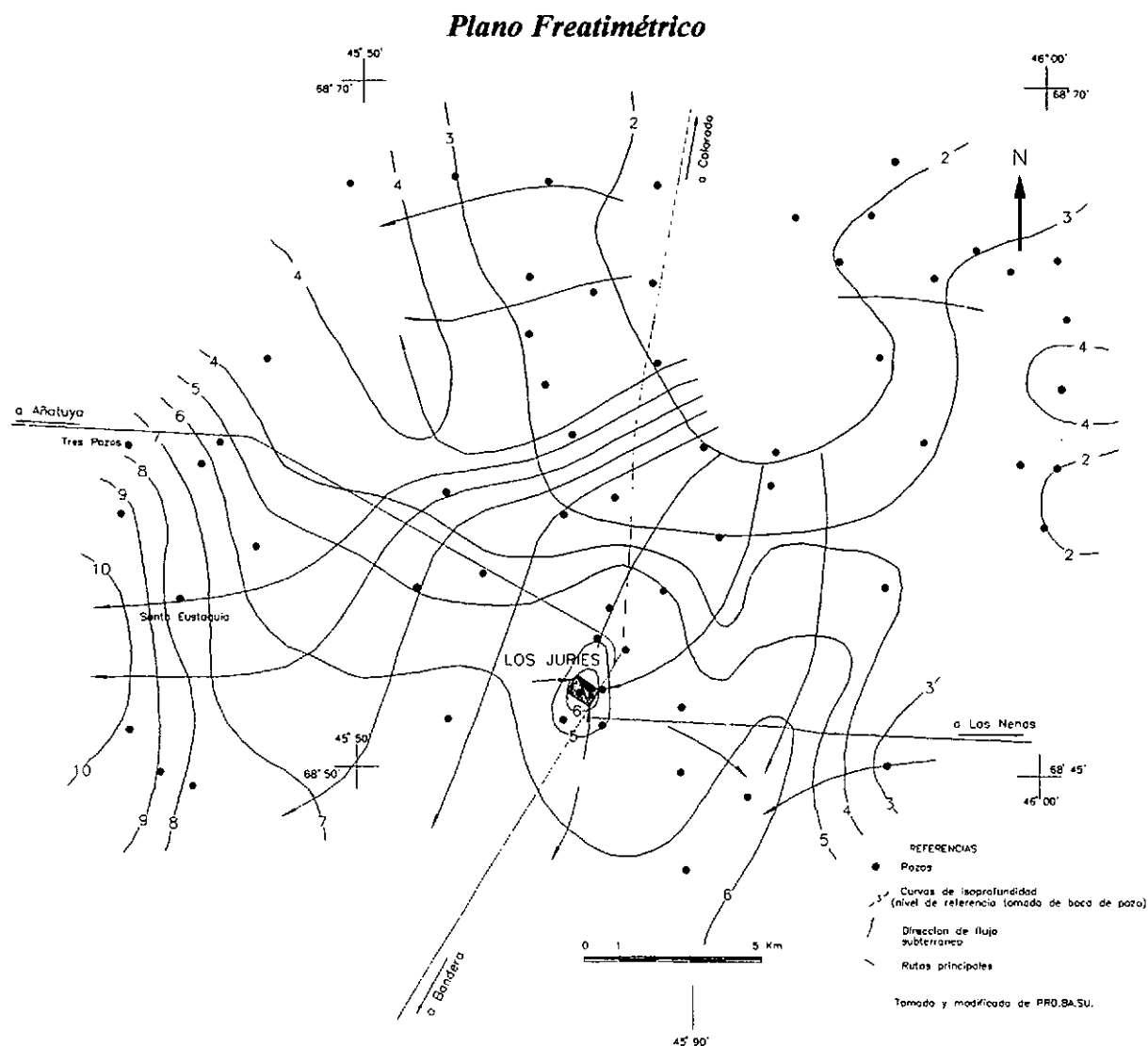
Nivel dinámico: 7,61 m

Caudal específico: 4,4 m<sup>3</sup>/d/m

Si bien en el informe se calcula la Transmisividad y Permeabilidad del acuífero, estos datos no son tenidos en cuenta ya que se utiliza el método de recuperación de Jacob, que sólo puede ser aplicado a acuíferos libres cuando la depresión originada por el bombeo es muy pequeña con respecto al espesor saturado inicial. En este caso la depresión ocasionada es del 73 % con respecto al espesor del acuífero, lo que provoca una variación muy importante de la Transmisividad durante el ensayo, que impide la utilización del método.

En el informe del PRO.BA.SU se realiza un plano freaticométrico el que fue modificado en este estudio, luego de consultar con uno de los autores de ese trabajo. La dirección del flujo subterráneo regional es preferentemente ENE-OSO, con algunas variaciones locales. Ejemplo de ello ocurre en el pueblo de Los Juries, donde la morfología hidráulica muestra un flujo radial convergente cuyo origen se interpreta, en el presente trabajo, que es debido a la presencia de un cono de depresión por la gran densidad de pozos existentes en el pueblo (18).

En el estudio del PRO.BA.SU. se consignan variaciones importantes en los niveles freáticos del área comparando los censos de pozos realizados en los años 1970, 1979, 1985, y 1988, observándose un incremento regional de hasta 6 metros en la posición del nivel freático.



Otro pozo ensayado en el estudio PRO.BA.SU, es el realizado en la Finca Santa Eustaquia, aproximadamente a 12 Km al este de Los Juries. Este pozo excavado, de gran diámetro (2,9 m), es uno de los antecedentes más positivos de una captación subterránea realizada en la zona. El acuífero está comprendido entre los 7,6 y 14 metros. La conductividad del agua es de 1.769 uS/cm. El pozo fue ensayado con un caudal constante de 6.800 l/h durante 1,33 hs. Los datos obtenidos de este ensayo son:

Nivel estático: 7,6 m

Nivel dinámico: 7,97 m

Caudal específico: (no se estabilizaron los niveles)

En el trabajo se realiza el cálculo de los parámetros hidráulicos del acuífero, que no se toman en cuenta en este estudio por considerar que se han utilizado métodos que no son aplicables a pozos de gran diámetro para ese tiempo de bombeo.



Tomando los datos de campo de este ensayo se hizo un tratamiento de los mismos aplicando el método de gráfico de Porchet, obteniéndose los siguientes datos:

$$\text{Caudal específico (q)} = 130 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}$$

$$\text{Transmisividad (T)} = q = 130 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$\text{Permeabilidad (K)} = 20 \text{ m}/\text{d}$$

### 5.2.2. Estudio de Fuentes

Durante la campaña se relevaron todos los pozos existentes en el pueblo, midiéndose sus profundidades, niveles estáticos y extrayéndose muestras de agua de cada uno de ellos a fin de determinar su conductividad y enviarlas al laboratorio para su análisis físico - químico. La características de los pozos son:

Lugar	Número	Profundidad	Nivel estático	Conductividad
Pozo Planta Osmosis	1	7 m	3,93 m	2.400 uS/cm
Pozo Higiene	2	9,85 m	5,4 m	1.398 uS/cm
Pozo B° Maylin oeste	3	8,3 m	5,6 m	963 uS/cm
Pozo B° Maylin este	4	10 m	4,75 m	1.165 uS/cm
Pozo Flia. González	5	7,34 m	4,4 m	762 uS/cm
Pozo Flía. Mazzar	6	7,35 m	3,6 m	2.630 uS/cm
Pozo Flía. Coria	7	7,04 m	3,14 m	1.370 uS/cm
Pozo Flía. Perozzo	8	7,2 m	2,1 m	1.180 uS/cm
Pozo Comunitario (camino a Las Nenas)	9	6,6 m	2,6m	820 uS/cm
Pozo Comunitario (FFCC)	10	6,35 m	3,9 m	2.170 uS/cm
Pozo FFCC (abandonado)	11	6,09 m	3,8 m	860 uS/cm
Pozo Comuntario (B° Comercio)	12	7,6 m	3,95 m	2.560 uS/cm
Pozo Balanza FFCC (privado)	13	5,7 m	3,77 m	2.860 uS/cm
Pozo Flía. Jepsen	14	6,2 m	4,4 m	1.780 uS/cm
Pozo Flía. Dametrio	15	6,3 m	4,4 m	1.780 uS/cm
Pozo Flía. Acuña	16	8 m	4,4 m	3.660 uS/cm
Pozo Flia. Guzmán	17	7 m	4,35 m	4.500 uS/cm
Pozo Flía. Sosa	18	6,4 m	4,35 m	7.200 uS/cm

El agua del pozo 1 corresponde al de la planta de ósmosis inversa. El agua una vez tratada tiene una conductividad de 1.596 uS/cm.

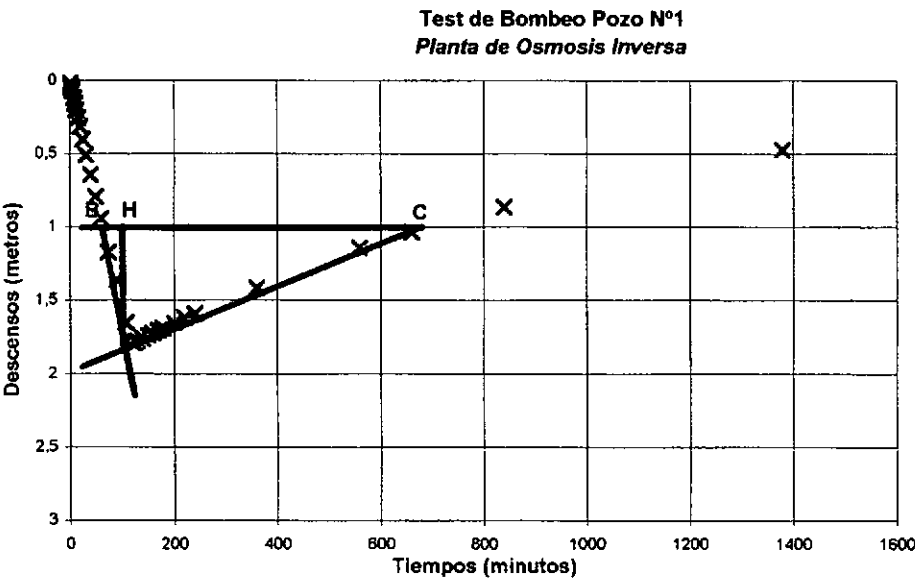
El pozo 2 es usado intensamente para la higiene de las instituciones, como hospital, escuelas, policía, municipalidad, etc. Se explota a través de una motobomba.

El agua del pozo de la Flia. González es la que presenta las mejores características físicas, según su propietario tiene una antigüedad de 50 años y nunca se agotó ni cambió su calidad, a pesar de que es utilizado en forma continua, inclusive para la venta del agua en épocas críticas.

En el pozo 1 se realizó un ensayo de bombeo a caudal constante, con las siguientes características:

Diámetro del Pozo:	4,5 m
Nivel estático:	3,93 m
Caudal Bombeo (Qb):	18 m <sup>3</sup> /h
Tiempo de Bombeo (Tb):	2 hs
Depresión (s):	1,79 m

Como se trata de un pozo de gran diámetro, y de un acuífero libre donde los descensos ocasionados por el bombeo son importantes con respecto al espesor saturado inicial, no es posible aplicar los métodos comunes para el tratamiento de los datos de descensos - tiempo y de descenso residual tiempo de recuperación. Por esta razón, el análisis se realizó con el método gráfico de Porchet, que permite calcular, analizando la curva de depresión - recuperación versus el tiempo, el caudal aportado por el acuífero (Q') para una depresión determinada y de esta forma calcular el caudal específico del pozo (q).



Según este método  $Q' = Q_b (BH / BC)$ . Calculado el caudal específico del pozo es posible estimar la transmisividad (T) del acuífero como  $T = q$  en unidades semejantes.

Aplicando este método se obtuvieron los siguientes valores:

Caudal específico ( $q$ ) =  $36 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$

Transmisividad (T) =  $36 \text{ m}^2/\text{d}$

Permeabilidad (K) =  $9 \text{ m}/\text{d}$  (estimando un espesor acuífero de 4 metros)

Realizando un análisis sencillo del ensayo se tiene que: tomando en cuenta el caudal de bombeo y el tiempo de bombeo, el volumen total de agua extraído fue de  $36 \text{ m}^3$ . Si se considera el volumen de agua almacenada en el pozo, para la depresión generada por el bombeo, se tiene que  $28,5 \text{ m}^3$  corresponden al almacenamiento en el propio pozo y por lo tanto el agua cedida por el acuífero es la diferencia, lo que equivale a  $7,5 \text{ m}^3$ . Esto indica que el caudal promedio aportado por el acuífero durante el tiempo de bombeo fue de  $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . Si se tiene en cuenta la depresión generada para este caudal, se obtiene un valor de  $q = 50 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}$ . Este valor es algo superior al calculado por el método gráfico, lo cual es lógico debido a que se está calculando un caudal específico para un caudal de bombeo cuyos descensos aún no se han estabilizado.

Del análisis de los datos de recuperación se pueden realizar cálculos y estimaciones importantes. El tiempo durante el cual se midió la recuperación de niveles en el pozo fue de 21 horas, habiéndose medido un ascenso de nivel de 0,47 metros. Esto indica que el volumen de agua entregado por el acuífero para este tiempo fue de  $21 \text{ m}^3$ , lo que significa un caudal promedio de recuperación de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ . Si se realiza una proyección de la curva de recuperación hasta cortar el eje de las abscisas donde  $s = 0$  (recuperación total del pozo), se obtiene un valor de aproximadamente 40 horas. Esto significa un caudal promedio de recuperación total de  $0,9 \text{ m}^3/\text{h}$ . Este caudal de recuperación del acuífero indica que el volumen máximo diario que puede extraerse del pozo es de  $20 \text{ m}^3$ , el cual tendría un tiempo aproximado de recuperación de 22 horas.

Dado el grave problema de contaminación por la falta de un sistema de cloacas, se consideró necesario realizar una aproximación del posible radio de influencia (R) de la perforación, a partir del test de bombeo. Esto requería primeramente realizar una estimación del Coeficiente de Almacenamiento (S). Para ello se hizo un análisis de los datos durante el bombeo aplicando el método de Jacob, debiéndose obviar los errores que se producen en el valor de los descensos, debido al almacenamiento del pozo y por la magnitud de las depresiones con respecto al espesor saturado ( $H_0$ ). Si bien se suponía que esto podría inducir a errores altos en el cálculo (según Papadopoulos y Cooper, 1967, el tiempo de bombeo ( $t_e$ ) para el cual el almacenamiento en el pozo deja de tener influencia responde a la siguiente

ecuación:  $t_e > 25 r_p^2 / T$ , lo que indicaría para el pozo ensayado un tiempo de 3,5 días), se obtuvo un valor de  $T = 25 \text{ m}^2/\text{d}$  y de  $S = 0,2$ . Como se observa si bien existe una diferencia importante entre las transmisividades calculadas, el valor más bajo obtenido (30% menor) con este último método, es coherente con la disminución de la transmisividad que sufre un acuífero libre cuando la depresión es apreciable con respecto a su espesor saturado ( $s = 44,7 \% H_0$ ).

Estimado el valor de  $S$  es posible conocer el radio de influencia del pozo para un cierto tiempo. Debido a que la planta de ósmosis solo puede producir  $7 \text{ m}^3/\text{h}$  de agua potable, para lo cual deben ingresar aproximadamente  $9 \text{ m}^3/\text{h}$ , y considerando que el volumen máximo diario extraíble del pozo es de  $20 \text{ m}^3$ , se estimó un tiempo de bombeo aproximado de dos horas. Para este tiempo ( $t$ ) se aplicó la siguiente ecuación para el cálculo del Radio de influencia:

$$R = \sqrt{(2,25 T t / S)}$$

obteniéndose un valor de  $R = 6$  metros. Se debe agregar que durante el test de bombeo también se controló el nivel en el pozo de efluentes, ubicado a 30 metros, en donde no se observaron variaciones de nivel.

#### 5.2.2.1. Geoeléctrica

En base a los antecedentes del área y a los pozos existentes se programó un estudio de prospección geoeléctrica que se realizó con un equipo bicomensador de corriente continua con lectura simultánea de intensidad y diferencia de potencial. Se usaron electrodos de corriente de acero inoxidable y de potencial de cobre en solución saturada de sulfato de cobre. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1.000 metros de longitud. Como fuente de energía se utilizaron cajas con baterías de 9 voltios que interconectadas, alcanzan un valor máximo de 540 voltios.

La prospección geoeléctrica se llevó a cabo por el método del SEV (sondeo eléctrico vertical), con un dispositivo electródico tetrapolar Schlumberger de constante geométrica  $K = \pi((AM \cdot AN)/MN)$ .

Las longitudes entre el centro de los sondeos y electrodos de corriente fueron variables hasta distancias máximas de 100 m. Las separaciones entre los electrodos de potencial, MN, variaron entre 1 y 50 metros.

La curva de campo se graficó en papel bilogarítmico de módulo 62,5 mm, donde la abscisa corresponde a los valores de OA y la ordenada a los de  $\delta_a$  (resistividad aparente).

La interpretación se realizó primeramente en forma manual a través de la comparación de la curva de campo empalmada, con los ábacos patrones de Orellana & Mooney (1966) y de van Dam & Meulenkaamp (1969). A continuación los resultados de la interpretación manual fueron optimizados con programas de computación. El resultado final

es un gráfico donde las marcas representan a los puntos de la curva de campo empalmada y la línea continua corresponde a la curva de interpretación optimizada que responde al modelo físico-matemático.

Se ejecutaron quince sondeos, cuya distribución se presenta en la Figura 3. Los resultados obtenidos son los siguientes:

SEV 1 - Frente a la planta de ósmosis

Corte Geoelectrico	El corte geoelectrico muestra una sucesión de 6 electrocapas. El pozo de la planta de ósmosis, extrae agua con una conductividad de 2.400 uS/cm y posee el nivel estático a 3,93 m de profundidad. De acuerdo a esta información, el acuífero se localizaría en la quinta electrocapa que se encuentra entre los 2,8 y 27 m de profundidad. El valor de resistividad bajo de esta electrocapa (2,5 Ohm.m), es debido posiblemente a la salinidad de su agua, e imposibilita su diferenciación geoelectrica con los niveles arcillosos infrayacentes al acuífero, que según las perforaciones del área se localizan aproximadamente a una profundidad de 8 metros. En la base del corte geoelectrico se identifica una electrocapa con un valor de resistividad mucho menor, por lo que carece de perspectivas hidrogeológicas.
<div><div><div><div><div></div><div>2</div><div></div></div><div><div></div><div>0.3</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>11.5</div><div></div></div><div><div></div><div>0.8</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>1.5</div><div></div></div><div><div></div><div>1.7</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>12</div><div></div></div><div><div></div><div>2.8</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>2.5</div><div></div></div><div><div></div><div>27</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>0.3</div><div></div></div></div></div></div>	

SEV 2 - 66 m zona pozo 3, 4 y 5.

Corte Geoelectrico	Este SEV se realizó en la zona de los pozos 3, 4 y 5, que presentan un agua con baja conductividad y un nivel estático entre 4,5 y 5 metros. En base a ello se interpreta que el acuífero libre en esta zona se correlacionaría con la tercera electrocapa del corte geoelectrico, la cual se localiza desde los 4,4 a 15 metros de profundidad. El valor de resistividad al igual que la conductividad del agua indican mejores condiciones hidrogeológicas que las halladas en la zona de la planta de ósmosis inversa. Por otro lado el espesor del acuífero es también mayor.
<div><div><div><div><div></div><div>11</div><div></div></div><div><div></div><div>0.3</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>16</div><div></div></div><div><div></div><div>4.4</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>12</div><div></div></div><div><div></div><div>15</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>1.2</div><div></div></div></div></div></div>	

SEV 3 - Extremo NO del pueblo

Corte Geoelectrico	El corte geoelectrico muestra una sucesión de tres electrocapas en donde, en base al nivel freático del área, el acuífero se localizaría en la segunda electrocapa., que se extiende hasta los 12 metros. El valor eléctrico de ésta (4 Ohm.m) indicaría condiciones no favorables, similares a las halladas en la zona del SEV 1.
<div><div><div><div><div></div><div>26</div><div></div></div><div><div></div><div>0.9</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>4</div><div></div></div><div><div></div><div>12</div><div></div></div></div><div><div><div></div><div>0.7</div><div></div></div></div></div></div>	

SEV 4 - Frente al pozo N°14

Corte Geoeléctrico	
<u>23</u>	1.2
<u>6.5</u>	8
0.7	

Este sondeo posee una interpretación similar a la anterior, con la diferencia de que la capa de interés contiene en este caso un valor de resistividad levemente superior, indicando una posible mejoría en la calidad del agua. También se observa que la base de este nivel se encuentra a una profundidad menor (8 m). La interpretación se convalida si se tiene en cuenta que en el pozo N°14 se extrae agua con una conductividad de 1.780 uS/cm.

SEV 5 - 130 m al NO del SEV 2

Corte Geoeléctrico	
<u>3</u>	0.6
<u>8</u>	1.4
<u>2</u>	18.5
0.05	

El corte geoeléctrico muestra condiciones hidrogeológicas negativas, similares a las halladas en la zona del SEV1. Al igual que en éste, se interpreta que debido a la salinidad del agua no es posible diferenciar geoeléctricamente la base del acuífero con respecto a los niveles arcillosos infrayacentes.

SEV 6 - Entre SEV 3 y 4

Corte Geoeléctrico	
<u>3.4</u>	0.7
<u>6.4</u>	1.8
<u>3.4</u>	13
0.9	

El corte indica que el nivel de interés, se extiende desde los 1,8 hasta los 13 metros de profundidad. Las posibilidades de que se encuentre agua de buena calidad son escasas, ya que el valor de resistividad de la electrocapa es muy bajo (3,4 Ohm.m).

SEV 7 - Frente al pozo N°15

Corte Geoeléctrico	
<u>7.5</u>	0.3
<u>13</u>	4.7
<u>10.5</u>	13
0.7	

Este corte geoeléctrico es correlacionable con el corte del SEV 2. Entre los 4,7 y 13 m de profundidad, se identifica una electrocapa con una resistividad de 10,5 Ohm.m, indicando una continuidad de las buenas condiciones hidrogeológicas halladas en esta zona y corroboradas por la conductividad del agua de los pozos 3, 4, 5 y 15.

SEV 8 - Frente al pozo N°18

Corte Geoeléctrico	
<u>2.4</u>	0.5
<u>18</u>	1.7
<u>3</u>	14
0.05	

En este corte geoeléctrico la electrocapa de interés muestra condiciones desfavorables, con un valor de resistividad muy bajo (3 Ohm.m) que indica la presencia de agua salada. Esta interpretación se corrobora si se tiene en cuenta que la conductividad del agua del pozo N° 18 es de 7.200 uS/cm.

SEV 9 - 140 m al SE del SEV 3

Corte Geoeléctrico	
<u>4</u>	1.2
<u>10</u>	3.9
<u>1</u>	51.5
0.05	

El corte geoeléctrico muestra condiciones hidrogeológicas negativas. Al igual que lo expuesto para otros sondeos, se considera que debido a la salinidad del agua no es posible diferenciar geoeléctricamente la base del acuífero con respecto a los niveles arcillosos infrayacentes.

SEV 10 - 230 m al oeste del pozo N°13

Corte Geoeléctrico	
<u>4</u>	2.5
<u>9</u>	7
1.3	

El corte geoeléctrico muestra condiciones similares a las halladas en la zona favorable del SEV 2 y 7, con un valor de resistividad levemente menor pero con una importante disminución en el espesor de la zona acuífera (hasta los 7 metros).

SEV 11 - Frente al pozo N°9

Corte Geoeléctrico	
<u>15</u>	2.1
<u>8</u>	11
0.9	

En el corte geoeléctrico la electrocapa de interés presenta valores eléctricos similares a los hallados en otras zonas favorables. El nivel tiene una resistividad de 8 Ohm.m, hasta los 11 metros de profundidad. La interpretación se corrobora si se tiene en cuenta que en los pozos más cercanos , 9 y 8 se extrae

agua con una conductividad de 820 y 1.180 uS/cm respectivamente.

SEV12 - Hospital

Corte Geoeléctrico	
<u>34</u>	0.6
<u>31</u>	1.5
<u>4</u>	6.7
1	

El corte geoeléctrico indica, para la electrocapa de interés, condiciones negativas debido a su bajo valor de resistividad y escaso espesor.

SEV13 - 56 m al SO del SEV 2

Corte Geoeléctrico	
<u>4</u>	0.4
<u>15</u>	2.2
<u>5</u>	7.8
1	

Este sondeo se realizó en el área favorable del los pozos 3, 4 y 5. El corte geoeléctrico muestra un brusco cambio en las condiciones hidrogeológicas de la electrocapa de interés, la cual muestra una disminución en su valor de resistividad y espesor.

Cambios geoeléctricos como el observado, también ocurren entre la calidad del agua de los pozos en esta zona, si se comparan las conductividades del agua de los pozos 3, 4, 5 y 15 con la de los pozos 16, 17 y 18.

SEV 14 - 67 m al NO del Club Comercio

Corte Geoeléctrico	
<u>10.5</u>	5.7
<u>3</u>	17
0.3	

El corte geoeléctrico muestra un valor de resistividad para la zona de interés que indica condiciones no favorables.

SEV 15 - zona pozo N° 10 y 11 (FFCC)

Corte Geoeléctrico	
<u>18</u>	2.5
<u>9</u>	16
0.3	

El corte indica condiciones favorables de la electrocapa de interés con un valor de 9 Ohm.m hasta los 16 metros de profundidad. Los pozos más cercanos al sondeo presentan una conductividad del agua de buena a regular, con un valor de 860 a 2.170 uS7cm en el pozo 11 y 10 respectivamente. Se debe

aclarar que el pozo N° 11, es un antiguo pozo del ferrocarril que actualmente no es utilizado, y que la conductividad tan baja de su agua puede deberse a una mezcla con agua de lluvia,



ya que a su alrededor se observaron pequeños rastros de canales pluviales que desembocan en éste.

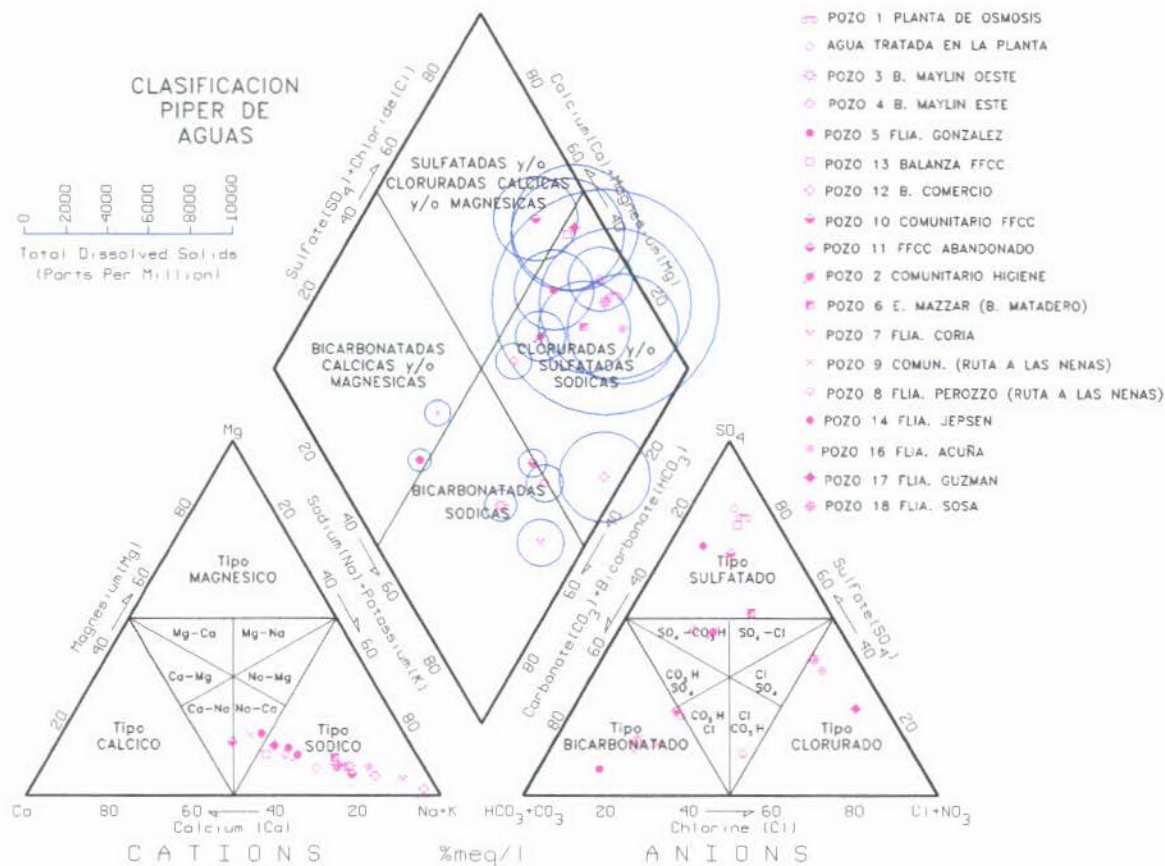
Como se observa existe una buena correlación entre los sondeos eléctricos que indican condiciones hidrogeológicas favorables con los pozos que contienen agua con conductividad aceptable. A través de toda la información directa que proporcionan las excavaciones del pueblo, sumada a la información indirecta de la prospección geofísica, se elaboró un plano en el que se indican las zonas más favorables donde se pueden realizar captaciones del recurso hídrico subterráneo (ver Conclusiones). De esta manera, se puede observar gráficamente que existen escasas zonas con condiciones favorables, cuya delimitación no resulta sencilla ni precisa, ya que las variaciones se producen en distancias muy reducidas. Como fue esbozado, se corrobora el modelo hidrogeológico del área, donde existe una acuífero libre regional, a partir de los 2-4 y hasta los 8-17 metros de profundidad con características salobres, cuya calidad mejora solo en aquellas áreas donde existen condiciones topográficas y de permeabilidad de los sedimentos superficiales que permite una infiltración preferencial del agua pluvial, originándose reservorios del tipo lentes o islas, con agua de mejor calidad física.

5.2.2.2. *Hidroquímica*

Se extrajeron muestras de agua de los pozos existentes (menos el pozo15) y una de la planta de ósmosis, a las cuales se les efectuó un análisis físico-químico con la marcha común de cationes y aniones.

Los resultados de los análisis fueron graficados en un diagrama de Piper a través del cual las aguas han sido clasificadas como:

Sulfatada sódica:	Pozos 1, 6, 13 y 14
Sulfatada cálcica sódica:	Pozo 10
Sulfatada bicarbonatada sódica:	Pozos 2 y 12
Bicarbonatada sódica:	Pozo 3, 4, 7 y 11
Bicarbonatada sódica cálcica:	Pozo 5, 9
Clorurada bicarbonatada sódica:	Pozo 8
Clorurada sódica:	Pozos 16, 17 y 18



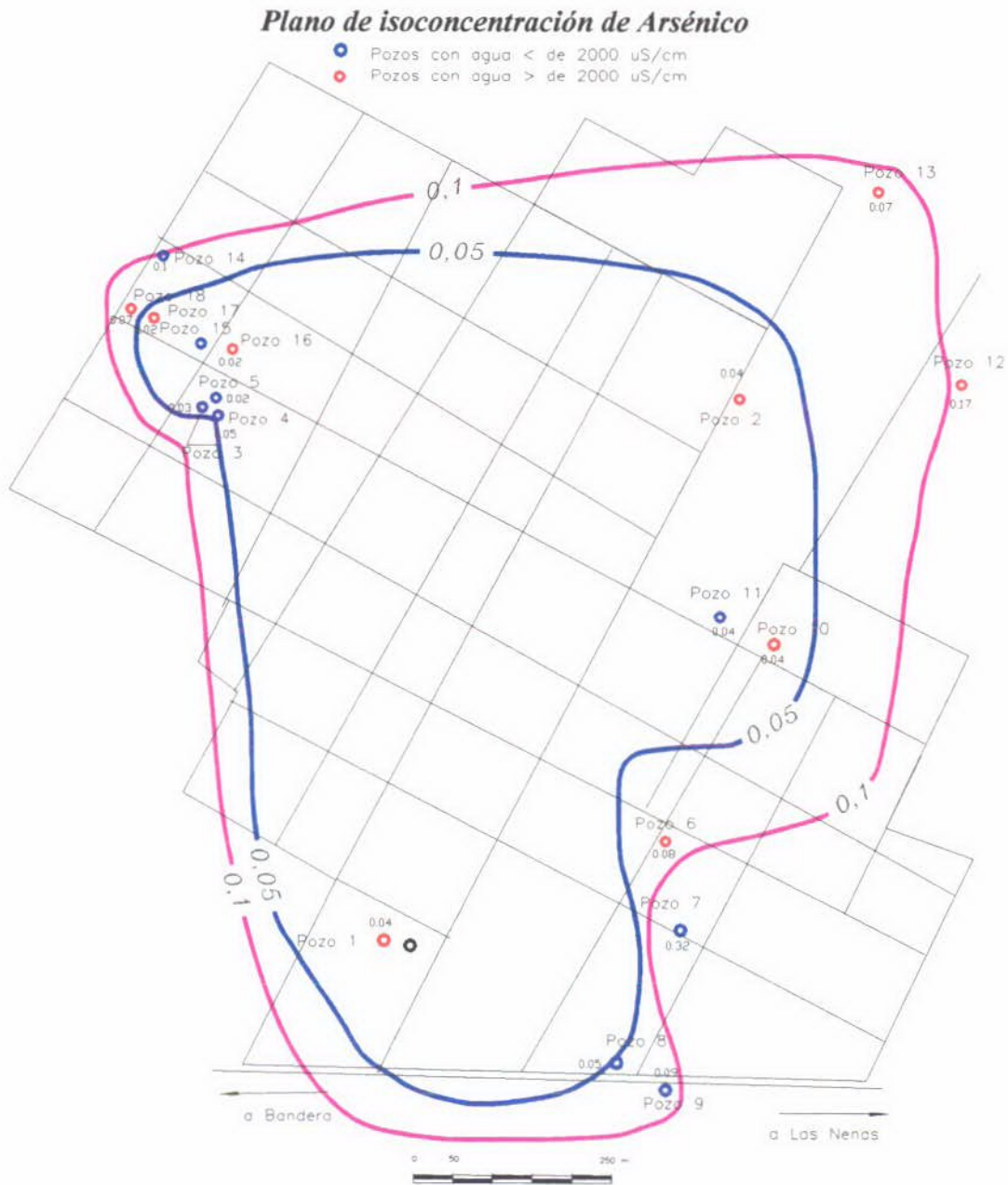
Como se puede observar existe una muy buena correlación entre los tipos de agua con el modelo hidrogeológico del área. De este modo todas las muestras de agua con conductividades menores a 2.000 uS/cm son del tipo Bicarbonatadas, indicando la influencia de la recarga preferencial expuesta para estas zonas. Para el caso de las aguas con valores extremos de conductividad es posible en términos generales dividir al acuífero regional salado en un sector occidental dominado por aguas del tipo Cloruradas y un sector oriental donde las aguas son del tipo Sulfatadas. El resto de las aguas, con valores de conductividad intermedio, son una mezcla de clases.

Desde el punto de vista de la aptitud para el consumo humano el agua ha sido clasificada como:

Potable:	Pozos 2, 3 y 11
Sanitariamente Tolerable:	Pozos 1, 4, 6, 8, 9, 10 y 13
No Potable:	Pozos 5, 7, 12, 14, 16, 17 y 18

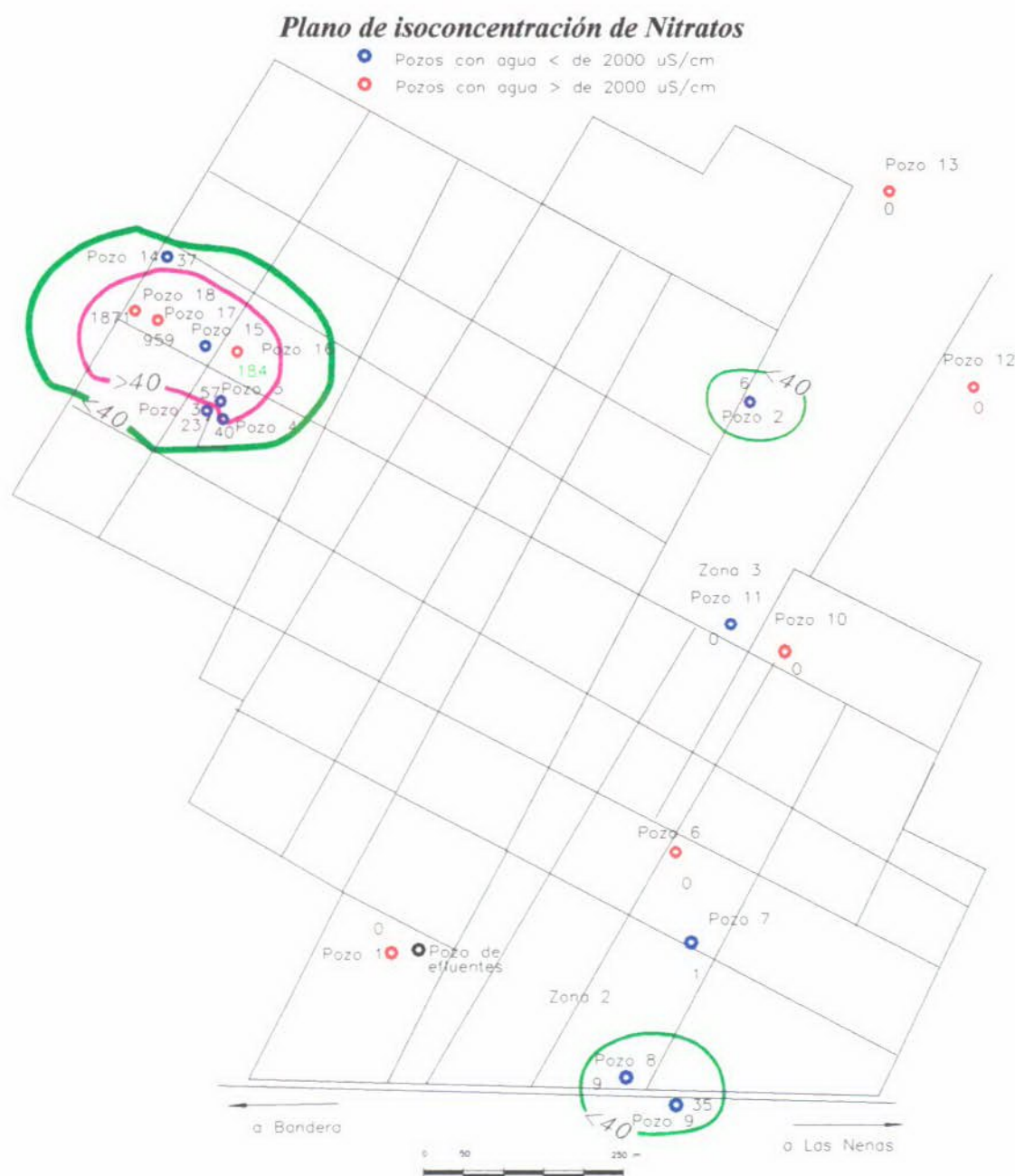
La causa principal por lo que algunas muestras han sido clasificadas como no potables es la presencia en concentraciones tóxicas de dos elementos como el Arsénico y los Nitratos. Para poder identificar mejor la distribución de éstos se construyeron mapas de isoconcentración.

El plano de isoconcentración de Arsénico muestra que la mayor parte del área del pueblo se halla dentro de la curva de concentración menor a 0,05 mg/l, que corresponde al límite tolerable. Externa y concéntricamente a ésta, es posible construir e inferir la curva de concentración igual a 0,1 mg/l que corresponde al límite admisible, de tal forma solo el agua de los pozos 12, 7 y 14 presentan un valor tal de Arsénico por lo que deben clasificarse como no potables. Entre estas dos curvas quedan los pozos 4, 6, 8, 9, 13 y 18 cuyas aguas deben clasificarse como sanitariamente tolerables por presentar una concentración de Arsénico entre el límite tolerable y admisible.



La figura que muestra la distribución de Nitratos indica que el problema de alta concentración en este compuesto es sólo muy focalizado. La zona con problemas comprende a los pozos 4, 5, 16, 17 y 18 con valores que superan el valor admisible de 40 mg/l, habiéndose encontrado valores de hasta 1.871 mg/l en el pozo 18. Los otros pozos en esta zona no superan el valor admisible pero presentan valores elevados. Otros pozos fuera de esta zona que presentan valores de Nitratos, pero sin llegar al valor límite son el 6, 8 y 9.

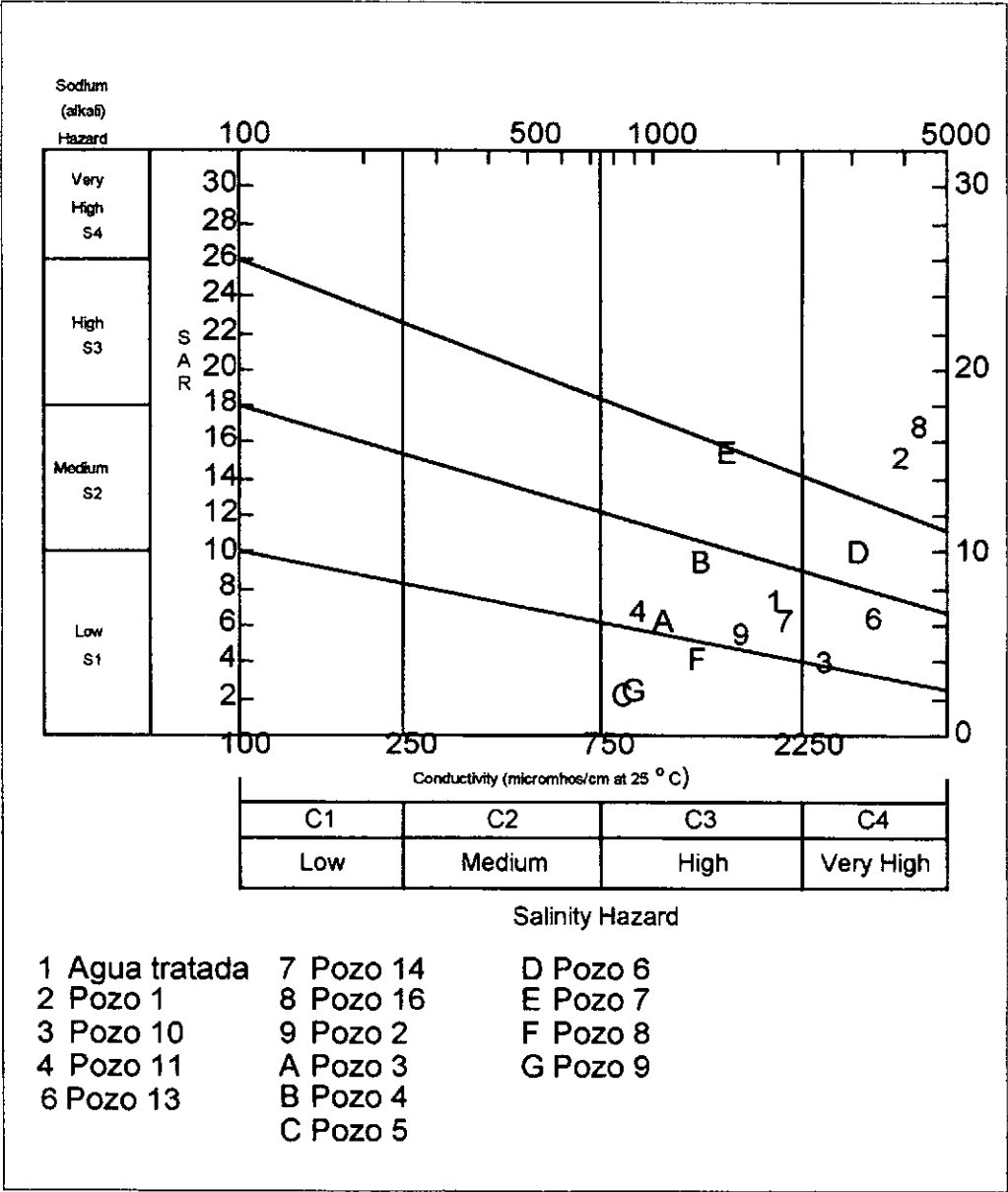
Los altos valores de Nitratos deben estar vinculados a la contaminación orgánica a partir de los baños letrinas, pozos ciegos y a la falta de cuidado e higiene de todos los pozos.





Para determinar la aptitud del agua para riego los resultados de los análisis, que presentaban una conductividad menor a 5.000 uS/cm y un RAS menor a 30, fueron graficados en un diagrama de Wilcox, para su clasificación:

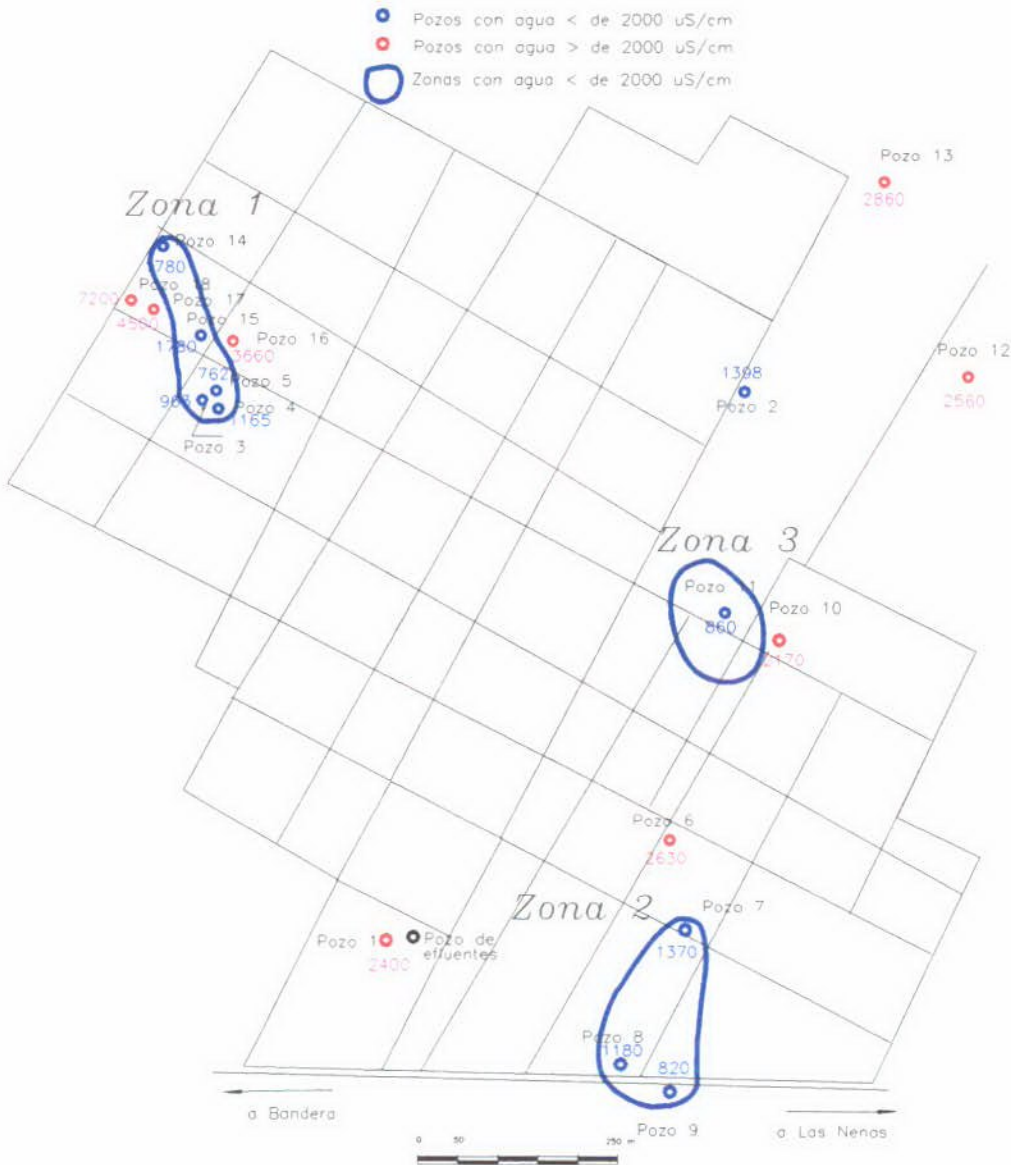
S1 - C3 peligro bajo de sodicidad y alto de salinidad	Pozos 5, 8 y 9
S2 - C3 peligro medio de sodicidad y alto de salinidad	Pozos 1(planta), 2, 3, 4, 11 y 14
S2 - C4 peligro medio de sodicidad y muy alto de salinidad	Pozos 10 y 13
S3 - C3 peligro alto de sodicidad y alto salinidad	Pozo 7
S3 - C4 peligro alto de sodicidad y muy alto de salinidad	Pozo 6
S4 - C4 peligro muy alto de sodicidad y muy alto de salinidad	Pozos 1, y 16



6. CONCLUSIONES

No existen en el área fuentes de agua superficial susceptibles de ser explotadas.

En base a los antecedentes y observaciones de campo, las expectativas hídricas subterráneas están vinculadas a sectores muy focalizados dentro del relleno de sedimentos Cuaternarios. A través del estudio de prospección geoelectrica y censo de pozos se han detectado en el ámbito del pueblo 3 áreas donde el agua del acuífero libre presenta un valor de conductividad menor a 2.000 uS/cm.



El origen de estas zonas de baja conductividad se debería principalmente a la conjunción de dos factores: relieve favorable y permeabilidad de los sedimentos superiores. Estos factores posibilitan una recarga preferencial del agua pluvial que origina reservorios tipo lente o islas de agua dulce sobre el acuífero libre salado.

En las muestras analizadas se han hallado valores tóxicos de Arsénico y Nitratos. De acuerdo al mapa de isoconcentración de Arsénico la zona con problema de toxicidad quedaría prácticamente fuera del pueblo.

Los problemas por alta concentración de Nitratos, si bien son muy focalizados, están afectando a una de las áreas favorables (zona 1). Esta concentración de Nitratos se debe a la alta vulnerabilidad del recurso subterráneo donde la zona saturada se halla a escasa profundidad (2-4 metros) y que recibe una fuerte carga contaminante a partir de los baños letrinas y pozos ciegos que se construyen hasta el nivel de agua.

Por otro lado existe un total descuido de las obras de captación, ya que el 90 % de los pozos carece de protección sanitaria habiéndose observado en ellos desde residuos hasta animales tanto muertos como vivos. Así se tiene que en la propia planta potabilizadora el pozo carece de tapa y el pozo de efluentes se encuentra a escasos 30 metros del pozo de abastecimiento.

La contaminación en el pueblo no es más grave porque el radio de influencia de los pozos es pequeño debido a la baja transmisividad del acuífero y al poco tiempo de explotación puesto que al ser los pozos de gran diámetro es posible extraer caudales importantes en un corto tiempo.

A pesar de que la localidad cuenta con una planta de ósmosis inversa que puede potabilizar el agua contaminada, se considera necesario a corto plazo realizar un programa que contemple la erradicación de los baños letrinas y pozos ciegos, con la instalación de un sistema de saneamiento, lo que permitirá preservar el único recurso de agua disponible en la región. Además debe tenerse en cuenta que gran parte de la población no tiene una condición económica que le permita abastecerse del agua de la planta, debiendo recurrir a los pozos excavados.

Del ensayo de bombeo realizado en el pozo 1, en la planta potabilizadora, se pudo establecer que el caudal máximo diario que se puede extraer es de 20.000 litros, lo que significan aproximadamente 15.500 litros de agua potabilizada. Este pozo se localiza según el estudio geoelectrico en una zona poco favorable, y por lo tanto se estima que las condiciones hidrogeológicas de las áreas de interés halladas pueden brindar un agua de menor conductividad y con un mejor rendimiento de los pozos.

Según el área aproximada de cada una de las zonas y el espesor del acuífero estimado de acuerdo al estudio geoelectrico y a una porosidad eficaz del 10%, se realizó un cálculo del volumen aproximado de agua con baja conductividad :

	Area	Espesor medio	Volumen
Zona 1:	12.700 m <sup>2</sup>	10 m	12.700 m <sup>3</sup>
Zona 2:	23.400 m <sup>2</sup>	8 m	18.700 m <sup>3</sup>
Zona 3:	13.700 m <sup>2</sup>	12 m	16.400 m <sup>3</sup>
		TOTAL	47.800 m <sup>3</sup>

De acuerdo al volumen total almacenado en estas zonas la cantidad de agua disponible por día sería de 131.000 litros diarios. Este valor debe tomarse con precaución ya que se desconoce cual es la recarga anual que reciben estas zonas, y por lo tanto no es posible establecer cual será el caudal máximo a extraer, sin producir un vaciamiento del reservorio.

Si se considera que el actual consumo de agua potable es de 25 litros diarios por persona, la demanda diaria total de agua de la localidad es de 75.000 litros. Esto significa que en el supuesto caso de que los rendimientos de los nuevos pozos, en las áreas elegidas, sean igual al actual pozo de abastecimiento, será necesario construir 3 pozos más.

El estudio de PRO.BA.SU, advierte que existen antecedentes de una depresión de hasta 6 metros en el nivel freático regional del área, vinculado a largos períodos de sequía. Para éstos casos extremos, posiblemente cíclicos, debería preverse la ejecución de un pozo profundo (80 metros), seguramente con agua salada, en el predio de la planta de ósmosis, con el fin de utilizarlo para este tipo de situación.

## 7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

De acuerdo al estudio de fuentes se propone realizar tres pozos excavados de gran diámetro (4 metros) en cada una de las zonas favorables halladas. Las profundidades estimadas y posición de los pozos para cada zona son:

	Posición	Profundidad
Zona 1:	SEV 2	15 metros
Zona 2:	Frente Pozo 8	11 metros
Zona 3:	Entre Pozo 10 -11	16 metros

En cada pozo ejecutado se deberá llevar a cabo un ensayo de bombeo que permita definir el caudal máximo de explotación, como así también su radio de influencia, con el propósito de eliminar las posibles fuentes de contaminación directa.

Por otro lado se deberán realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos y en función de los resultados definir si el agua de cada una de estas captaciones debe ser tratada, por la planta de ósmosis, previamente a su utilización. En el caso de que la fuente sea apta para el consumo se puede construir un tanque elevado en cada uno de estos lugares con el fin de realizar su distribución racional por medio de grifos públicos estratégicamente instalados. Esto permitirá abaratar en gran medida los costos actuales que tiene el agua potable y brindar a la población la posibilidad de consumir agua de mejor calidad, que la de los pozos desde donde actualmente se abastecen.

El cómputo métrico y presupuesto se adjuntan en planilla N° 34.



## 8. ANEXOS

Figura 1: Mapa de la Provincia de Santiago del Estero

Figura 2: Mapa de Ubicación Departamental

Figura 3: Plano de Ubicación General Los Juríes

Figura 4: Mapa Hidrológico - Geomorfológico

Planilla 1- 18: Análisis físico-químicos

Planilla 19-33: Planillas y Curvas de SEV 1 al 15

Planilla 34: Cómputo métrico y Presupuesto

FIGURA 2  
- 27°

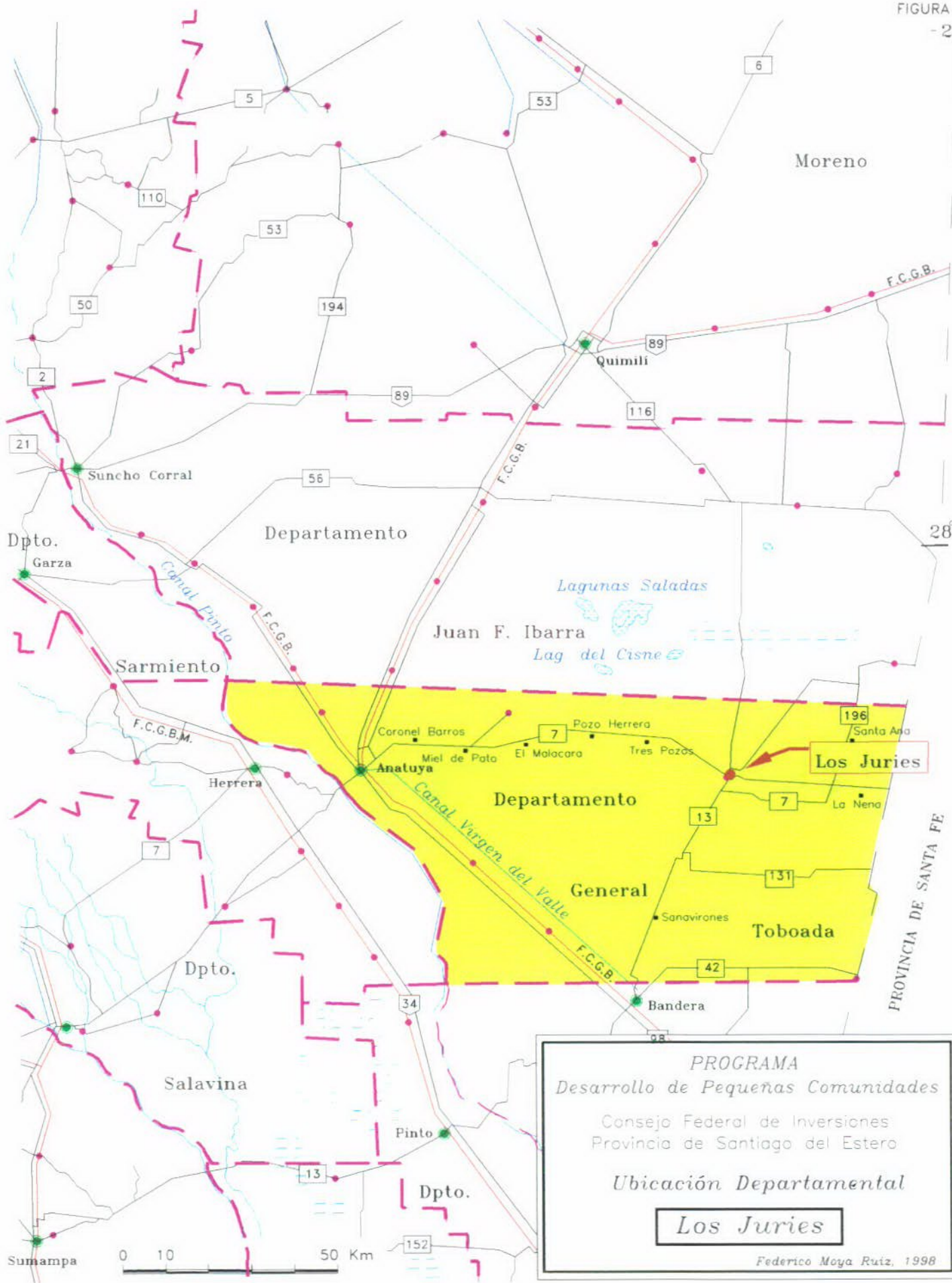
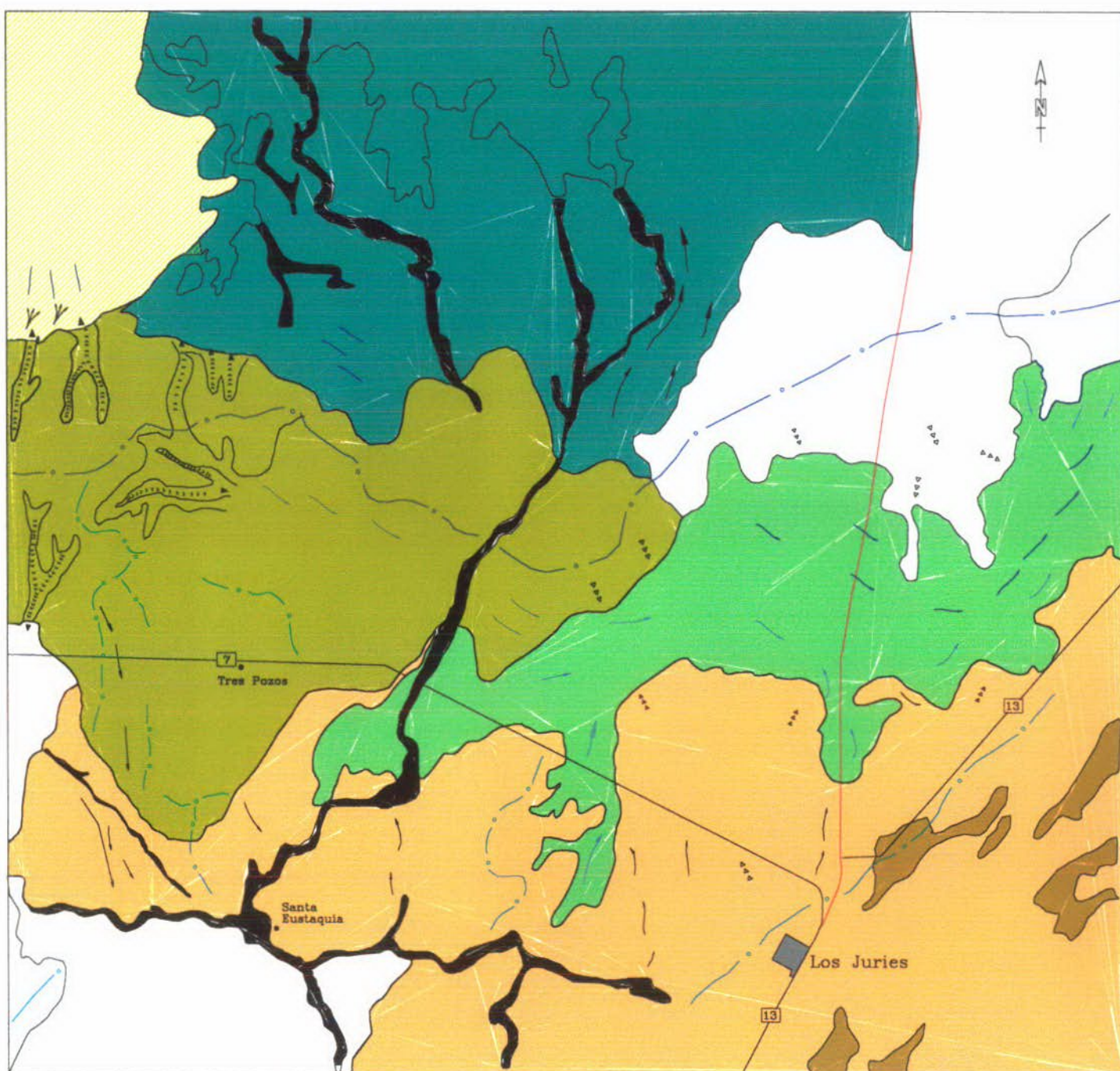


FIGURA 3





FIGURA 4



Tomado de PRO.BA.SU.  
A. Camuñas

REFERENCIAS

	Ruta Provincial		Escurrimiento filiforme		Cañadas		Paleoplanicie del río Salado
	Camino Secundario		Escurrimiento mantiforme		Conoides		Dorsal meridional del borde de Los Saladillos
	Población		Escurrimiento difuso		Depósitos coluviales		Antiguos depósitos coluviales
	Diametro urbano		Subescurrimientos		Límite de unidades		Planicie ligeramente anagabie
	Divisoria de agua principal		Paleocauces		Bajo de Los Saladillos		
	Divisoria de agua secundaria		Cordones ediles				

**PROGRAMA**  
*Desarrollo de Pequeñas Comunidades*  
Consejo Federal de Inversiones  
Provincia de Santiago del Estero  
**Plano Hidrológico Geomorfológico**  
**Los Juries**  
Federico Moya Ruiz, 1998

Análisis Físico-Químico  
Pozo N° 1 Planta de Osmosis

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	2100	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	264	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	765	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.45	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	3830		2000		
Sodio	957				
Potasio	0				
Calcio	238				
Magnesio	41				250
Cloruros	279	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	264	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	1896	200	400	2000	4000
Hierro total	0.016	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	0.82	1.5	2.4		2
Arsénico	0.04	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.06				
Sumatoria Cationes (meq/l)	56.88				
Sumatoria Aniones (meq/l)	51.71				
Error analítico	9.52	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 151

Análisis Físico-Químico  
*Pozo Planta de Osmosis (Tratada)*

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	1060	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	122	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	331	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.65	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	1930		2000		
Sodio	297				
Potasio	0				
Calcio	102				
Magnesio	18				250
Cloruros	91	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	122	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	931	200	400	2000	4000
Hierro total	0.005	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0.1-0.5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	0.43	1.5	2.4		2
Arsénico	0.02	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.05				
Sumatoria Cationes (meq/l)	19.49				
Sumatoria Aniones (meq/l)	23.97				
Error analítico	-20.62	4	8		
Potabilidad	SANITARIAMENTE TOLERABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 152

Análisis Físico-Químico  
Pozo 3 - Barrio Maylin Oeste

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	570	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	384	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	145	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	8.1	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	1049		2000		
Sodio	168				
Potasio	30.1				
Calcio	39				
Magnesio	11				250
Cloruros	69	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	384	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	73	200	400	2000	4000
Hierro total	0.016	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0.1-0.5		
Amoníaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	23		45	1000	3000
Fluoruros	0.65	1.5	2.4		2
Arsénico	0.03	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.08				
Sumatoria Cationes (meq/l)	10.93				
Sumatoria Aniones (meq/l)	10.16				
Error analítico	7.25	4	8		
Potabilidad	POTABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 153

Análisis Físico-Químico  
Pozo 4 - Barrio Maylin Este

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	700	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	368	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	121	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	8	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	1276		2000		
Sodio	235				
Potasio	20.7				
Calcio	34				
Magnesio	9				250
Cloruros	113	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	368	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	129	200	400	2000	4000
Hierro total	0.001	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	40		45	1000	3000
Fluoruros	0.7	1.5	2.4		2
Arsénico	0.05	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.08				
Sumatoria Cationes (meq/l)	13.19				
Sumatoria Aniones (meq/l)	12.59				
Error analítico	4.68	4	8		
Potabilidad	SANITARIAMENTE TOLERABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 154



Análisis Físico-Químico  
Pozo 5 - Flía. González

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	458	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	314	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	211	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.2	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	833		2000		
Sodio	65				
Potasio	39.1				
Calcio	55				
Magnesio	17				250
Cloruros	35	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	314	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	24	200	400	2000	4000
Hierro total	0.005	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	57		45	1000	3000
Fluoruros	0.39	1.5	2.4		2
Arsénico	0.02	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.06				
Sumatoria Cationes (meq/l)	7.97				
Sumatoria Aniones (meq/l)	7.57				
Error analítico	5.12	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

**Análisis Físico-Químico**  
**Pozo 13 - Balanza FFCC**

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	1830	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	257	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	848	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.7	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	3330		2000		
Sodio	410				
Potasio	22.6				
Calcio	257				
Magnesio	50				250
Cloruros	205	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	257	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	1543	200	400	2000	4000
Hierro total	0.058	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0.1-0.5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.008		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	0.43	1.5	2.4		2
Arsénico	0.07	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.08				
Sumatoria Cationes (meq/l)	35.35				
Sumatoria Aniones (meq/l)	42.14				
Error analítico	-17.52	4	8		
Potabilidad	SANITARIAMENTE TOLERABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 156

Análisis Físico-Químico  
Pozo 12 - Comunitario B° Comercio

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	1540	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	634	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	77	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	8.2	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	2810		2000		
Sodio	669				
Potasio	15.8				
Calcio	19				
Magnesio	7				250
Cloruros	189	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	634	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	660	200	400	2000	4000
Hierro total	0.016	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.002		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	1.18	1.5	2.4		2
Arsénico	0.17	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.14				
Sumatoria Cationes (meq/l)	31.03				
Sumatoria Aniones (meq/l)	29.52				
Error analítico	4.97	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 157

Análisis Físico-Químico  
Pozo 10 -Comunitario FFCC

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	1380	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	294	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	790	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.5	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	2510		2000		
Sodio	242				
Potasio	35.7				
Calcio	232				
Magnesio	50				250
Cloruros	178	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	294	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	1020	200	400	2000	4000
Hierro total	0.031	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	0.55	1.5	2.4		2
Arsénico	0.04	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.06				
Sumatoria Cationes (meq/l)	27.13				
Sumatoria Aniones (meq/l)	31.10				
Error analítico	-13.64	4	8		
Potabilidad	SANTARIAMENTE TOLERABLE				

Análisis Físico-Químico  
Pozo 11 - FFCC (abandonado)

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	501	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	280	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	109	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.6	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	911		2000		
Sodio	159				
Potasio	12.5				
Calcio	32				
Magnesio	7				250
Cloruros	81	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	280	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	104	200	400	2000	4000
Hierro total	0.016	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoníaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	0.6	1.5	2.4		2
Arsénico	0.04	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.01				
Sumatoria Cationes (meq/l)	9.41				
Sumatoria Aniones (meq/l)	9.07				
Error analítico	3.67	4	8		
Potabilidad	POTABLE				

**Análisis Físico-Químico**  
**Pozo 2 - Avda. San Martín (Higiene)**

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	877	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	335	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	333	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.45	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	1595		2000		
Sodio	224				
Potasio	4.5				
Calcio	95				
Magnesio	23				250
Cloruros	144	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	335	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	393	200	400	2000	4000
Hierro total	0.001	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.003		0.1		10
Nitratos	6		45	1000	3000
Fluoruros	0.65	1.5	2.4		2
Arsénico	0.04	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.1				
Sumatoria Cationes (meq/l)	16.49				
Sumatoria Aniones (meq/l)	17.86				
Error analítico	-7.99	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Fecha: 14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 160

Análisis Físico-Químico  
Pozo 6 - B° Matadero - Flía. Mazzar

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	1670	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	382	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	500	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.85	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	3050		2000		
Sodio	507				
Potasio	9.9				
Calcio	130				
Magnesio	42				250
Cloruros	345	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	382	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	819	200	400	2000	4000
Hierro total	0.582	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	0.62	1.5	2.4		2
Arsénico	0.08	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.1				
Sumatoria Cationes (meq/l)	32.25				
Sumatoria Aniones (meq/l)	33.07				
Error analítico	-2.52	4	8		
Potabilidad	SANITARIAMENTE TOLERABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 161

Análisis Físico-Químico  
Pozo 7 - Flía. Coria

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	814	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	541	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	92	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.95	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	1480		2000		
Sodio	335				
Potasio	0				
Calcio	22				
Magnesio	9				250
Cloruros	133	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	541	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	103	200	400	2000	4000
Hierro total	0.016	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoníaco	.....				
Nitritos	0.002		0.1		10
Nitratos	1		45	1000	3000
Fluoruros	1.62	1.5	2.4		2
Arsénico	0.32	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.41				
Sumatoria Cationes (meq/l)	16.41				
Sumatoria Aniones (meq/l)	14.86				
Error analítico	9.90	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				



**Análisis Físico-Químico**  
**Pozo 9 -comunitario (Ruta a Las Nenas)**

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	485	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	322	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	248	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.1	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	882		2000		
Sodio	81				
Potasio	25.3				
Calcio	68				
Magnesio	19				250
Cloruros	58	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	322	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	48	200	400	2000	4000
Hierro total	0.01	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.002		0.1		10
Nitratos	35		45	1000	3000
Fluoruros	0.86	1.5	2.4		2
Arsénico	0.09	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.12				
Sumatoria Cationes (meq/l)	9.13				
Sumatoria Aniones (meq/l)	8.52				
Error analítico	6.86	4	8		
Potabilidad	SANITARIAMENTE TOLERABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 163

## Análisis Físico-Químico

### Pozo 8 - Flía. Perozzo

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	690	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	314	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	280	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.55	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	1255		2000		
Sodio	153				
Potasio	26.1				
Calcio	82				
Magnesio	18				250
Cloruros	210	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	314	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	71	200	400	2000	4000
Hierro total	0.026	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0.1-0.5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.005		0.1		10
Nitratos	9		45	1000	3000
Fluoruros	0.6	1.5	2.4		2
Arsénico	0.05	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.07				
Sumatoria Cationes (meq/l)	12.90				
Sumatoria Aniones (meq/l)	12.72				
Error analítico	1.35	4	8		
Potabilidad	SANITARIAMENTE TOLERABLE				

Fecha: 14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 164

Análisis Físico-Químico  
Pozo 14 - Flía. Jepsen

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	1120	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	366	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	561	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.05	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	2040		2000		
Sodio	326				
Potasio	12.4				
Calcio	154				
Magnesio	42				250
Cloruros	84	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	366	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	959	200	400	2000	4000
Hierro total	0.001	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0.1-0.5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.002		0.1		10
Nitratos	37		45	1000	3000
Fluoruros	0.76	1.5	2.4		2
Arsénico	0.1	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.09				
Sumatoria Cationes (meq/l)	25.64				
Sumatoria Aniones (meq/l)	28.97				
Error analítico	-12.20	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 165

Análisis Físico-Químico  
Pozo 16 - Flía. Acuña

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	2330	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	248	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	469	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	4250		2000		
Sodio	750				
Potasio	40.3				
Calcio	112				
Magnesio	43				250
Cloruros	791	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	248	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	692	200	400	2000	4000
Hierro total	0.001	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.022		0.1		10
Nitratos	184		45	1000	3000
Fluoruros	0.3	1.5	2.4		2
Arsénico	0.02	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.05				
Sumatoria Cationes (meq/l)	42.78				
Sumatoria Aniones (meq/l)	43.76				
Error analítico	-2.26	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 166

Análisis Físico-Químico  
Pozo 17 - Flía. Guzmán

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	2990	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	1229	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	561	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	6.75	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	5440		2000		
Sodio	597				
Potasio	55.9				
Calcio	343				
Magnesio	89				250
Cloruros	1188	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	220	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	580	200	400	2000	4000
Hierro total	0.001	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0.1-0.5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.076		0.1		10
Nitratos	959		45	1000	3000
Fluoruros	0.29	1.5	2.4		2
Arsénico	0.02	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.05				
Sumatoria Cationes (meq/l)	51.84				
Sumatoria Aniones (meq/l)	64.67				
Error analítico	-22.02	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 167

Análisis Físico-Químico  
Pozo 18 - Flía. Sosa

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	500	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	522	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	1350	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.2	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	909		2000		
Sodio	1487				
Potasio	0				
Calcio	379				
Magnesio	96				250
Cloruros	1488	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	522	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	1522	200	400	2000	4000
Hierro total	0.039	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.089		0.1		10
Nitratos	1871		45	1000	3000
Fluoruros	0.34	1.5	2.4		2
Arsénico	0.07	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.08				
Sumatoria Cationes (meq/l)	91.50				
Sumatoria Aniones (meq/l)	112.40				
Error analítico	-20.51	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Fecha:14/7/98

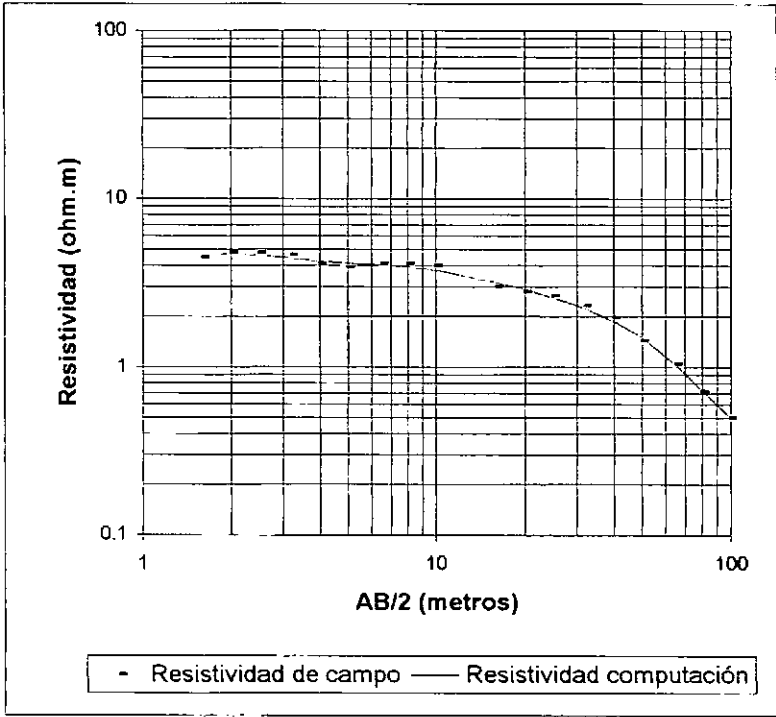
Dr. Sergio A. Giorgieri

Protocolo N° 168

Geoelectrica - SEV 1  
Frente planta de ósmosis

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.335	0.335	2.201
0.866	0.53	11.502
1.673	0.808	1.463
2.834	1.161	11.626
26.788	23.954	2.569
		0.267

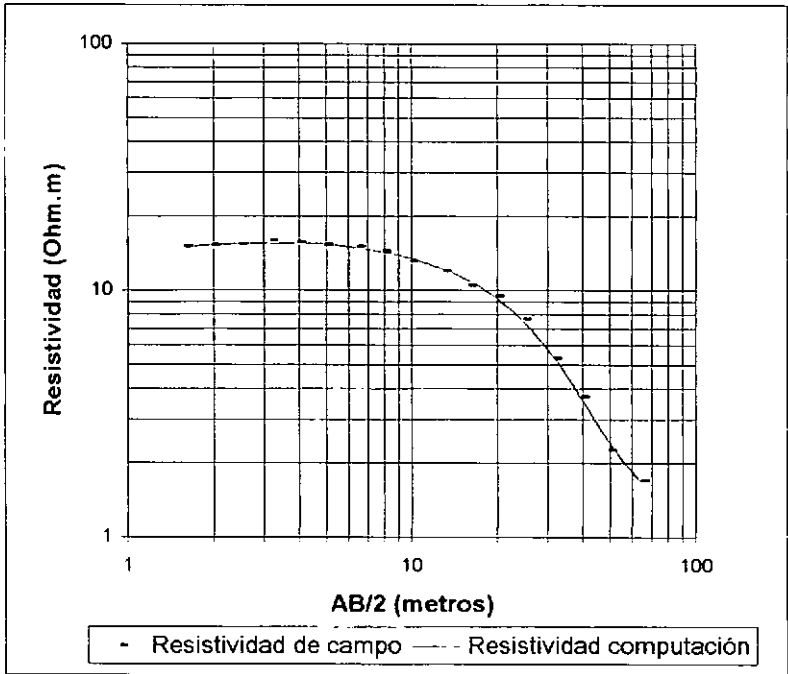
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	4.47	4.632	3.5
2	2	4.8	4.697	-2.2
3	2.5	4.74	4.621	-2.6
4	3.2	4.62	4.439	-4.1
5	4	4.1	4.27	4
6	5	3.9	4.149	6
7	6.5	4.1	4.053	-1.2
8	8	4.1	3.955	-3.7
9	10	4	3.778	-5.9
10	16	2.996	3.195	6.2
11	20	2.794	2.891	3.3
12	25	2.642	2.591	-2
13	32	2.3	2.244	-2.5
14	40	1.974	1.89	-4.5
15	50	1.43	1.496	4.4
16	65	1.046	1.033	-1.3
17	80	0.718	0.726	1.1
18	100	0.498	0.496	-0.5



Geoelectrica - SEV 2  
66 metros zona de pozo 3, 4 y 5

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.287	0.287	11.337
4.407	4.12	16.155
14.593	10.186	11.797
		1.189

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	15	15.038	0.3
2	2	15.2	15.325	0.8
3	2.5	15.4	15.511	0.7
4	3.2	15.9	15.594	-2
5	4	15.7	15.543	-1
6	5	15.3	15.346	0.3
7	6.5	15	14.883	-0.8
8	8	14.4	14.31	-0.6
9	10	13.2	13.474	2
10	13	11.95	12.185	1.9
11	16	10.5	10.908	3.7
12	20	9.5	9.265	-2.5
13	25	7.65	7.391	-3.5
14	32	5.3	5.267	-0.6
15	40	3.7	3.604	-2.7
16	50	2.25	2.414	6.8
17	65	1.707	1.654	-3.2

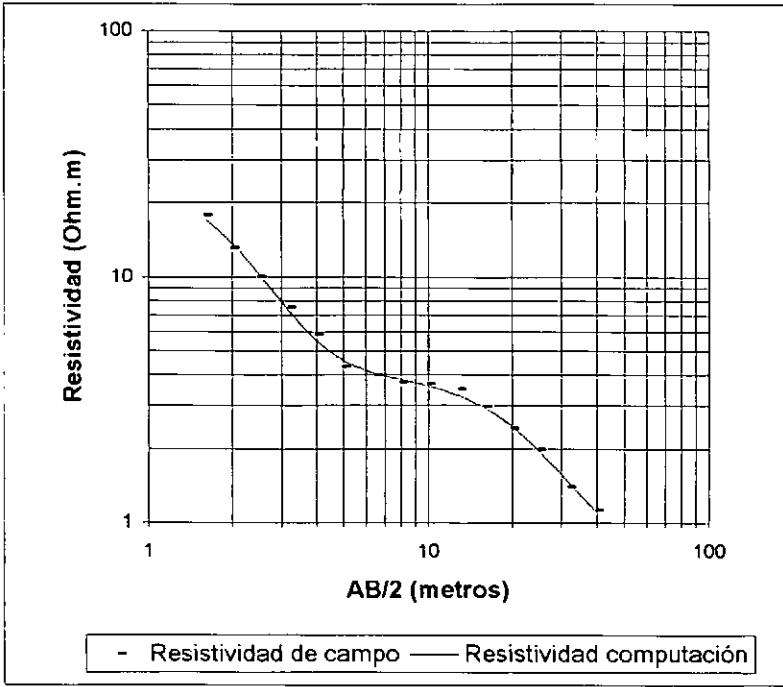




Geoeléctrica - SEV 3  
Extremo NO del pueblo

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.947	0.947	26.245
11.925	10.978	3.83
		0.668

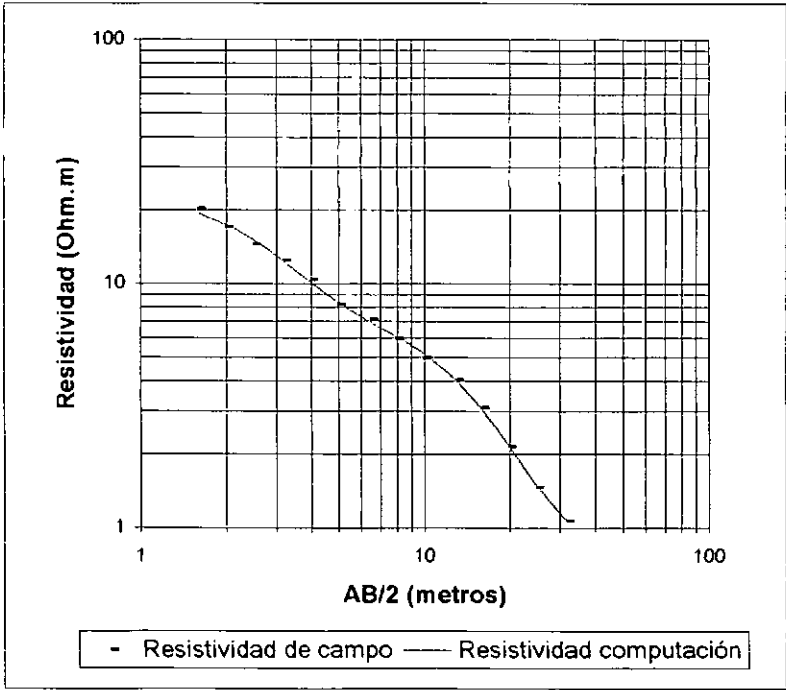
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	17.7	17.114	-3.4
2	2	13.1	13.635	3.9
3	2.5	9.95	10.241	2.8
4	3.2	7.5	7.248	-3.5
5	4	5.8	5.512	-5.2
6	5	4.3	4.572	6
7	6.5	3.97	4.06	2.2
8	8	3.73	3.832	2.7
9	10	3.66	3.608	-1.4
10	13	3.48	3.276	-6.2
11	16	2.96	2.926	-1.2
12	20	2.423	2.465	1.7
13	25	1.979	1.962	-0.9
14	32	1.399	1.451	3.6
15	40	1.126	1.104	-2



Geoeléctrica - SEV 4  
Frente a pozo Nº 14

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
1.25	1.25	23.22
7.874	6.624	6.553
		0.746

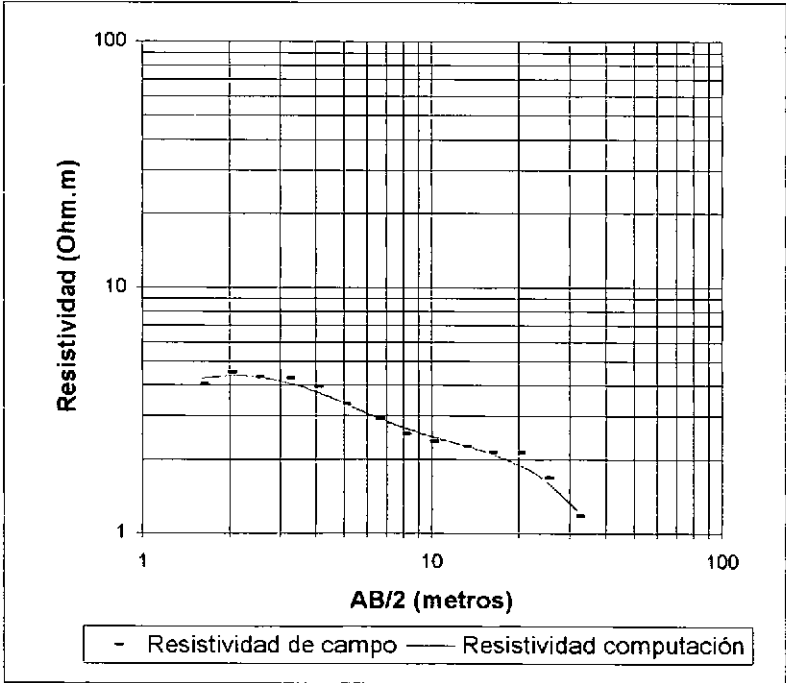
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	20.3	19.479	-4.2
2	2	16.97	17.488	3
3	2.5	14.5	15.073	3.8
4	3.2	12.4	12.285	-0.9
5	4	10.4	10.059	-3.4
6	5	8.2	8.342	1.7
7	6.5	7.14	6.925	-3.1
8	8	5.96	6.053	1.5
9	10	4.97	5.145	3.4
10	13	4.03	3.987	-1.1
11	16	3.105	3.046	-1.9
12	20	2.144	2.145	0.1
13	25	1.462	1.481	1.3
14	32	1.061	1.055	-0.5



Geoelectrica - SEV 5  
130 metros al NO del SEV 2

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.619	0.619	3.253
1.366	0.747	7.992
18.556	17.189	2.294
		0.05

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	4.05	4.277	5.3
2	2	4.5	4.38	-2.7
3	2.5	4.3	4.339	0.9
4	3.2	4.28	4.11	-4.1
5	4	3.94	3.772	-4.5
6	5	3.34	3.381	1.2
7	6.5	2.92	2.955	1.2
8	8	2.54	2.688	5.5
9	10	2.35	2.474	5
10	13	2.25	2.276	1.1
11	16	2.137	2.117	-1
12	20	2.112	1.903	-11
13	25	1.673	1.622	-3.2
14	32	1.175	1.234	4.8

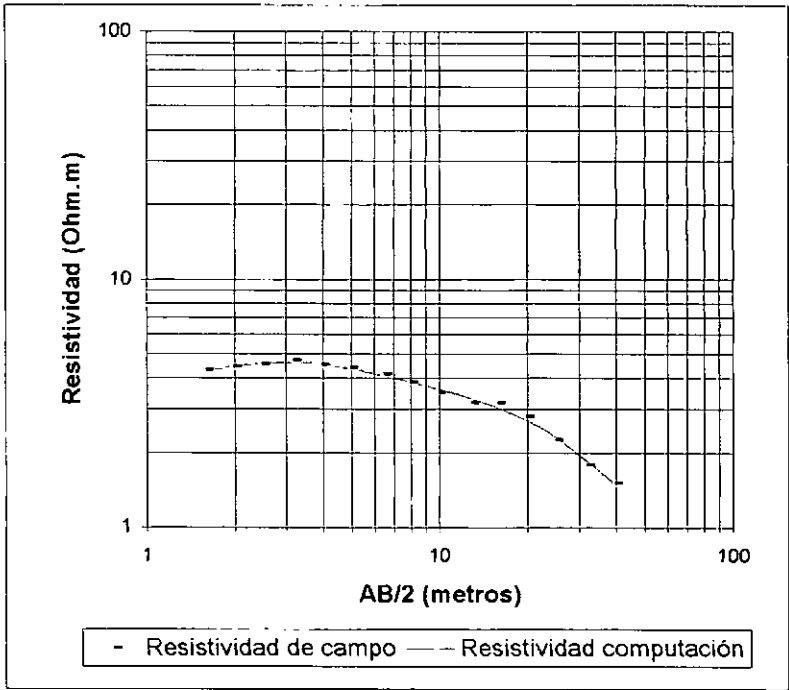


Geoeléctrica - SEV 6

Entre SEV 3 y 4

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.678	0.678	3.407
1.845	1.167	6.389
13.358	11.513	3.432
		0.878

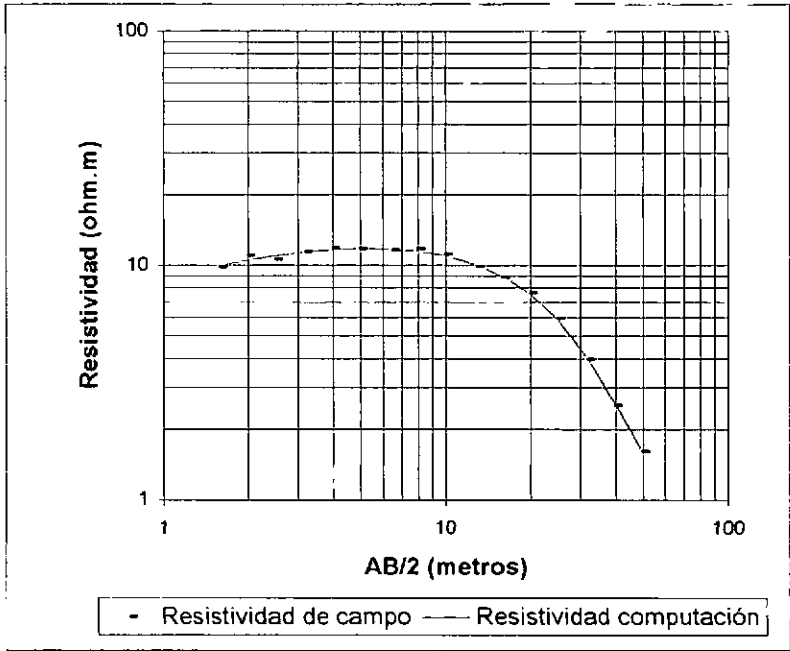
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	4.3	4.268	-0.8
2	2	4.44	4.466	0.6
3	2.5	4.55	4.598	1.1
4	3.2	4.71	4.628	-1.8
5	4	4.52	4.54	0.4
6	5	4.41	4.361	-1.1
7	6.5	4.15	4.083	-1.6
8	8	3.84	3.85	0.3
9	10	3.5	3.602	2.8
10	13	3.17	3.301	4
11	16	3.185	3.028	-5.2
12	20	2.784	2.681	-3.8
13	25	2.243	2.284	1.8
14	32	1.777	1.833	3.1
15	40	1.505	1.48	-1.7



Geoeléctrica - SEV 7  
Frente a pozo Nº 15

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.536	0.536	7.528
4.736	4.2	12.727
13.37	8.634	10.512
		0.74

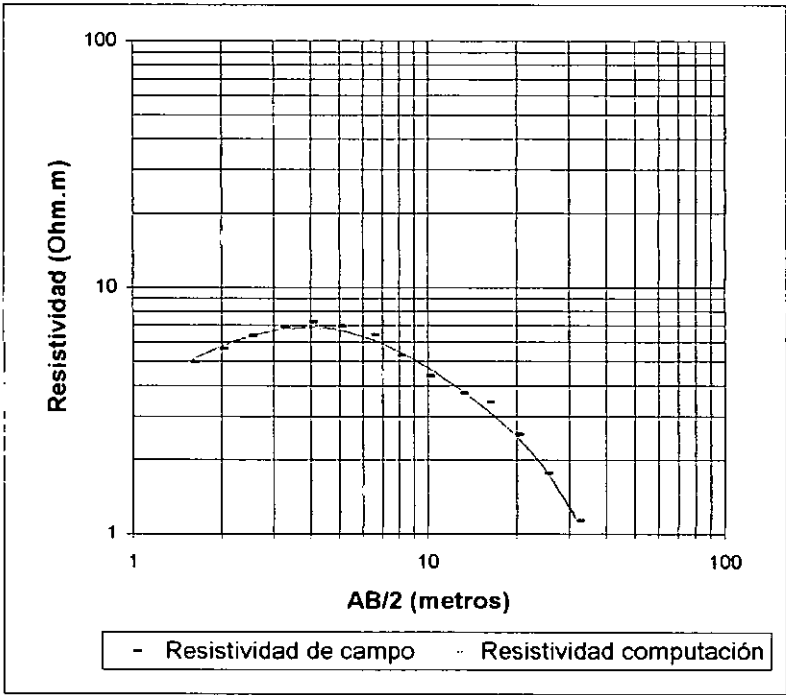
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	9.8	9.97	1.7
2	2	10.98	10.508	-4.5
3	2.5	10.6	10.984	3.5
4	3.2	11.4	11.403	0
5	4	11.78	11.66	-1
6	5	11.72	11.782	0.5
7	6.5	11.54	11.718	1.5
8	8	11.73	11.476	-2.2
9	10	11.1	10.99	-1
10	13	9.9	10.058	1.6
11	16	8.85	9.002	1.7
12	20	7.634	7.547	-1.1
13	25	5.922	5.853	-1.2
14	32	3.976	3.965	-0.3
15	40	2.517	2.55	1.3
16	50	1.602	1.594	-0.5



Geoeléctrica - SEV 8  
Frente a pozo N° 18

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.546	0.546	2.465
1.678	1.132	17.839
13.782	12.104	3.316
		0.051

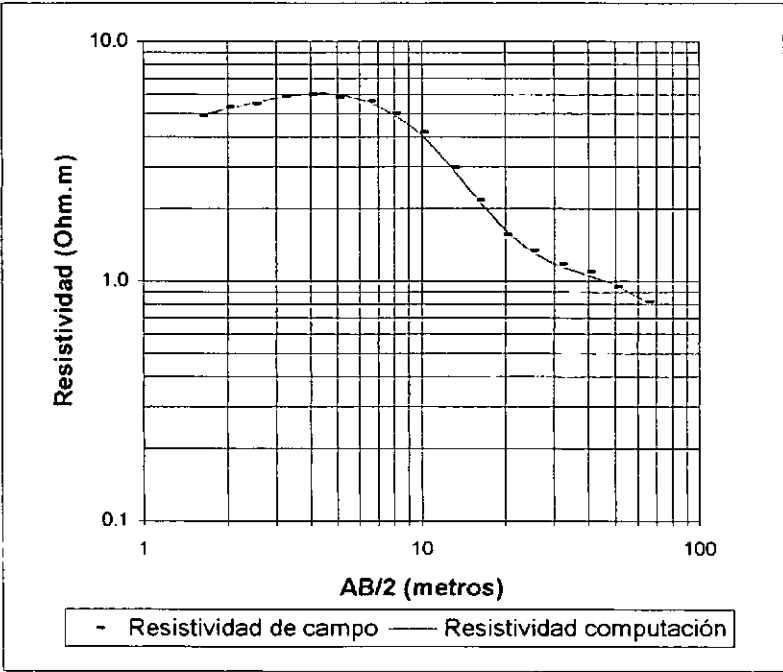
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	4.96	5.102	2.8
2	2	5.6	5.754	2.7
3	2.5	6.34	6.329	-0.2
4	3.2	6.89	6.767	-1.8
5	4	7.2	6.896	-4.4
6	5	6.92	6.722	-2.9
7	6.5	6.39	6.147	-4
8	8	5.27	5.49	4
9	10	4.36	4.704	7.3
10	13	3.71	3.808	2.6
11	16	3.406	3.155	-8
12	20	2.535	2.483	-2.1
13	25	1.764	1.82	3.1
14	32	1.134	1.131	-0.3



Geoelectrica - SEV 9  
140 metros al SE del SEV 3

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
1.199	1.199	4.361
3.88	2.682	9.798
51.565	47.684	1.097
		0.05

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	4.87	4.913	0.9
2	2	5.31	5.195	-2.2
3	2.5	5.47	5.523	1
4	3.2	5.87	5.862	-0.1
5	4	6.01	6.044	0.6
6	5	5.83	6.005	2.9
7	6.5	5.59	5.575	-0.3
8	8	4.98	4.933	-1
9	10	4.17	4.033	-3.4
10	13	2.97	2.925	-1.5
11	16	2.17	2.19	0.9
12	20	1.559	1.641	5
13	25	1.339	1.328	-0.9
14	32	1.17	1.154	-1.4
15	40	1.088	1.057	-2.9
16	50	0.945	0.962	1.7
17	65	0.816	0.817	0.1

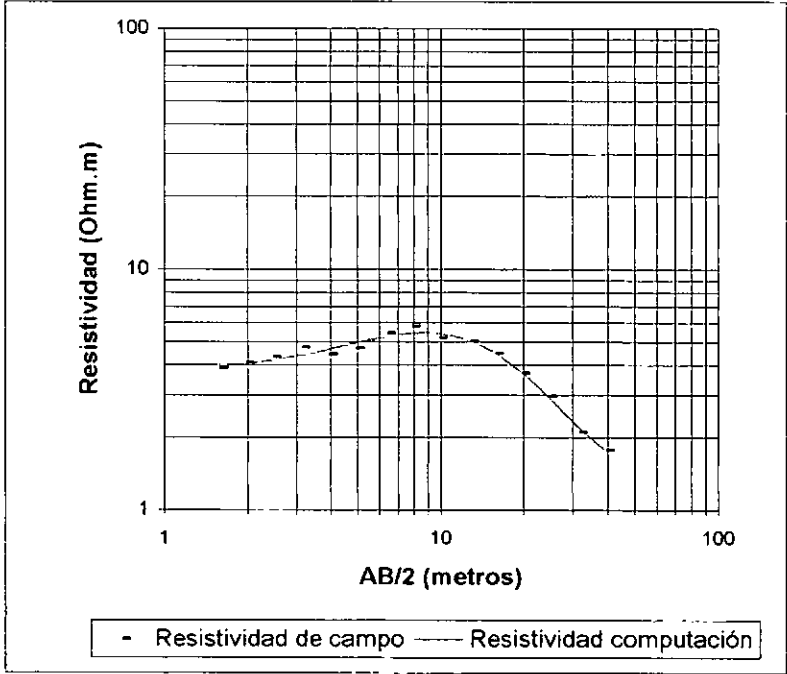


Geoelectrica - SEV 10

230 metros al oeste del pozo N° 13

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
2.461	2.461	3.908
7.129	4.667	9.384
		1.273

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	3.88	4	3
2	2	4.07	4.073	0.1
3	2.5	4.3	4.193	-2.5
4	3.2	4.73	4.4	-7.5
5	4	4.42	4.657	5.1
6	5	4.69	4.957	5.4
7	6.5	5.4	5.283	-2.2
8	8	5.77	5.432	-6.2
9	10	5.18	5.394	4
10	13	5.02	5.008	-0.2
11	16	4.47	4.446	-0.5
12	20	3.693	3.679	-0.4
13	25	2.954	2.89	-2.2
14	32	2.1	2.169	3.2
15	40	1.768	1.739	-1.7

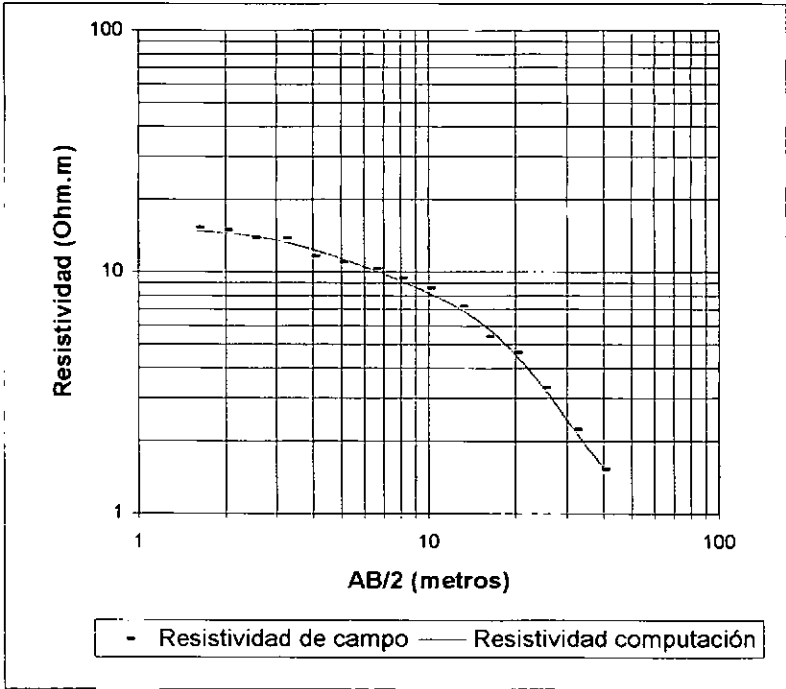




Geoelectrica - SEV 11  
Frente al pozo N° 9

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
2.1	2.1	15.202
10.709	8.609	8.395
		0.939

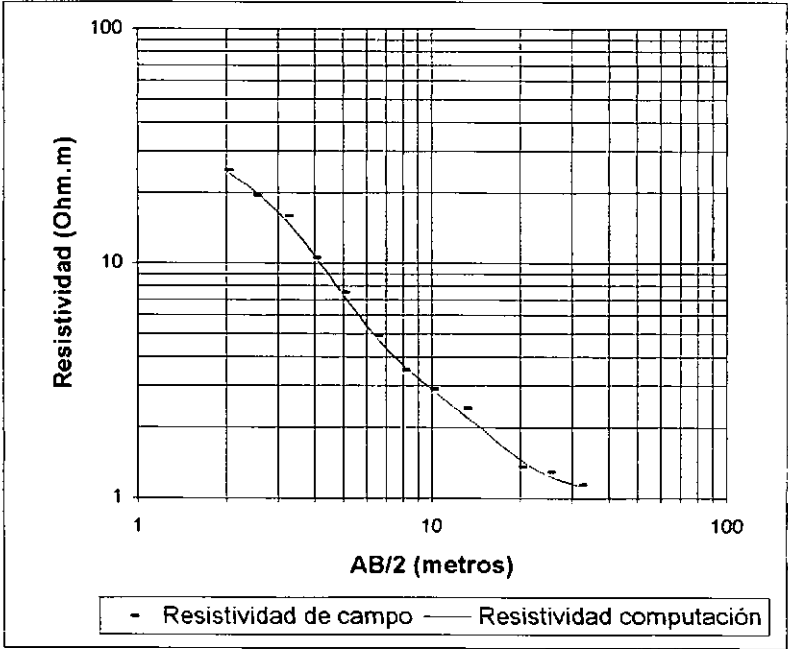
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	15.2	14.814	-2.6
2	2	14.9	14.522	-2.6
3	2.5	13.8	14.059	1.8
4	3.2	13.7	13.306	-3
5	4	11.56	12.416	6.9
6	5	10.95	11.397	3.9
7	6.5	10.3	10.165	-1.3
8	8	9.4	9.225	-1.9
9	10	8.6	8.234	-4.4
10	13	7.2	6.983	-3.1
11	16	5.4	5.862	7.9
12	20	4.638	4.56	-1.7
13	25	3.304	3.302	-0.1
14	32	2.224	2.186	-1.8
15	40	1.525	1.539	0.9



Geoelectrica - SEV 12  
Hospital

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.653	0.653	33.786
1.499	0.846	30.903
6.676	5.177	3.703
		0.998

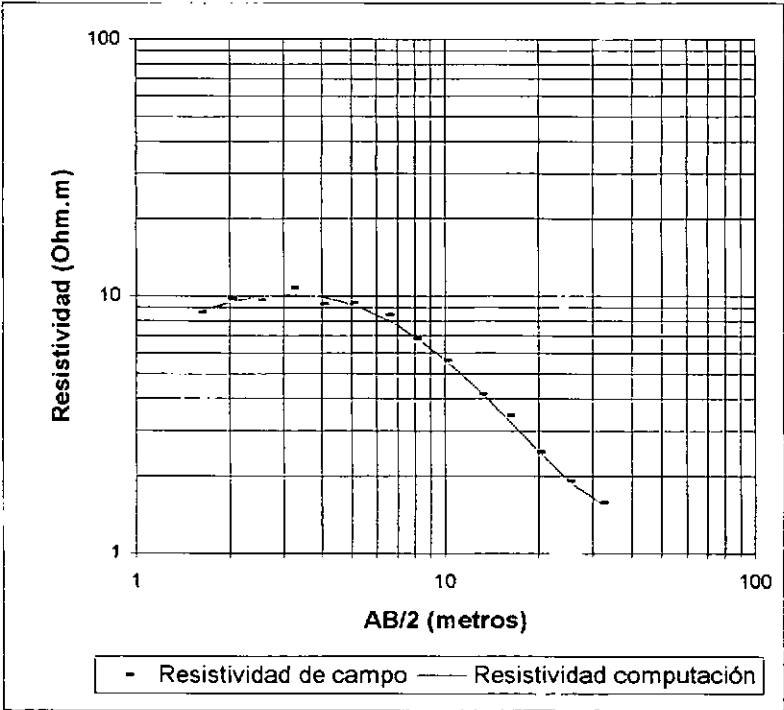
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	2	24.8	24.376	-1.7
2	2.5	19.3	20.239	4.6
3	3.2	15.8	15.132	-4.4
4	4	10.5	10.785	2.6
5	5	7.5	7.369	-1.8
6	6.5	4.9	4.826	-1.5
7	8	3.5	3.688	5.1
8	10	2.9	2.909	0.3
9	13	2.4	2.232	-7.5
10	20	1.35	1.462	7.6
11	25	1.285	1.247	-3.1
12	32	1.132	1.121	-1



Geoelectrica - SEV 13  
56 metros al SO del SEV 2

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.376	0.376	4.05
2.234	1.859	15.038
7.786	5.552	4.8
		1.224

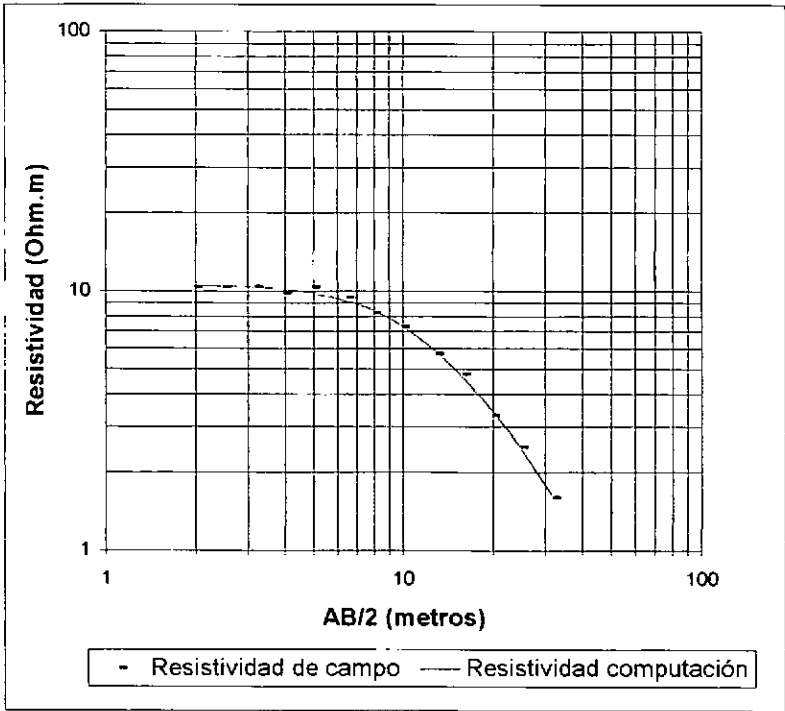
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	8.6	8.704	1.2
2	2	9.7	9.417	-3
3	2.5	9.6	9.931	3.3
4	3.2	10.7	10.144	-5.5
5	4	9.3	9.924	6.3
6	5	9.4	9.283	-1.3
7	6.5	8.4	8.079	-4
8	8	6.8	6.923	1.8
9	10	5.6	5.642	0.7
10	13	4.16	4.249	2.1
11	16	3.436	3.308	-3.9
12	20	2.474	2.502	1.1
13	25	1.915	1.935	1
14	32	1.574	1.564	-0.6



Geoelectrica - SEV 14  
67 metros al NO del Club Comercio

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
5.746	5.746	10.529
17.468	11.721	2.786
		0.293

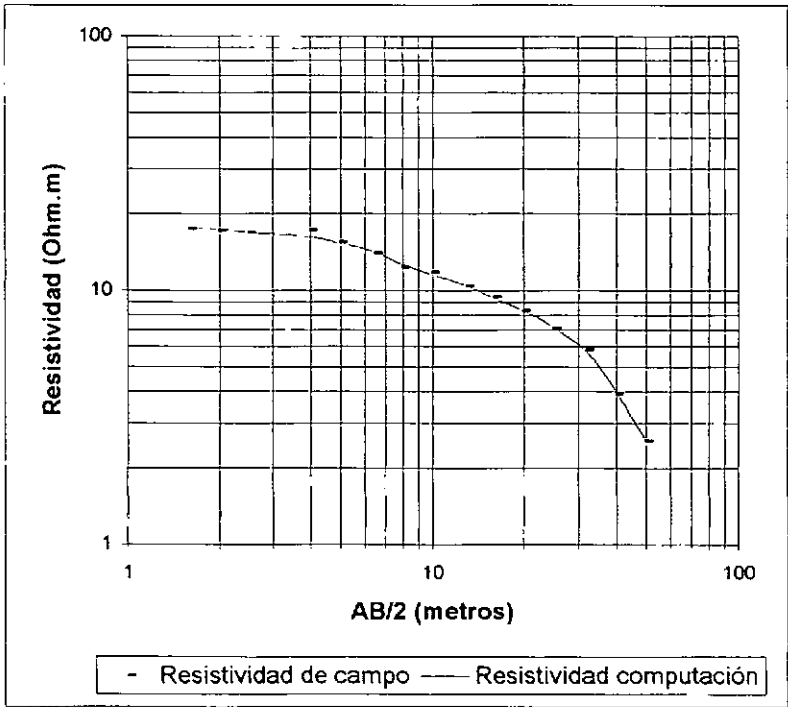
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	2	10.3	10.47	1.6
2	2.5	10.3	10.416	1.1
3	3.2	10.4	10.303	-0.9
4	4	9.8	10.115	3.1
5	5	10.3	9.791	-5.2
6	6.5	9.4	9.15	-2.7
7	8	8.2	8.387	2.2
8	10	7.3	7.311	0.2
9	13	5.7	5.817	2
10	16	4.782	4.609	-3.7
11	20	3.313	3.431	3.4
12	25	2.499	2.448	-2.1
13	32	1.591	1.597	0.4



Geoelectrica - SEV 15  
Zona de pozo 10 y 11 del FFCC.

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
2.503	2.503	17.935
16.069	13.566	9.333
		0.329

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	17.4	17.625	1.3
2	2	17.1	17.377	1.6
3	2.5	16.8	16.963	1
4	4	17.2	16.24	-5.9
5	5	15.4	15.312	-0.6
6	6.5	14	14.16	1.1
7	8	12.3	12.677	3
8	10	11.75	11.547	-1.8
9	13	10.36	10.457	0.9
10	16	9.4	9.292	-1.2
11	20	8.3	8.335	0.4
12	25	7.087	7.139	0.7
13	32	5.837	5.714	-2.1
14	40	3.922	3.988	1.7
15	50	2.554	2.543	-0.4



Computo métrico y Presupuesto  
 Los juries

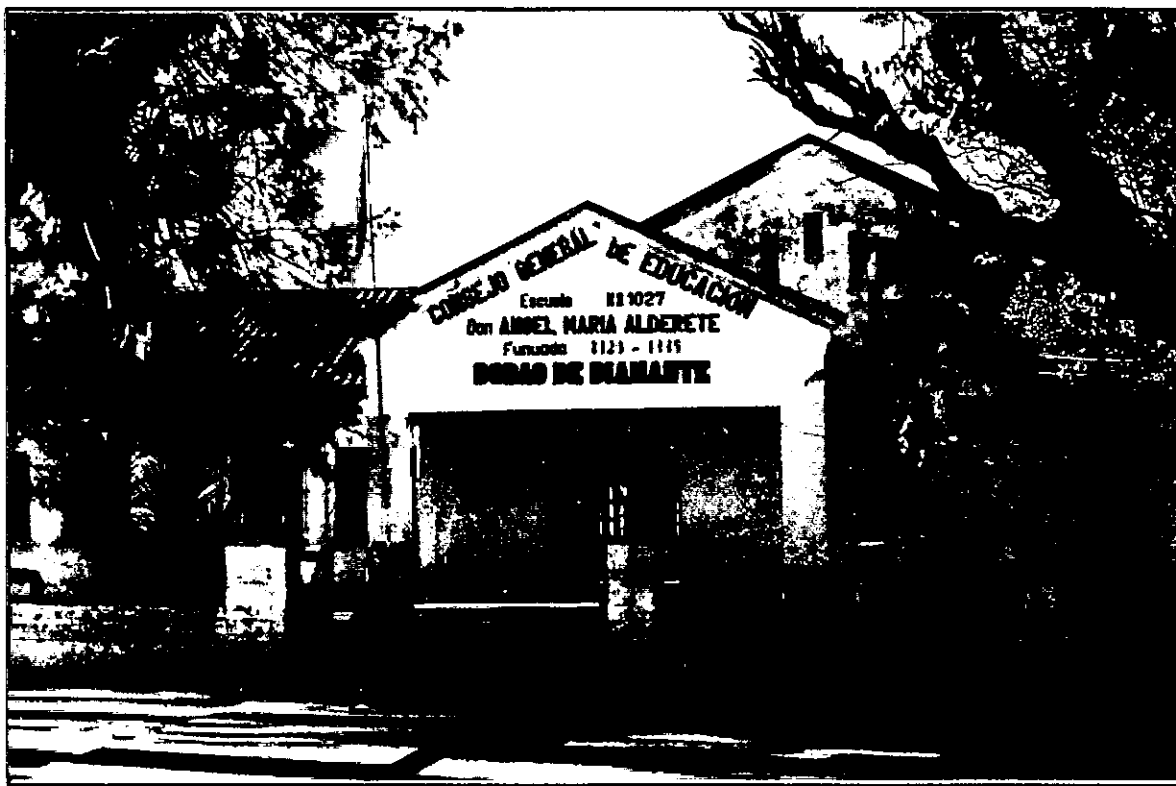
Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Construcción de 3 pozos excavados de 4 metros de diámetro	m	43
2	Ensayo de Bombeo escalonado de 72 hs de duración.	gl.	3

Nota: Los materiales descriptos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Unidad	Total (\$)
1	Construcción de 3 pozos excavados de 4 metros de diámetro	m	43	500	21500
2	Ensayo de Bombeo escalonado de 72 hs de duración.	gl	3	2500	7500
Total					29000

Nota: Los materiales descriptos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.

9. FOTOS



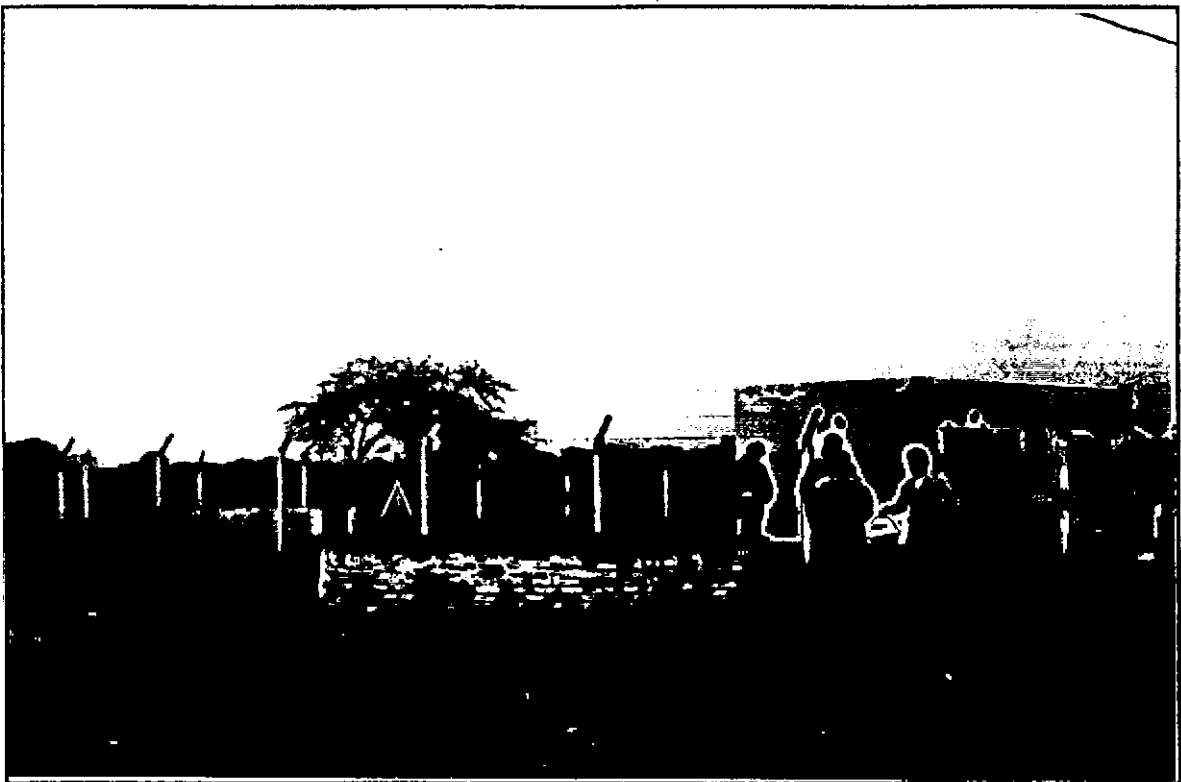
Escuela Provincial N° 1027 - Los Jurés



Calle principal - Los Jurés

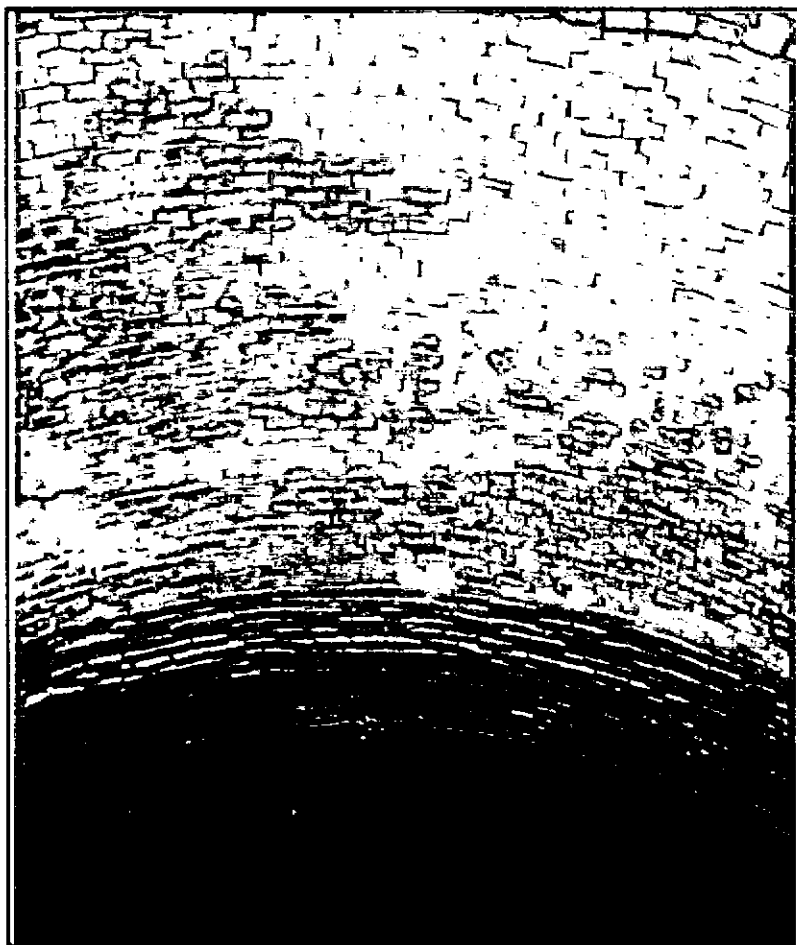


**Planta de Osmosis Inversa  
Los Juríes**

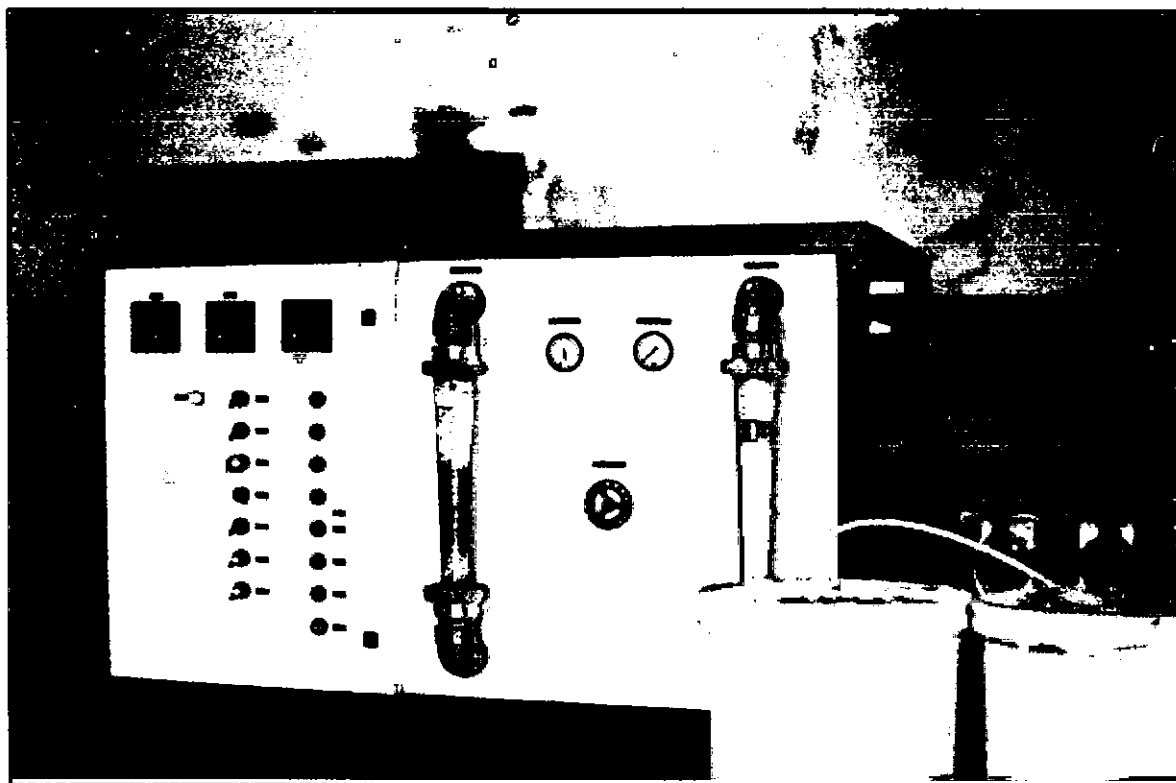


**Pozo de Efluentes - Planta de Osmosis Inversa - Los Juríes**





Pozo N° 1  
Planta de Osmosis Inversa  
Los Juríes



Planta de Osmosis Inversa - Los Juríes



Pozo 3, Pozo 4 (derecha) y Pozo 5 (atrás) - Los Juríes



Casas de Barrio - Los Juríes

**- *SAN ANDRES* -**  
***DEPARTAMENTO FIGUEROA***  
***PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO***

## INDICE

### 1. LOCALIZACION

### 2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*

2.2. *Hidrografía*

2.3. *Geología regional*

2.3.1. *Hidroestratigrafía*

### 3. SINTESIS POBLACIONAL

### 4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

### 5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. *Agua superficial*

5.2. *Agua subterránea*

5.2.1. *Antecedentes*

5.2.2. *Estudio de Fuentes*

5.2.2.1. *Geoeléctrica*

5.2.2.2. *Hidroquímica*

### 6. CONCLUSIONES

### 7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

### 8. ANEXOS

Figura 1: Mapa de la Provincia de Santiago del Estero

Figura 2: Mapa de Ubicación Departamental

Figura 3: Plano de Ubicación General San Andrés

Planilla 1 - 8 : Planillas y Curvas de SEV 1 al 8

Planilla 9: Cómputo métrico y Presupuesto

### 9. FOTOS

## 1. LOCALIZACION

El asentamiento poblacional de San Andrés se localiza en el centro de la Provincia de Santiago del Estero y pertenece al Departamento Figueroa (**Figura 1**). Las coordenadas geográficas del centro del núcleo poblacional son:

27° 15' 17,3" Latitud sur y 63° 20' 32,1" Longitud oeste.

Desde la ciudad de La Banda se accede a la zona de estudio a través de la ruta provincial N° 5 , asfaltada, que se dirige hacia el ENE hasta llegar a la localidad de La Invernada, recorriendo 114 Km. Desde allí, por la misma ruta, se recorren 20 Km hasta intersectar el camino de acceso al asentamiento poblacional. Es un camino de tierra con rumbo norte, por el cual se deben recorrer 10 Km hasta llegar a San Andrés. **Figura 2**.

La transitabilidad por la ruta provincial N° 5 es apta durante todo el año. El camino de acceso de tierra es temporariamente intransitable durante la época de lluvia.

## 2. CARACTERIZACION FISICA

### 2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*

La zona de estudio se encuentra en la Unidad Chaco Semiárido de acuerdo a la división en Regiones Naturales del NOA realizada por Vargas Gil y Bianchi, 1981.

El Chaco Semiárido es una extensa llanura con relieve relativamente uniforme con condiciones climáticas similares.

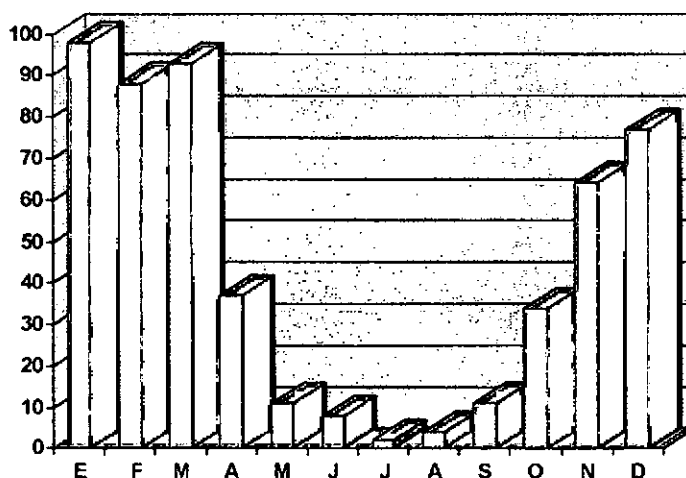
La precipitación media anual es del orden de 500 mm, la temperatura media anual es de 20° C , con una temperatura media del mes más cálido de 27,8° C y de 15,6° C para el mes más frío. Las temperaturas máximas extremas son unas de las más altas registradas en el subcontinente (47 °C). El período libre de heladas oscila entre 310 y 270 días.

Los registros pluviométricos más cercanos, en la misma región natural, al asentamiento poblacional son los correspondientes a la localidad de La Cañada, 60 Km al sudoeste.

Las precipitaciones medias mensuales y anual en milímetros, para el período 1934 - 1978 son:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
98	88	93	37	11	8	2	4	11	34	64	77	529

Precipitación Media Mensual



La mayor parte de las precipitaciones ocurren durante el período Noviembre-Marzo. Aún así las precipitaciones durante la época de lluvia no alcanzan para reponer el agua del suelo, de tal forma que todos los meses tienen déficit teórico climático de humedad edáfica.

Los suelos presentes en el área, según el Atlas de suelos de la Argentina del INTA, son del subgrupo de los Natracualfes típicos salinos, con una secuencia de horizontes A1, B2t, B3x. Tienen un epipedón ócrico claro y un horizonte nátrico oscuro con sales solubles abundantes. La permeabilidad es muy baja. Se trata de suelos aptos para ganadería como campos naturales de pastoreo, que en el caso de la zona de estudio presenta tres factores limitantes que son el mal drenaje, la sodicidad y la salinidad.

La vegetación está representada por el Dominio Chaqueño con especies típicas: quebracho colorado y blanco, guayacán, mistol, algarrobo, churqui y abundancia de arbustos como vinal, garabato negro y blanco, jarilla, atamisqui, etc.

La fauna más común son liebres, perdices, conejos salvajes, vizcachas, charatas, chanchos del monte, pumas y corzuelas.

## 2.2. Hidrografía

En sentido regional la zona de estudio se encuentra en la cuenca del Río Salado. Este es un cauce de agua permanente, que tiene una cuenca de gran extensión con sus nacientes en la Provincia de Salta (Río Juramento) y que penetra en la llanura Semiárida de Santiago del Estero formando un gran abanico aluvial. Este curso presenta grandes divagaciones tal como lo demuestran los numerosos cauces abandonados. Actualmente el Salado escurre de noroeste a sudeste.

### *2.3. Geología regional*

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica de la Llanura Chaco Pampeana y dentro de ésta, en el sector austral de la Cuenca del Noroeste.

Superficialmente se trata de una llanura de relieve relativamente uniforme formada por la acumulación irregular y discontinua de sedimentos loésicos, sobre materiales aluviales finos, que cubren los afloramientos precuaternarios, no observándose afloramientos rocosos.

#### *2.3.1. Hidroestratigrafía*

A continuación se describen aquellas unidades estratigráficas de implicancia hidrogeológica, que componen el perfil hidroestratigráfico típico para la zona, según la Carta Hidrogeológica de Santiago del Estero, A.Martín y otros, 1995.

**0 - 32 m Fm. Pampa** del Cuaternario, con presencia de acuíferos de muy baja permeabilidad (0,8 - 0,008 m/d) y agua de calidad media (residuo seco 2.500 - 3.000 mg/l).

**32 - 267 m Fm. Las Cañas (Entre Ríos)** del Plioceno Superior, contiene acuíferos de muy baja permeabilidad (0,8 - 0,008 m/d) y agua de calidad S (salmuera) con residuo seco mayor a 20.000 mg/l, donde el ión dominante es el cloruro.

**267 - 400 m Terciario Subandino** del Mioceno Superior - Plioceno Inferior, con acuíferos de iguales características al de la formación anterior.

**400 - 605 m Triásico** basamento hidrogeológico

## **3. SINTESIS POBLACIONAL**

El asentamiento poblacional de San Andrés depende del municipio de Bandera Bajada, Departamento Figueroa. Está compuesto por 50 habitantes, en su totalidad criollos, que componen 11 familias distribuidas en forma dispersa. Todas las viviendas son del tipo rancho construidas con paredes de adobe, techo de barro y/o chapa de zinc y piso de tierra. Los habitantes son propietarios de sus tierras.

El poblado no cuenta con escuela, por lo que los niños en edad escolar (actualmente siete) deben recorrer 6 Km entre ida y vuelta hasta la escuela de la localidad de El Chañar, al norte de San Andrés

La comunidad se encuentra desprovista de un puesto de salud. Una vez al mes un agente sanitario, proveniente de la localidad de Bella Vista, realiza el control sanitario del asentamiento. En caso de enfermedad los pobladores deben recurrir al puesto sanitario que se

encuentra a 6 Km al este, en la localidad de San José y en caso de emergencia concurren al hospital de Bandera Bajada o a Santiago del Estero.

La localidad no cuenta con un servicio de transportes de pasajeros, hasta el asentamiento. Los pobladores deben dirigirse por medios propios hasta la ruta N° 5 en donde tiene parada la empresa Manso que hace diariamente el recorrido Monte Quemado - Santiago del Estero.

Se reciben señales de radio LV11 Santiago del Estero, AM de Tucumán y FM de Bandera Bajada.

No existe servicio de electricidad, los pobladores utilizan como fuente de energía, tanto para calefacción como para cocinar, gas envasado, kerosene y la leña del lugar. El gas y el kerosene son obtenidos a partir de los vendedores ambulantes que recorren la zona.

La población construye pozos para el almacenamiento de los desechos domiciliarios los que posteriormente son quemados. Todas las viviendas tienen baño letrina construidos en la mayoría de los casos en forma precaria.

La actividad productiva principal y con fines económicos es la ganadería, con la cría de ganado vacuno, caprino, porcino y ovino. Le sigue en orden de importancia la fabricación de carbón vegetal y el labrado de postes. La agricultura se desarrolla en forma muy escasa, sembrándose solo maíz, zapallo y anco para autoconsumo.

La mayor parte de la población son productores rurales independientes. Debido a la falta de empleo local los jóvenes emigran en búsqueda de fuentes de trabajo hacia las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Chaco.

La comunidad ha formado una asociación vecinal que cuenta con presidente, secretario, tesorero y vocales. Esta asociación forma parte de una organización compuesta por 11 localidades del Departamento Figueroa, que conforman una cooperativa denominada Esperanza Norteña Limitada, de carácter agrícola ganadero. La cooperativa recibe el apoyo del Programa Social Agropecuario (PSA) a través del cual han obtenido créditos para la compra de maquinaria agrícola, como así también el asesoramiento técnico de sus ingenieros agrónomos. La cooperativa también forma parte del MOCASE (Movimiento Campesino de Santiago del Estero), con sede en la Capital de Santiago.

#### **4. PROVISION DE AGUA ACTUAL**

La comunidad cuenta con tres represas que son propiedad de algunas de las familias del poblado y a partir de las cuales se abastecen de agua los pobladores y sus animales. Cuando llega la época de sequía las represas disminuyen notablemente la cantidad de agua almacenada y sólo son utilizadas para abastecer al ganado. En esta instancia los pobladores tienen construido un pozo excavado enmarcado con madera, muy cerca de la represa mayor,



desde el cual extraen agua con baldes. El rendimiento del pozo es muy escaso y normalmente para la época más crítica la gente debe abastecerse de agua para bebida desde la localidad de Bandera Bajada, acarreando tanques de 9.000 litros por los que deben pagar un precio de entre \$60 a \$70. El agua es almacenada en aljibes y tachos de 200 litros. Algunas familias realizan también la cosecha de agua a partir del agua precipitada sobre los techos de sus viviendas.

## 5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

### 5.1. Agua superficial

En la zona de estudio el principal recurso hídrico superficial lo constituye el río Salado del cual surgen numerosos canales que abastecen una amplia zona. El asentamiento en estudio dista a 40 Km de los canales que abastecen a la localidad de Amamá. Debido a esta distancia se considera no económico el abastecimiento a partir de esta fuente.

### 5.2. Agua subterránea

#### 5.2.1. Antecedentes

Regionalmente el área de estudio se encuentra, según la carta hidrogeológica de la provincia de Santiago del Estero, A.Martín y otros, 1995, en la estructura hidrogeológica de Facies Calcáreo Limosas. Esta zona se caracteriza por contener acuíferos de muy baja permeabilidad y calidad química media a salmuera localizados en la Formación Pampa y Entre Ríos. La zona de recarga se localiza al occidente de la provincia con una dirección del flujo subterráneo hacia el sudeste.

El pozo más cercano al asentamiento que cuenta con un legajo técnico completo es el realizado por la Dirección General de Minas y Geología, denominado La Fortuna 1, en el año 1943, localizado 34 Km al sudeste de San Andrés. Fue realizado con sistema de percusión hasta una profundidad de 320 metros, habiéndose identificado los siguientes niveles acuíferos:

Acuífero	Profundidad (m)	Nivel Estático (m)	Residuo (mg/l)
1	22,8 - 29,6	21,40	690
2	33,6 - 44,5	21,30	30.320
3	81,7 - 83,7	22,70	39.960
4	102,4 - 105,6	22,35	46.550
5	174,9 - 177,6	25,05	64.040

El pozo fue rellenado hasta los 32,40 metros, habiéndose puesto en producción solamente el acuífero N° 1, que presenta una calidad físico-química adecuada.

#### 5.2.2. Estudio de Fuentes

En el asentamiento solo existe un pozo localizado en el borde de la represa mayor pero que en el momento del estudio se encontraba derrumbado y enlamado desde la última época de lluvias. Según los comentarios de la gente del lugar el pozo tendría un nivel estático aproximadamente a los 11 metros, con agua de buena calidad pero en cantidad insuficiente.

##### 5.2.2.1. Geoeléctrica

En base a los escasos antecedentes del área y al único pozo existente se programó un estudio de prospección geoeléctrica en distintas áreas con el fin de observar la respuesta eléctrica en cada una de ella y poder extrapolar esta información a otras zonas. El estudio se realizó con un equipo bicomensador de corriente continua con lectura simultánea de intensidad y diferencia de potencial. Se usaron electrodos de corriente de acero inoxidable y de potencial de cobre en solución saturada de sulfato de cobre. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1.000 metros de longitud. Como fuente de energía se utilizaron cajas con baterías de 9 voltios que interconectadas, alcanzan un valor máximo de 540 voltios.

La prospección geoeléctrica se llevó a cabo por el método del SEV (sondeo eléctrico vertical), con un dispositivo electródico tetrapolar Schlumberger de constante geométrica  $K = \pi \cdot ((AM \cdot AN) / MN)$ .

Las longitudes entre el centro de los sondeos y electrodos de corriente fueron variables hasta distancias máximas de 160 m. Las separaciones entre los electrodos de potencial, MN, variaron entre 1 y 50 metros.

La curva de campo se graficó en papel bilogarítmico de módulo 62,5 mm, donde la abscisa corresponde a los valores de OA y la ordenada a los de  $\delta_a$  (resistividad aparente).

La interpretación se realizó primeramente en forma manual a través de la comparación de la curva de campo empalmada, con los ábacos patrones de Orellana & Mooney (1966) y de van Dam & Meulenkamp (1969). A continuación los resultados de la interpretación manual fueron optimizados con programas de computación. El resultado final es un gráfico donde las marcas representan a los puntos de la curva de campo empalmada y la línea continua corresponde a la curva de interpretación optimizada que responde al modelo físico - matemático.

Se ejecutaron ocho sondeos obteniéndose los siguientes resultados:

## SEV 1 Borde Represa 1 (Flia. Salto)

## Corte Geoelectrico

$$\begin{array}{r} 1,4 \quad 0,5 \\ \hline 4 \quad 5 \\ \hline 2 \quad 31 \\ \hline 0,7 \end{array}$$

El corte geoelectrico muestra cuatro electrocapas que en base a sus valores de resistividad no revisten importancia hidrogeológica.

## SEV 2 Borde Represa 2 al lado pozo derrumbado

## Corte Geoelectrico

$$\begin{array}{r} 9 \quad 0,9 \\ \hline 16 \quad 2,4 \\ \hline 38 \quad 7 \\ \hline 9 \quad 12 \\ \hline 0,8 \end{array}$$

El corte geoelectrico muestra valores de resistividad mayores que en el sondeo anterior. Esta situación indicaría facies mas permeables que pueden permitir la recarga del sistema subterráneo desde la represa. De acuerdo al nivel estático que tendría el pozo (11 metros), la cuarta electrocapa sería correlacionable con el acuífero freático explotado por éste.

## SEV 3 Borde Represa 2 sobre el camino principal

## Corte Geoelectrico

$$\begin{array}{r} 9 \quad 0,7 \\ \hline 19 \quad 4 \\ \hline 11 \quad 13 \\ \hline 0,7 \end{array}$$

El corte geoelectrico muestra una situación e interpretación similar al anterior. La electrocapa de interés en este caso se localiza entre los 4 y 13 metros de profundidad.

## SEV 4 A 250 metros al NO del SEV3 sobre el camino hacia Bandera Bajada

## Corte Geoelectrico

$$\begin{array}{r} 2 \quad 0,6 \\ \hline 3 \quad 5 \\ \hline 1 \end{array}$$

El corte geoelectrico muestra tres electrocapas donde ninguna presenta condiciones hidrogeológicas favorables.

## SEV 5 Sobre el camino principal en dirección a ruta N° 5

## Corte Geoelectrico

$$\begin{array}{r} 2 \quad 0,6 \\ \hline 8 \quad 2 \\ \hline 3 \quad 30 \\ \hline 0,1 \end{array}$$

El corte geoelectrico muestra un conjunto de cuatro electrocapas, donde ninguna de ellas ofrece perspectivas hidrogeológicas.

## SEV 6

## Corte Geoeléctrico

1	0,6
13	1,3
0,6	3
12	7
0,3	

En el corte geoeléctrico se observa una sucesión de cinco electrocapas. Analizando sus valores de resistividad, la cuarta presentaría posibilidades hidrogeológicas, las que quedan descartadas debido a la profundidad, ya que se estima un nivel freático local ubicado aproximadamente a 11 metros.

## SEV 7 Al lado de represa 3 Flia. Gallardo

## Corte Geoeléctrico

6	0,7
1,5	1,7
5	3,6
1,4	10
7	14
0,03	

El corte geoeléctrico muestra un conjunto de seis electrocapas. Al igual que la situación encontrada en los bordes de la represa 2, existe una electrocapa de interés que puede comportarse como acuífero, entre los 10 y 14 metros de profundidad.

## SEV8 A 50 metros al S de la represa 2

## Corte Geoeléctrico

2	0,15
7	9
5	15
2	

El corte geoeléctrico muestra una sucesión de cuatro electrocapas en donde la tercera, ubicada entre los 9 y 15 metros de profundidad, con una resistividad de 5 Ohm.m, es correlacionable con las halladas en los SEV 2 y 3. Su menor valor de resistividad puede indicar un desmejoramiento de las condiciones hidrogeológicas, posiblemente debido a su mayor

distancia a la represa.

5.2.2.2. *Hidroquímica*

No se extrajeron muestras de agua.

## 6. CONCLUSIONES

La única fuente de agua superficial son los canales derivados del río Salado que se hallan a gran distancia del asentamiento, siendo muy costosa su captación.

En base a los antecedentes y observaciones de campo, las expectativas hídricas subterráneas son extremadamente escasas y se localizan en el acuífero libre. Este sólo contendría agua con condiciones físicas aceptables en lugares con recarga preferencial, tal como ocurre en los bordes de la represas 2 y 3. En estos lugares se ha identificado por

geoeléctrica una posible zona acuífera, que en base a la supuesta profundidad del nivel estático que tenía el único pozo excavado, tiene un espesor saturado escaso (entre 1 y 3 metros). Debido a esta situación y de acuerdo a la información brindada por los pobladores, se debe esperar un bajo rendimiento a partir de las captaciones de este nivel acuífero.

## **7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION**

De acuerdo al estudio de fuentes se propone realizar tres pozos excavados de gran diámetro (4 metros).

Dos de ellos en el borde de la represa 2 en la posición del los sondeos 2 y 3 y el otro en el borde de la represa 3.

Los pozos deben tener una profundidad aproximada de 14 metros, debiendo atravesar todo el acuífero libre. Se recomienda un brocal alto que evite posibles invasiones del agua de la represa hacia el pozo, ya que esto puede perjudicar a la obra.

Los pozos deben ser ensayados con el fin de establecer su caudal máximo diario. Durante los ensayos se recomienda extraer muestras de agua al principio y final del bombeo para realizarles un análisis físico, químico y bacteriológico, con el fin de verificar su aptitud para el consumo humano y determinar posibles variaciones con el tiempo de bombeo.

Dado el escaso rendimiento que se espera de estas captaciones sólo deben ser utilizadas como fuente de aprovisionamiento de agua para la población. Para un uso racional del recurso se recomienda su explotación a través de un sistema de bombeo manual, hacia un grifo público.

Para este paraje sería de utilidad realizar un plan de techado de las viviendas y construcción de aljibes con el fin de que sea posible realizar la cosecha del agua de lluvia en forma más eficiente. Esto puede ayudar en gran medida a mantener un suministro de agua potable a lo largo del año.

Debido a la estructura socioeconómica del asentamiento, brindar sólo una solución de abastecimiento de agua para sus pobladores no es una solución integral que ayude a mejorar sus condiciones de vida, puesto que sus animales son su principal fuente de sustento. Por ello se recomienda la construcción de nuevas represas que permitan almacenar un volumen de agua mayor durante la época de lluvias.

El cómputo métrico y presupuesto se adjuntan en la planilla N° 9.

## **8. ANEXOS**

Figura 1: Mapa de la Provincia de Santiago del Estero

Figura 2: Mapa de Ubicación Departamental

Figura 3: Plano de Ubicación General San Andrés

Planilla 1 - 8: Planillas y Curvas de SEV 1 al 8

Planilla 9: Cómputo métrico y Presupuesto



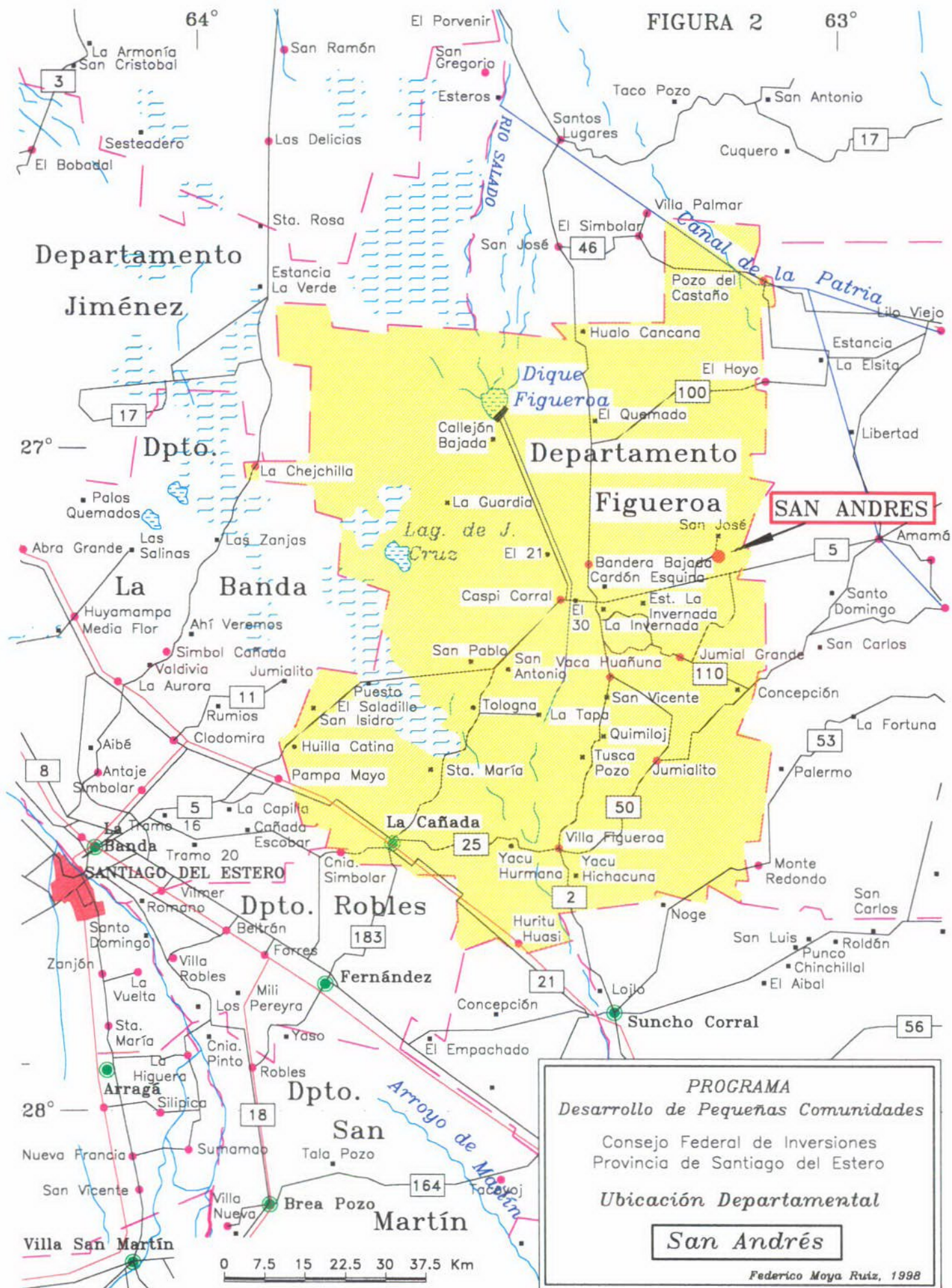
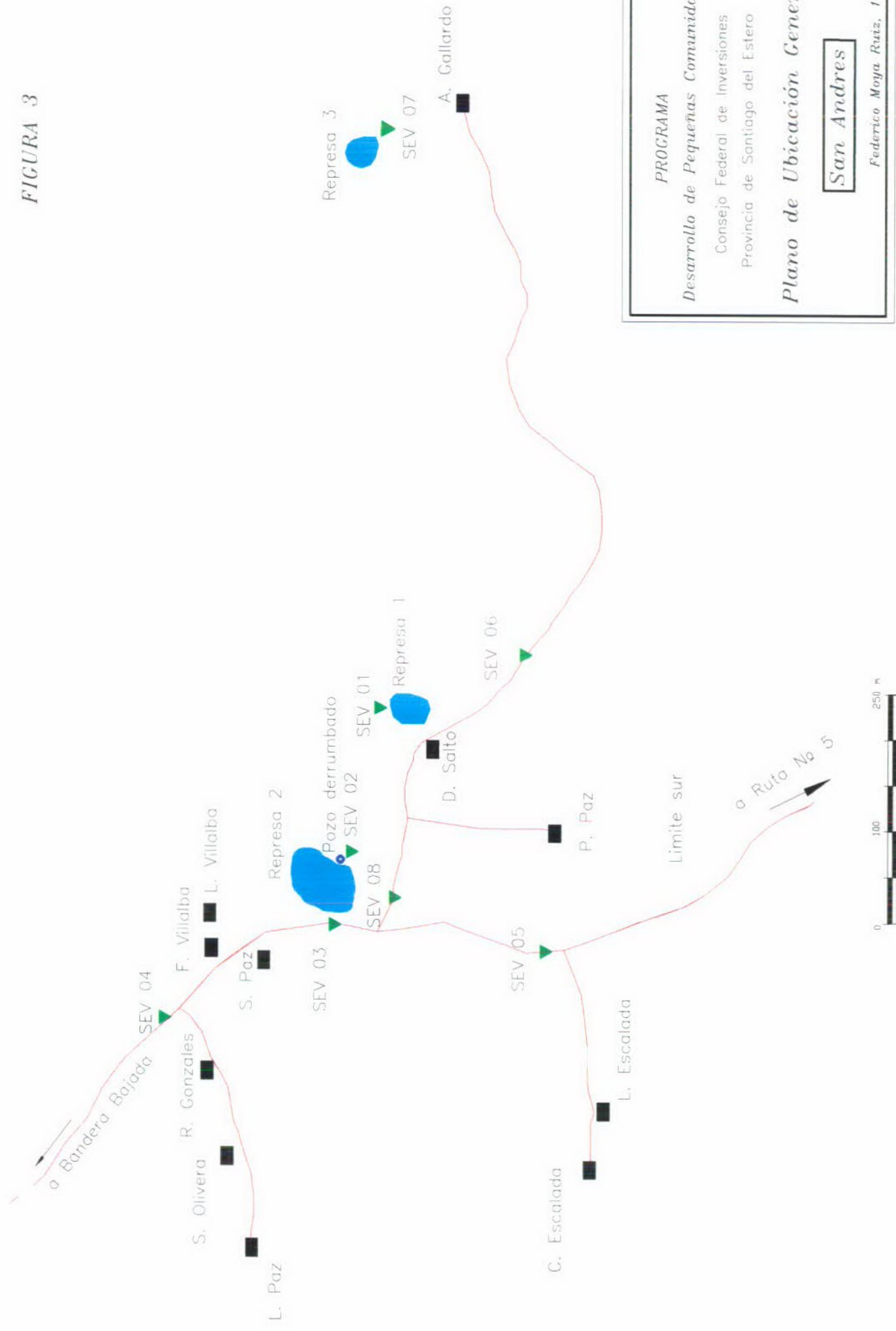


FIGURA 3

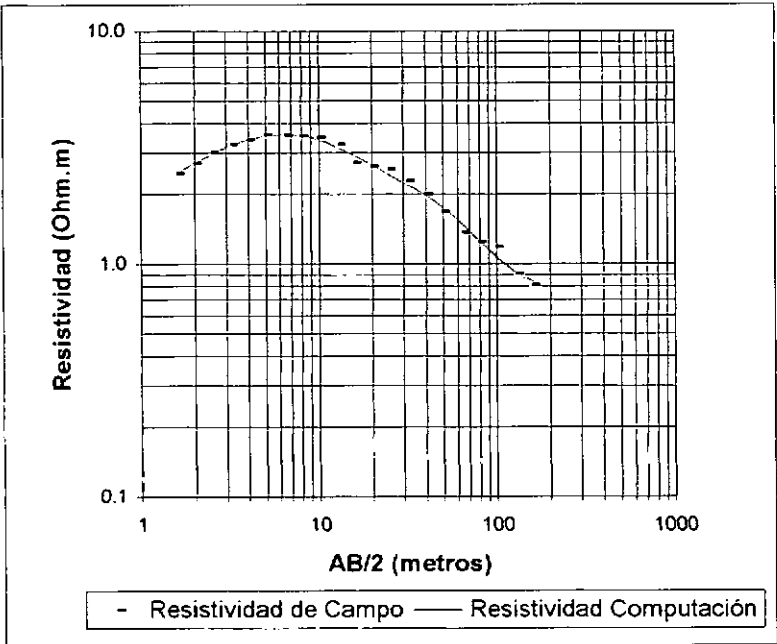




Geoelectrica - SEV 1  
Borde de represa 1

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.537	0.537	1.434
5.177	4.64	4.37
31.422	26.245	2.176
		0.744

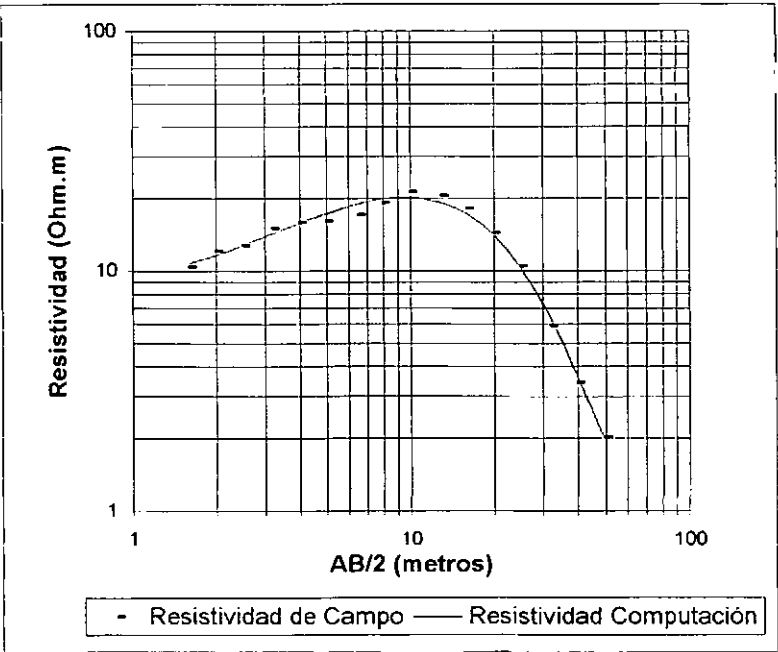
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	2.45	2.457	0.3
2	2	2.7	2.719	0.7
3	2.5	2.99	2.975	-0.5
4	3.2	3.26	3.23	-0.9
5	4	3.4	3.419	0.6
6	5	3.57	3.55	-0.6
7	6.5	3.56	3.605	1.3
8	8	3.53	3.559	0.8
9	10	3.5	3.42	-2.3
10	13	3.25	3.16	-2.8
11	16	2.728	2.917	6.5
12	20	2.621	2.655	1.3
13	25	2.533	2.417	-4.8
14	32	2.26	2.178	-3.8
15	40	1.986	1.966	-1
16	50	1.672	1.74	3.9
17	65	1.368	1.461	6.3
18	80	1.244	1.25	0.5
19	100	1.178	1.063	-10.9
20	130	0.904	0.912	0.9
21	160	0.812	0.842	3.5



Geoeléctrica - SEV 2  
Borde de represa 2 - lado pozo derrumbado

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.9	0.9	8.9
2.4	1.5	16.3
7.1	4.7	37.7
11.7	4.6	8.6
		0.8

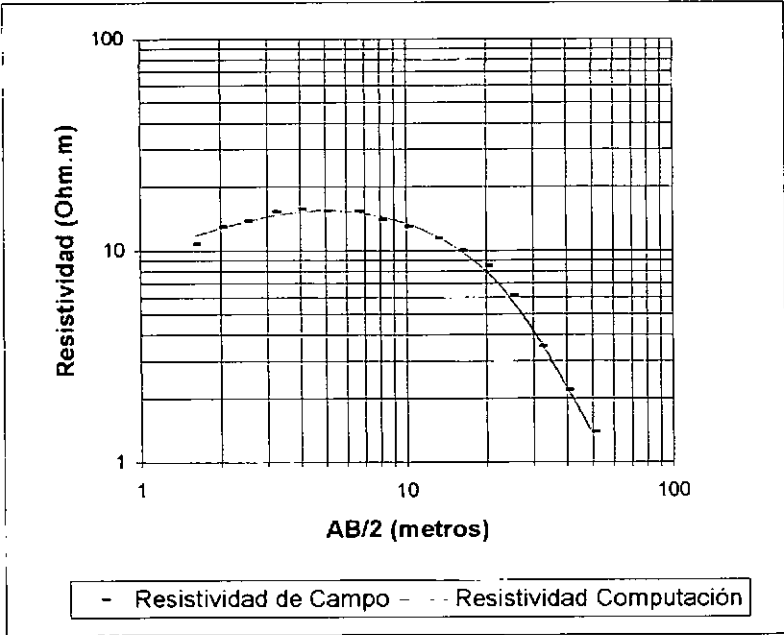
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	10.4	10.799	3.7
2	2	12.1	11.694	-3.5
3	2.5	12.7	12.802	0.8
4	3.2	14.97	14.25	-5
5	4	15.84	15.726	-0.7
6	5	16.1	17.278	6.8
7	6.5	17.1	18.967	9.8
8	8	19.2	19.924	3.6
9	10	21.3	20.243	-5.2
10	13	20.6	19.256	-7
11	16	18.17	17.268	-5.2
12	20	14.355	14.076	-2
13	25	10.47	10.286	-1.8
14	32	5.903	6.283	6
15	40	3.413	3.558	4.1
16	50	2.018	1.924	-4.9



Geoelectrica - SEV 3  
Borde de represa 2 - sobre camino principal

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.7	0.7	8.6
3.8	3.1	19.3
12.9	9.1	10.9
		0.7

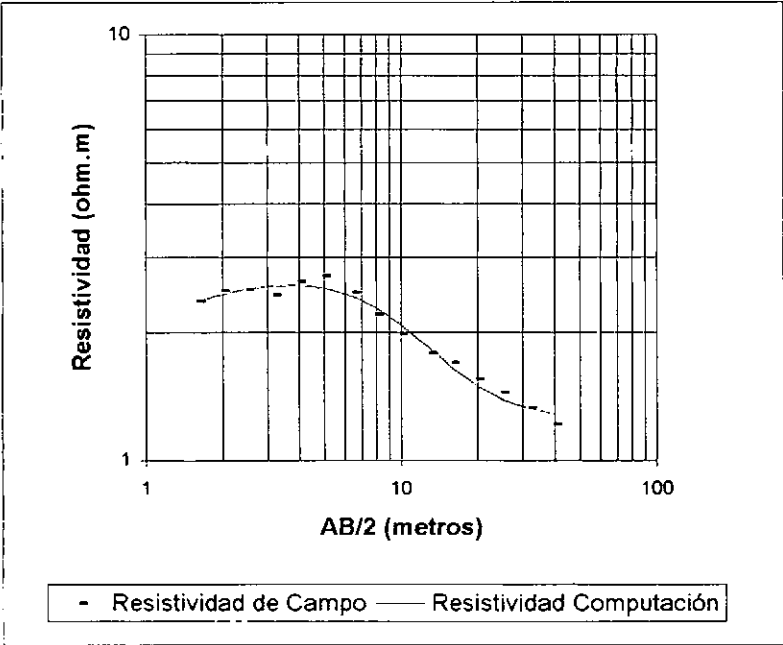
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	10.7	11.71	8.6
2	2	12.9	12.695	-1.6
3	2.5	13.7	13.66	-0.3
4	3.2	15.1	14.576	-3.6
5	4	15.6	15.157	-2.9
6	5	15.2	15.404	1.3
7	6.5	15.2	15.163	-0.2
8	8	13.9	14.532	4.3
9	10	12.9	13.438	4
10	13	11.4	11.678	2.4
11	16	9.958	9.987	0.3
12	20	8.45	7.954	-6.2
13	25	6.139	5.842	-5.1
14	32	3.506	3.714	5.6
15	40	2.181	2.267	3.8
16	50	1.389	1.379	-0.7



Geoelectrica - SEV 4  
250 metros al NO de SEV 3

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.609	0.609	2.017
4.729	4.12	2.834
		1.237

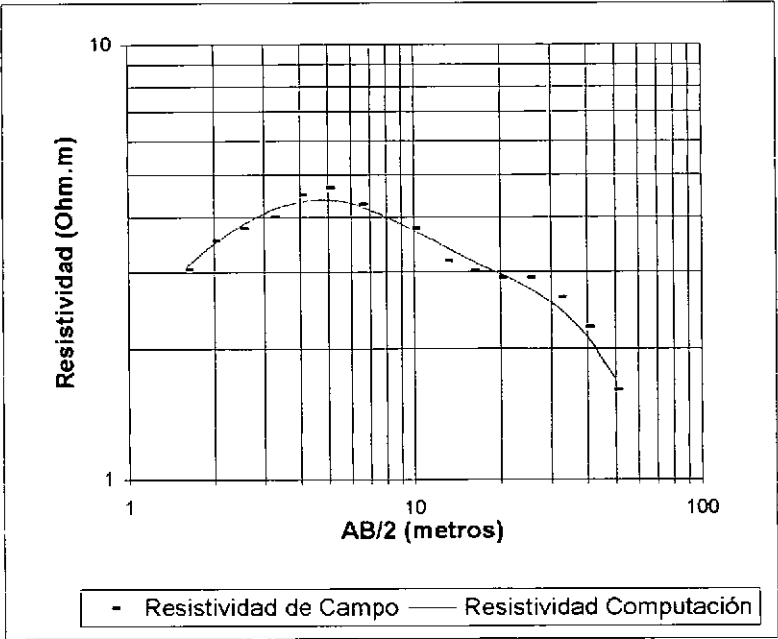
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	2.36	2.371	0.5
2	2	2.5	2.455	-1.8
3	2.5	2.51	2.525	0.6
4	3.2	2.44	2.573	5.2
5	4	2.63	2.58	-2
6	5	2.7	2.541	-6.3
7	6.5	2.48	2.425	-2.3
8	8	2.2	2.277	3.4
9	10	1.98	2.077	4.7
10	13	1.78	1.824	2.4
11	16	1.691	1.644	-2.9
12	20	1.55	1.493	-3.8
13	25	1.444	1.391	-3.8
14	32	1.329	1.323	-0.5
15	40	1.215	1.289	5.7



Geoelectrica SEV 5  
Sobre el camino principal en dirección a ruta N° 5

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.554	0.554	1.608
2.127	1.573	7.933
29.874	27.747	2.893
		0.101

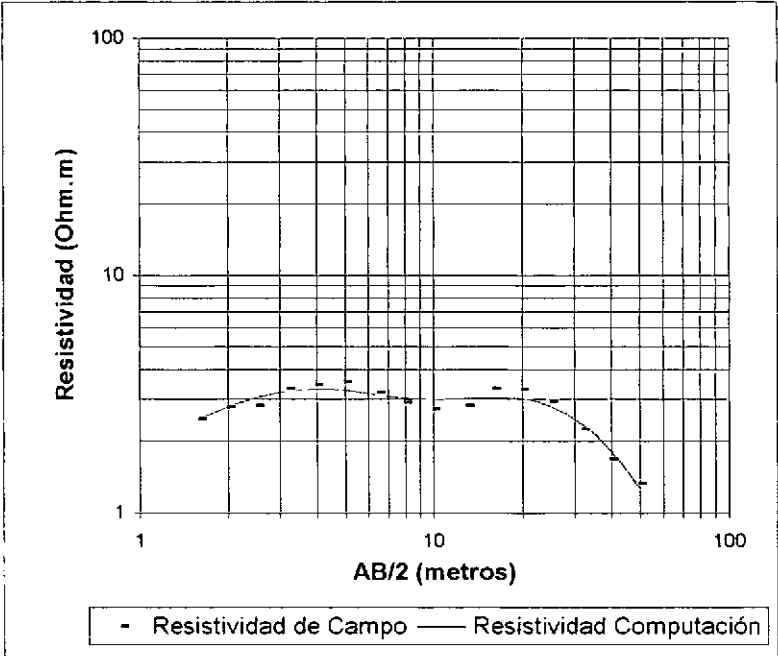
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	3.04	3.097	1.8
2	2	3.54	3.485	-1.6
3	2.5	3.76	3.849	2.3
4	3.2	4	4.172	4.1
5	4	4.5	4.347	-3.5
6	5	4.68	4.382	-6.8
7	6.5	4.29	4.243	-1.1
8	10	3.76	3.74	-0.5
9	13	3.18	3.408	6.7
10	16	3.02	3.18	5
11	20	2.898	2.965	2.3
12	25	2.898	2.75	-5.4
13	32	2.617	2.463	-6.3
14	40	2.232	2.121	-5.2
15	50	1.604	1.696	5.4



Geoelectrica SEV 6

Profundidad (metros)	Esesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.576	0.576	1.211
1.348	0.773	12.781
2.734	1.385	0.638
7.222	4.489	12.235
		0.284

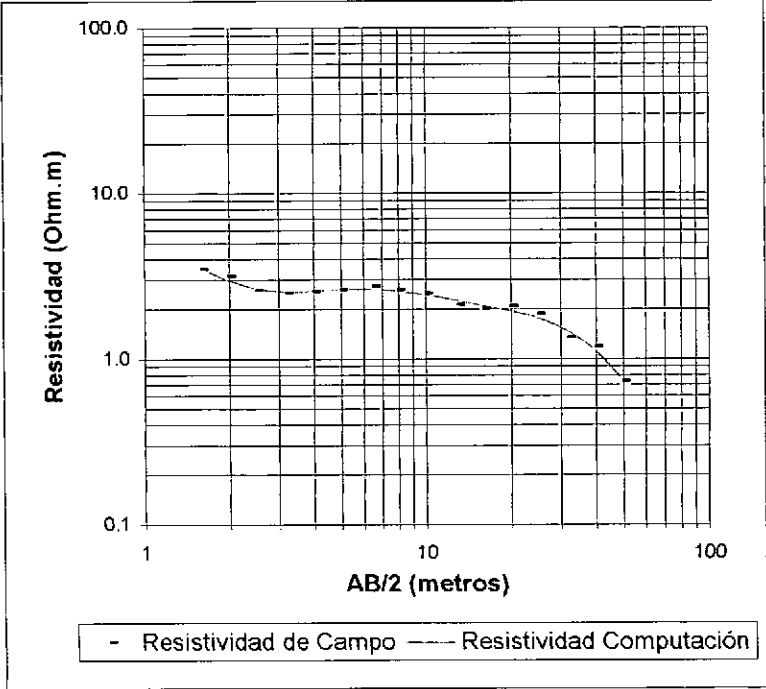
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	2.48	2.477	-0.1
2	2	2.79	2.791	0
3	2.5	2.83	3.061	7.5
4	3.2	3.32	3.262	-1.8
5	4	3.45	3.326	-3.7
6	5	3.56	3.282	-8.5
7	6.5	3.19	3.145	-1.4
8	8	2.92	3.042	4
9	10	2.73	2.996	8.9
10	13	2.83	3.034	6.7
11	16	3.317	3.07	-8
12	20	3.303	3.018	-9.4
13	25	2.95	2.8	-5.4
14	32	2.237	2.35	4.8
15	40	1.688	1.818	7.1
16	50	1.327	1.273	-4.2



Geoelectrica SEV 7  
Al lado represa 3 Gallardo

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.679	0.679	6.288
1.745	1.066	1.469
3.627	1.882	4.949
9.621	5.994	1.423
13.672	4.051	7.101
		0.03

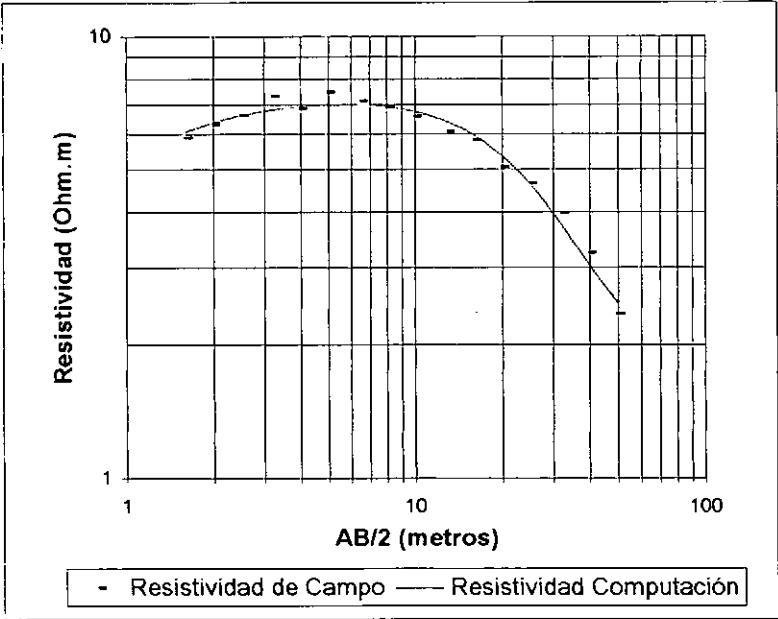
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	3.47	3.54	2
2	2	3.14	2.997	-4.8
3	2.5	2.59	2.659	2.6
4	3.2	2.5	2.535	1.4
5	4	2.54	2.565	1
6	5	2.61	2.623	0.5
7	6.5	2.72	2.626	-3.6
8	8	2.61	2.555	-2.2
9	10	2.47	2.422	-2
10	13	2.1	2.238	6.2
11	16	2	2.098	4.7
12	20	2.073	1.948	-6.4
13	25	1.854	1.759	-5.4
14	32	1.333	1.461	8.8
15	40	1.179	1.114	-5.9
16	50	0.732	0.744	1.6



Geoelectrica SEV 8  
50 m al S de la represa 2

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.145	0.145	1.947
8.658	8.513	7.265
15.158	6.5	5.052
		1.691

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	5.89	6.08	3.1
2	2	6.31	6.373	1
3	2.5	6.62	6.609	-0.2
4	3.2	7.3	6.803	-7.3
5	4	6.83	6.921	1.3
6	5	7.46	6.985	-6.8
7	6.5	7.12	6.986	-1.9
8	8	6.9	6.917	0.3
9	10	6.56	6.751	2.8
10	13	6.06	6.394	5.2
11	16	5.8	5.962	2.7
12	20	5.047	5.344	5.6
13	25	4.63	4.604	-0.6
14	32	3.968	3.739	-6.1
15	40	3.226	3.033	-6.4
16	50	2.34	2.486	5.9





Computo métrico y Presupuesto

San Andrés

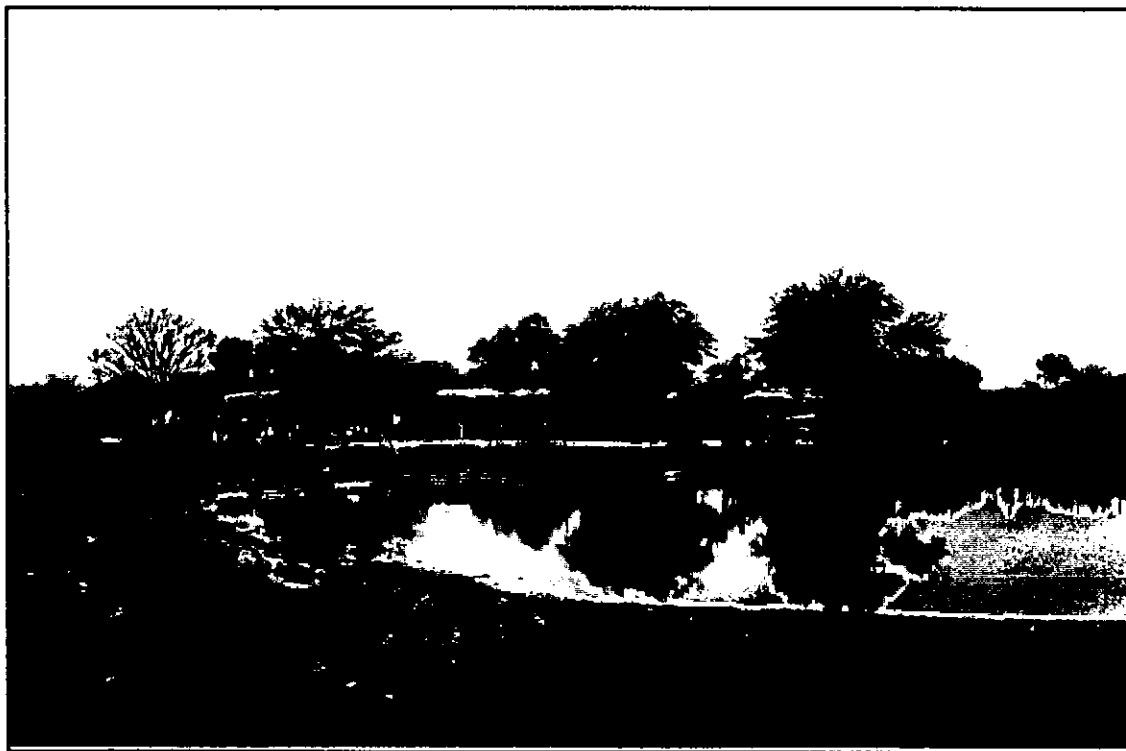
Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Construcción de tres pozos excavados de 4 metros de diámetro y 14 metros de profundidad	m	42
2	Ensayo de Bombeo de 72 hs de duración.	gl.	3

Nota: Los materiales descriptos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.

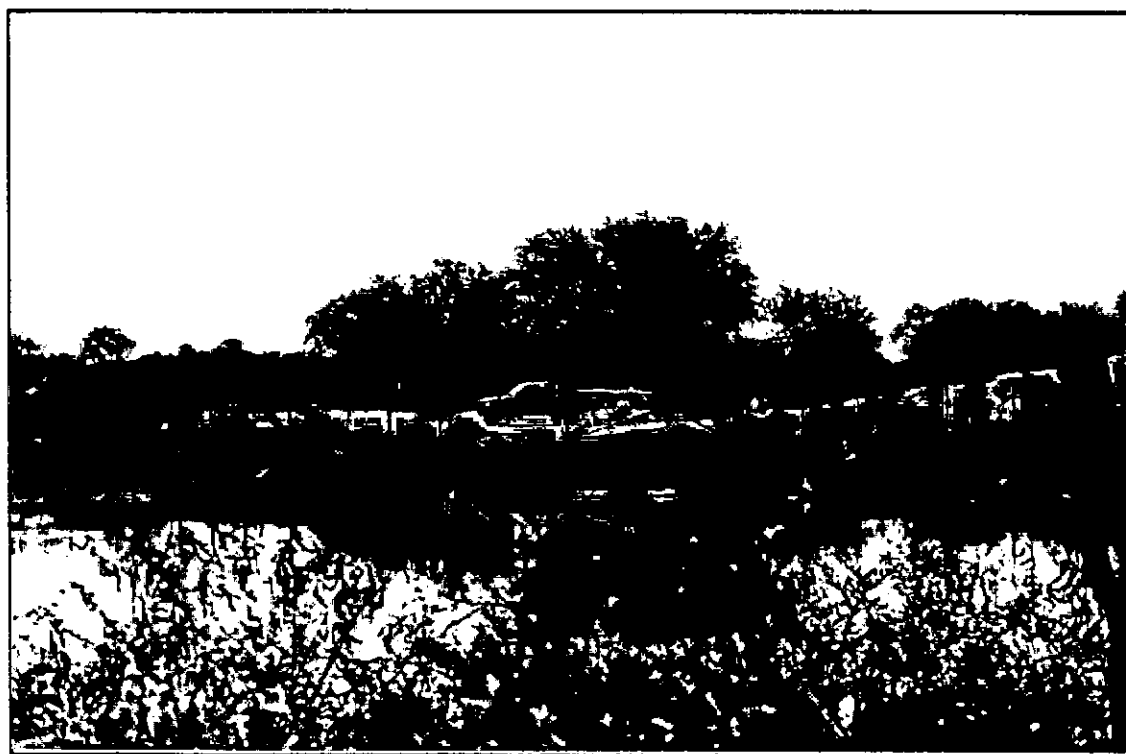
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Unidad	Total (\$)
1	Construcción de tres pozos excavados de 4 metros diámetro y 14 metros de profundidad	m	42	500	21000
2	Ensayo de Bombeo 72 hs de duración.	gl	3	2500	7500
Total					28500

Nota: Los materiales descriptos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.

9. FOTOS



Vivienda Típica y Represa 1 - San Andrés



Prospección Geoeléctrica (SEV 2) - Represa 2 - San Andrés



Pozo Excavado Represa 2 - San Andrés



**- *OSO HUANCHINA* -**  
***DEPARTAMENTO SARMIENTO***  
***PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO***

**Agosto de 1998**

## INDICE

### 1. LOCALIZACION

### 2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*

2.2. *Hidrografía*

2.3. *Geología regional*

2.3.1. *Hidroestratigrafía*

### 3. SINTESIS POBLACIONAL

### 4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

### 5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. *Agua superficial*

5.2. *Agua subterránea*

5.2.1. *Antecedentes*

5.2.2. *Estudio de Fuentes*

5.2.2.1. *Geoeléctrica*

5.2.2.2. *Hidroquímica*

### 6. CONCLUSIONES

### 7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

### 8. ANEXOS

Figura 1: Mapa de la Provincia de Santiago del Estero

Figura 2: Mapa de Ubicación Departamental

Figura 3: Plano de Ubicación General Oso Huanchina

Planilla 1- 2: Análisis físico-químicos

Planilla 3 - 7 : Planillas y Curvas de SEV 1 al 5

Planilla 8: Cómputo métrico y Presupuesto

### 9. FOTOS

## 1. LOCALIZACION

El asentamiento poblacional de Oso Huanchina se localiza en el centro este de la Provincia de Santiago del Estero y pertenece al Departamento Sarmiento. **Figura 1.** Las coordenadas geográficas de la escuela de la localidad son:

28° 0' 5,6" Latitud Sur y 63° 36' 26,7" Longitud Oeste

Desde la ciudad de Santiago del Estero se recorren 55,5 Km al SE por la ruta nacional N° 34 hasta llegar a la localidad de Taboada. Desde allí se continúa por la ruta nacional N° 89, por la cual se recorren 14 Km en dirección E hasta llegar a la entrada del asentamiento de Oso Huanchina. **Figura 2.**

El acceso a la localidad es apto durante todo el año.

## 2. CARACTERIZACION FISICA

### 2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*

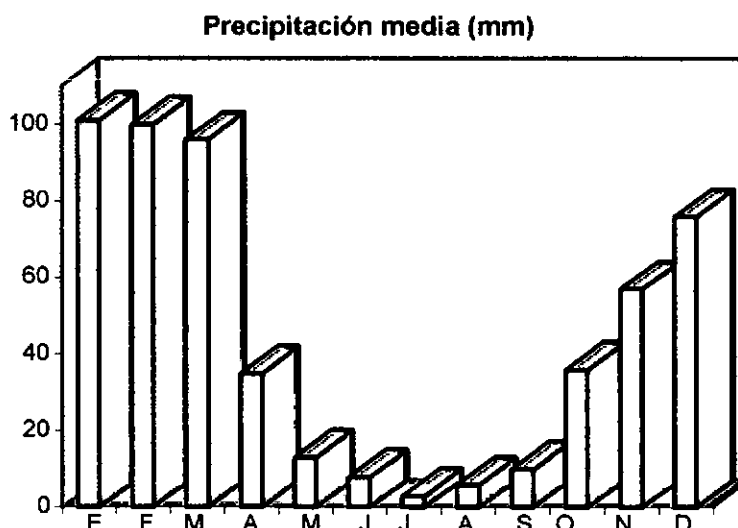
La zona de estudio se encuentra en la Unidad Chaco Semiárido de acuerdo a la división en Regiones Naturales del NOA realizada por Vargas Gil y Bianchi, 1981.

El Chaco Semiárido es una extensa llanura con relieve relativamente uniforme con condiciones climáticas similares.

La precipitación media anual es del orden de 500 mm, la temperatura media anual es de 20° C, con una temperatura media del mes más cálido de 27,8° C y de 15,6° C para el mes más frío. Las temperaturas máximas extremas son una de las más altas registradas en el subcontinente (47 °C). El período libre de heladas oscila entre 310 y 270 días.

Los registros pluviométricos más cercanos al asentamiento poblacional son los correspondientes a la localidad de Suncho Corral ( 23 Km al E). Las precipitaciones medias mensuales y anual en mm, para el período 1934 - 1978 son:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
101	100	96	35	13	8	3	6	10	36	57	76	542



La mayor parte de las precipitaciones ocurren durante el período Noviembre - Marzo. Aún así las precipitaciones durante la época de lluvia no alcanzan para reponer el agua del suelo, de tal forma que todos los meses tienen déficit teórico climático de humedad edáfica.

Los suelos dominantes en el área, según el Atlas de suelos de la Argentina del INTA, son Entisoles - Fluventes del subgrupo de los Ustifluventes Típicos. Estos se caracterizan por que están constituidos por una sucesión de capas que varían en textura, espesor y composición mineralógica. Se desarrollan en diversos ambientes como piedemontes, conos aluviales, bajadas en cauces, llanuras aluviales, etc. Son suelos de aptitud de uso variado, que en la zona de estudio están limitados por la salinidad.

La vegetación está representada por el Dominio Chaqueño con especies típicas: quebracho colorado y blanco, guayacán, mistol, algarrobo, churqui y abundancia de arbustos como garabato negro y blanco, jarilla, atamisqui, etc.

La fauna más común son liebres, perdices, conejos salvajes, vizcachas, charatas, chanchos del monte, pumas y corzuelas.

## 2.2. Hidrografía

En sentido regional, la zona de estudio se encuentra en la cuenca del Río Salado. Este es un cauce de agua permanente, que tiene una cuenca de gran extensión con sus nacientes en la Provincia de Salta (Río Juramento), que penetra en la llanura Semiárida de Santiago del Estero, formando un gran abanico aluvial. Este curso presenta grandes divagaciones tal como lo demuestran los numerosos cauces abandonados. Actualmente el Salado escurre de Noroeste a Sudeste.

En el área de estudio no se observan cauces organizados, el escurrimiento superficial durante la época de lluvias sigue la pendiente regional desde el noroeste hacia el sudeste.

### *2.3. Geología regional*

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Llanura Chaco Pampeana y dentro de ésta, en el sector austral de la Cuenca del Noroeste.

Superficialmente se trata de una llanura de relieve relativamente uniforme formada por la acumulación irregular y discontinua de sedimentos loésicos, sobre materiales aluviales finos, que cubren los afloramientos precuaternarios, no observándose afloramientos rocosos.

#### *2.3.1. Hidroestratigrafía*

A continuación se describen aquellas unidades estratigráficas de implicancia hidrogeológica, que componen el perfil hidroestratigráfico típico para la zona, según la Carta Hidrogeológica de Santiago del Estero, A.Martín y otros, 1995.

**0 - 32 m Fm. Pampa del Cuaternario**, con presencia de acuíferos de muy baja permeabilidad (0,8 - 0,008 m/d) y agua de calidad media (residuo seco 2.500 - 3.000 mg/l).

**32 - 267 m Fm. Las Cañas (Entre Ríos)** del Plioceno Superior, contiene acuíferos de muy baja permeabilidad (0,8 - 0,008 m/d) y agua de calidad S (salmuera) con residuo seco mayor a 20.00 mg/l, donde el ión dominante es el cloruro.

**267 - 400 m Terciario Subandino** del Mioceno Superior - Plioceno Inferior, con acuíferos de iguales características al de las formación anterior.

**400 - 605 m Triásico** basamento hidrogeológico

## **3. SINTESIS POBLACIONAL**

El asentamiento poblacional de Oso Huanchina depende del municipio de Garza, Departamento Sarmiento. Está compuesto por 5 familias, en su totalidad criollos, que suman 20 habitantes. Las casas están distribuidas en forma dispersa, son del tipo rancho, con paredes de adobe, techos de barro y pisos de tierra. El 50 % de los pobladores son propietarios de las tierras y los restantes habitan en tierras privadas con permiso.

En el asentamiento se encuentra la escuela provincial N° 525, de nivel primario y jornada simple, atendida por un docente. Concurren 10 alumnos, los cuales reciben a diario el almuerzo. El estado de la infraestructura es bueno, está construida con materiales de primera calidad, posee techos de losa impermeabilizada, baños para varones y mujeres en muy buen estado, dos aulas, una dirección, cocina comedor y baños con duchas para el personal. La escuela cuenta con un aljibe donde almacenan el agua de lluvia y la que les llevan desde



Suncho Corral. Al aljibe está conectada una bomba que eleva el agua hasta un tanque a partir del cual se distribuye hacia la cocina comedor y al baño del personal. La localidad no cuenta con puesto policial, registro civil ni cementerio, debiendo los pobladores concurrir a la localidad de Taboada.

Por la ruta N° 89, entrada al poblado, circulan numerosas líneas de transporte: La Confianza y El Trébol que realizan el viaje entre Santiago y Suncho Corral, con una frecuencia de tres y dos veces al día respectivamente; transporte El Sol que une Santiago, Suncho Corral y Quimili con una frecuencia de cinco veces por día y El Tata que realiza el viaje entre Suncho Corral y Buenos Aires, con una frecuencia diaria. También existe un servicio de tipo combi con una frecuencia de tres veces por día realizando el trayecto Suncho Corral -Santiago del Estero

Se reciben señales de radio AM de Tucumán y Santiago del Estero y FM Suncho Corral y los canales de televisión de Santiago y Tucumán.

A pesar de que por la ruta N° 89 pasa el tendido eléctrico, el asentamiento no cuenta con servicio de electricidad, utilizando como fuente de energía tanto para calefacción como para cocinar la leña del lugar como así también gas envasado y kerosene que son comprados a los vendedores ambulantes que ingresan a la zona o en Taboada y Suncho Corral.

No existe puesto de salud, una vez al año los agentes sanitarios de Fernández realizan el control de los alumnos de la escuela, a los cuales se les realiza un análisis de Chagas. Los pobladores recurren al hospital de Suncho Corral 23 Km al este, o de Taboada, 14 Km al oeste y en casos de complejidad se dirigen a Santiago del Estero

La población construye pozos para el almacenamiento de los desechos domiciliarios los que posteriormente son quemados. La mayoría de las viviendas tienen baño letrina.

Las actividades productivas de la población son la ganadería, la agricultura y la fabricación de carbón de leña. La primera y tercera son las principales actividades económicas que son en parte comercializadas. La agricultura es en su totalidad para autoconsumo. Se cría ganado caprino, vacuno, ovino, porcino. Los cultivos principales son maíz, zapallo, y anco, los cuales se realizan a secano, por falta de disponibilidad de agua.

No existen fuentes de empleo locales. Los responsables de la familia y jóvenes emigran en forma permanente en busca de empleo. Los principales lugares donde concurren son a la ciudad de Córdoba, Buenos Aires, Tucumán y a la capital de Santiago del Estero.

#### **4. PROVISION DE AGUA ACTUAL**

El asentamiento no cuenta con un sistema comunitario de abastecimiento de agua potable. Cada familia realiza la recolección del agua de lluvia desde los techos, la que

almacenan en aljibes. Cuando éstos se agotan deben comprar el agua a la ciudad de Suncho Corral debiendo pagar 50 pesos por viaje de 10.000 a 12.000 litros.

En la zona existen tres represas que son utilizadas en forma comunitaria para abastecer a los animales. Dos familias del asentamiento cuentan con pozos excavados, que sólo utilizan para la bebida de sus animales y cuyas características serán tratadas posteriormente.

## 5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

### 5.1. Agua superficial

No existen en la zona de estudio recursos de agua superficial que puedan ser utilizados como fuente de abastecimiento.

### 5.2. Agua subterránea

#### 5.2.1. Antecedentes

Regionalmente el área de estudio se encuentra, según la carta hidrogeológica de la provincia de Santiago del Estero, A.Martín y otros, 1995, en la estructura hidrogeológica Facies Calcáreo Limosas. Esta, se caracteriza porque los acuíferos que la componen poseen elevadas concentraciones de sales disueltas, formando salmueras naturales. Las mejores expectativas hídricas subterráneas se localizan en ciertos sectores del relleno Cuaternario, de aproximadamente 32 metros de espesor.

El pozo profundo más cercano al asentamiento, que cuenta con un legajo técnico completo, es el realizado por la Dirección General de Minas y Geología en la localidad de Concepción, localizado aproximadamente a 4 Km al N. Tiene una profundidad de 420 metros, habiéndose identificados los siguientes niveles acuíferos:

Acuífero	Profundidad,(m)	Nivel Estático,(m)	Residuo,(mg/l)
1	11,5 - 11,8	9,7	27.900
2	18,5 - 20,6	9,65	28.650
3	68,25 - 68,95	9,05	17.500
4	71,35 - 73,5	8,95	17.300
5	197,2 - 201,45	8,5	13.900
6	269,45 - 278,10	2,9	15.560
7	283,3 - 283,65	14,45	77.120

También se poseen antecedentes de un pozo realizado en la localidad de Suncho Corral, distante a 23 Km al este, que fue realizado por la Dirección General de Minas e Hidrología y donde se identificaron los siguientes niveles acuíferos:

Acuífero	Profundidad (m)	Nivel Estático (m)	Residuo (mg/l)
1	17 - 19	6,75	40.000
2	25 - 28,2	9	111.800
3	31,6 - 34	8,4	69.200
4	77 - 78,5	20,5	133.500
5	125 - 129,3	19,8	71.700
6	207 - 216,5	12,15	74.700

Otro antecedente es la perforación realizada por la Dirección General de Minas e Hidrología, en la localidad de Taboada, distante a 14 Km al oeste de Oso Huanchina. Tiene una profundidad de 255,9 metros y se registraron los siguientes niveles acuíferos:

Acuífero	Profundidad (m)	Nivel Estático (m)	Residuo (mg/l)
1	17 - 21,5	9,2	38.410
2	30 - 32	9,7	29.700
3	40,15 - 45	9,3	12.200
4	59,6 - 62,35	16,70	9.910
5	82 - 98,89	8,7	2.230

En la localidad de Garza que se encuentra a 20 Km al SO de Oso Huanchina se poseen registros de dos perforaciones realizadas por la Dirección General Minas y Geología. Estos pozos tienen una profundidad de 204,2 metros el primero y 334 metros el segundo. Solamente el primero cuenta con información hidrogeológica:

Acuífero	Profundidad (m)	Nivel Estático (m)	Residuo (mg/l)
1	12,2 - 16,2	6	9.370
2	27,5 - 30	7,9	32.930
3	37,5 - 40	8,3	18.550
4	68 - 82,9	6,3	10.570
5	135 - 141	4,9	8.300
6	201 - 203	26	44.880

### 5.2.2. Estudio de Fuentes

En el asentamiento existen dos pozos excavados, a partir de los cuales los pobladores abastecen al ganado. Anteriormente existía un tercero del cual obtenían agua de buena calidad y era usado para el consumo humano, pero en la actualidad se encuentra derrumbado. De los pozos existentes, se procedió a medir su profundidad y nivel estático y se tomaron muestras de agua para, una vez medida su conductividad de campo, enviarlas a laboratorio para su análisis físico - químico.

El pozo 1 está enmarcado con madera y su explotación se realiza a balde. El pozo 2 tiene instalada para su explotación una motobomba a pistón.

Familia	Número	Profundidad	Nivel estático	Conductividad
Pozo Sr. Pereyra	1	11 m	5,9 m	2.260 uS/cm
Pozo Sr. Díaz	2	12 m	8 m	6.130 uS/cm

#### 5.2.2.1. Geoeléctrica

En base a los antecedentes del área y a los pozos existentes se programó un estudio de prospección geoeléctrica que se realizó con un equipo bicomensador de corriente continua con lectura simultánea de intensidad y diferencia de potencial. Se usaron electrodos de corriente de acero inoxidable y de potencial de cobre en solución saturada de sulfato de cobre. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1000 metros de longitud. Como fuente de energía se utilizaron cajas con baterías de 9 voltios que interconectadas, alcanzan un valor máximo de 540 voltios.

La prospección geoeléctrica se llevo a cabo por el método del SEV (sondeo eléctrico vertical), con un dispositivo electródico tetrapolar Schlumberger de constante geométrica  $K = \pi \cdot ((AM \cdot AN) / MN)$ .

Las longitudes entre el centro de los sondeos y electrodos de corriente fueron variables hasta distancias máximas de 130 m. Las separaciones entre los electrodos de potencial, MN, variaron entre 1 y 50 metros.

La curva de campo se graficó en papel bilogarítmico de módulo 62,5 mm, donde la abscisa corresponde a los valores de OA y la ordenada a los de  $\delta_a$  (resistividad aparente).

La interpretación se realizó primeramente en forma manual a través de la comparación de la curva de campo empalmada, con los ábacos patrones de Orellana & Mooney (1966) y de van Dam & Meulenkamp (1969). A continuación los resultados de la interpretación manual fueron optimizados con programas de computación. El resultado final es un gráfico donde las marcas representan a los puntos de la curva de campo empalmada y la línea continua corresponde a la curva de interpretación optimizada que responde al modelo físico-matemático.

Se ejecutaron cinco sondeos en la localidad. Los resultados obtenidos son los siguientes:

SEV 1 - Frente pozo salado Flia. Díaz

Corte Geoeléctrico	
<u>9</u>	1,6
<u>10</u>	7,8
1	

El corte geoeléctrico muestra que el acuífero explotado por el pozo se corresponde con la tercera electrocapa que se encuentra por debajo de los 7,8 de profundidad. El valor eléctrico de esta capa concuerda con la mala calidad física del agua.

SEV 2 - Frente pozo derrumbado

Corte Geoeléctrico	
<u>64</u>	1,1
<u>224</u>	4
<u>19</u>	15
1	

En el corte geoeléctrico se observa una sucesión de cuatro electrocapas en donde la tercera, ubicada entre los 4 y 15 metros de profundidad, con una resistividad de 19 Ohm.m, es la que mejores posibilidades hidrogeológicas presenta. Posiblemente allí se ubicaba el acuífero explotado por el pozo actualmente derrumbado.

SEV 3 - 120 metros al este del SEV 2

Corte Geoeléctrico	
<u>178</u>	1
<u>105</u>	2,6
<u>84</u>	5
<u>9</u>	12
1	

Este sondeo se realizó a 120 metros al este del SEV anterior, y muestra un desarrollo de cinco electrocapas, de las cuales, solamente la cuarta presenta condiciones hidrogeológicas favorables. Esta se encuentra entre los 5 y 12 metros de profundidad y se correlacionaría con la electrocapa del SEV anterior. Su menor valor de resistividad (9 Ohm.m), indicaría un desmejoramiento de las condiciones hidrogeológicas.

SEV 4 - Al lado pozo Flia. Pereyra

Corte Geoeléctrico	
<u>46</u>	2
<u>74</u>	7
<u>15</u>	9,3
0,8	

El corte muestra una interpretación similar al SEV 2, donde la electrocapa de interés presenta un menor espesor (entre los 7 y 9 metros) y menor resistividad (15 Ohm.m). El agua del pozo cercano al SEV presenta una conductividad alta, y según los comentarios de su dueño la calidad física de ésta desmejora notablemente en la época en que se la extrae en forma continua.

Posiblemente, debido a la profundidad del pozo (12 metros), se estén captando niveles acuíferos de mala calidad, incluidos en la última electrocapa, que presenta un valor muy conductivo.

SEV 5 - Frente a Escuela

Corte Geoeléctrico

<u>244</u>	0,8
<u>87</u>	1,7
<u>353</u>	6
<u>14</u>	6,7
<b>0,01</b>	

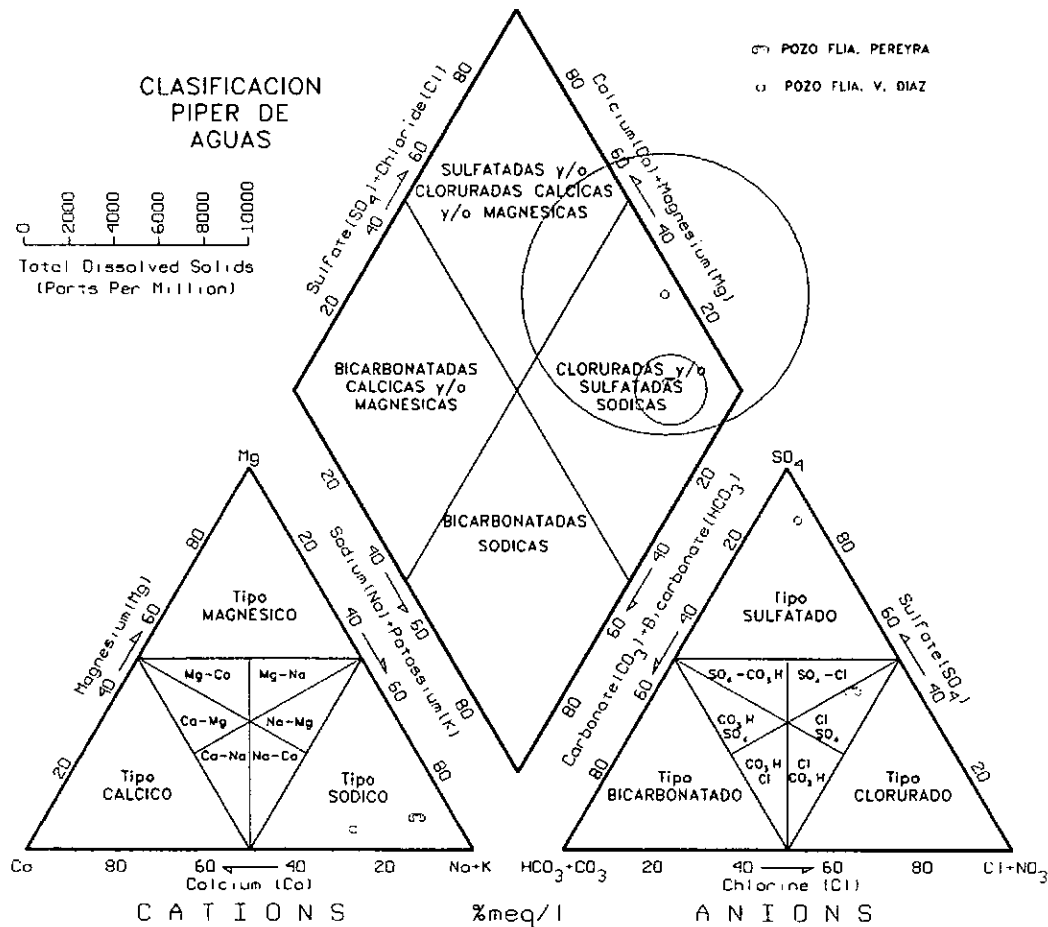
Este corte presenta una interpretación similar al SEV anterior, con una disminución aún mayor del espesor (0,7 m) de la capa de interés identificada en el SEV 2.

5.2.2.2. Hidroquímica

Se extrajeron muestras de agua de los dos pozos existentes en el asentamiento, a los cuales se les efectuó un análisis físico-químico con la marcha común de cationes y aniones. Los resultados de los análisis fueron graficados en un diagrama de Piper a través del cual las aguas han sido clasificadas como:

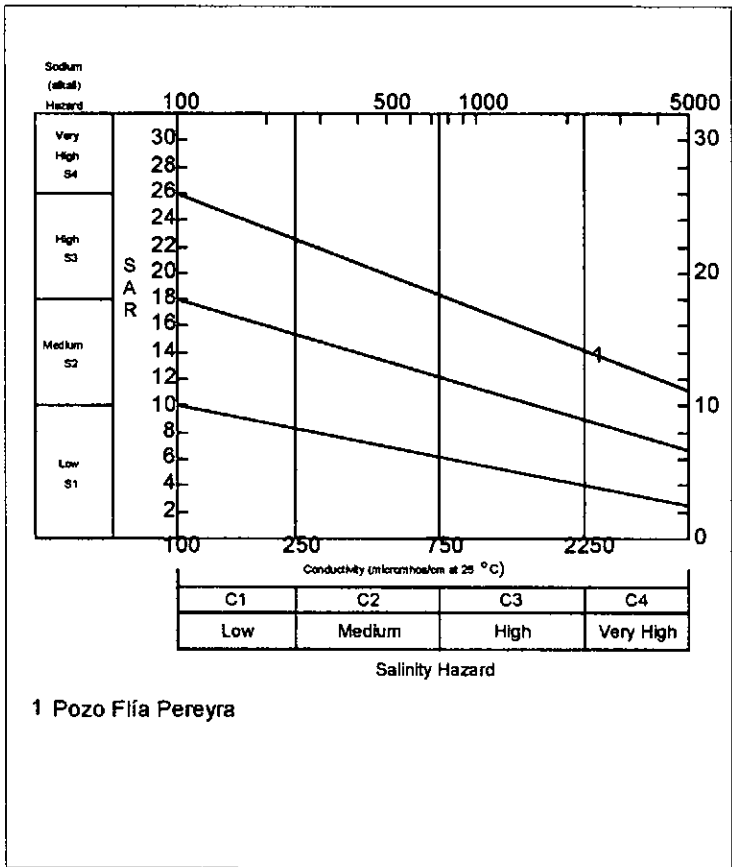
Pozo Sr. Pereyra: Clorurada sulfatada sódica

Pozo Sr. Díaz : Sulfatada sódica



Desde el punto de vista de la aptitud para el consumo humano ambas muestras son no potables, por exceso en los parámetros analizados. Planillas 1 - 2.

Para determinar la aptitud del agua para riego se aplicó el diagrama de Wilcox, donde sólo el agua del pozo de la Flia. Pereyra, está en el rango de su aplicación. La clasificación obtenida fue S3 - C4, peligro alto de sodicidad y muy alto de salinidad.



6. CONCLUSIONES

No existen en el área fuentes de agua superficial susceptibles a ser explotadas.

En base a los antecedentes y observaciones de campo, las expectativas hídricas subterráneas son muy escasas en toda el área y están restringidas a lugares particulares dentro del relleno de sedimentos Cuaternarios.

Todos los pozos profundos en áreas vecinas han alumbrado agua con alta salinidad.

A través del estudio de prospección geoelectrica se corroboró que el único lugar que ofrece perspectivas para realizar una obra de captación es donde se realizó el SEV 2 y 3 (Figura 3). En esta zona antiguamente existía un pozo con agua de buena calidad.

Regionalmente la zona se caracteriza por presentar un acuífero libre con agua salada, y un nivel estático aproximado a 6 metros de profundidad. En algunos lugares particulares éste acuífero recibe una recarga preferencial del agua pluvial que mejora su calidad física.

Las condiciones necesarias para que se originen estos reservorios, tipo lentes o islas de agua dulce, son una topografía favorable y sedimentos superficiales permeables.

La zona de interés detectada corresponde a una depresión topográfica con sedimentos permeables.

## **7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION**

De acuerdo al estudio de fuentes se propone realizar un pozo excavado de gran diámetro en la posición del SEV 2, al lado del antiguo pozo existente.

El pozo debe tener un diámetro de 4 metros y una profundidad de 15 metros. En caso de éxito el pozo debe ser ensayado rigurosamente, a fin establecer su caudal máximo diario, y diseñar con precaución el sistema de bombeo, acorde a las características hidráulicas del pozo y del acuífero.

También será necesario realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua alumbrada con el fin de verificar su aptitud para el consumo humano. En caso de que la fuente no fuera apta deberá diseñarse un sistema de potabilización sencillo y económico, como un desalinizador solar tipo invernadero.

El cómputo métrico y presupuesto se adjuntan en planilla N° 8.

## **8. ANEXOS**

Figura 1: Mapa de la Provincia de Santiago del Estero

Figura 2: Mapa de Ubicación Departamental

Figura 3: Plano de Ubicación General Oso Huanchina

Planilla 1- 2: Análisis físico-químicos

Planilla 3 - 7 : Planillas y Curvas de SEV 1 al 5

Planilla 8: Cómputo métrico y Presupuesto



FIGURA 2

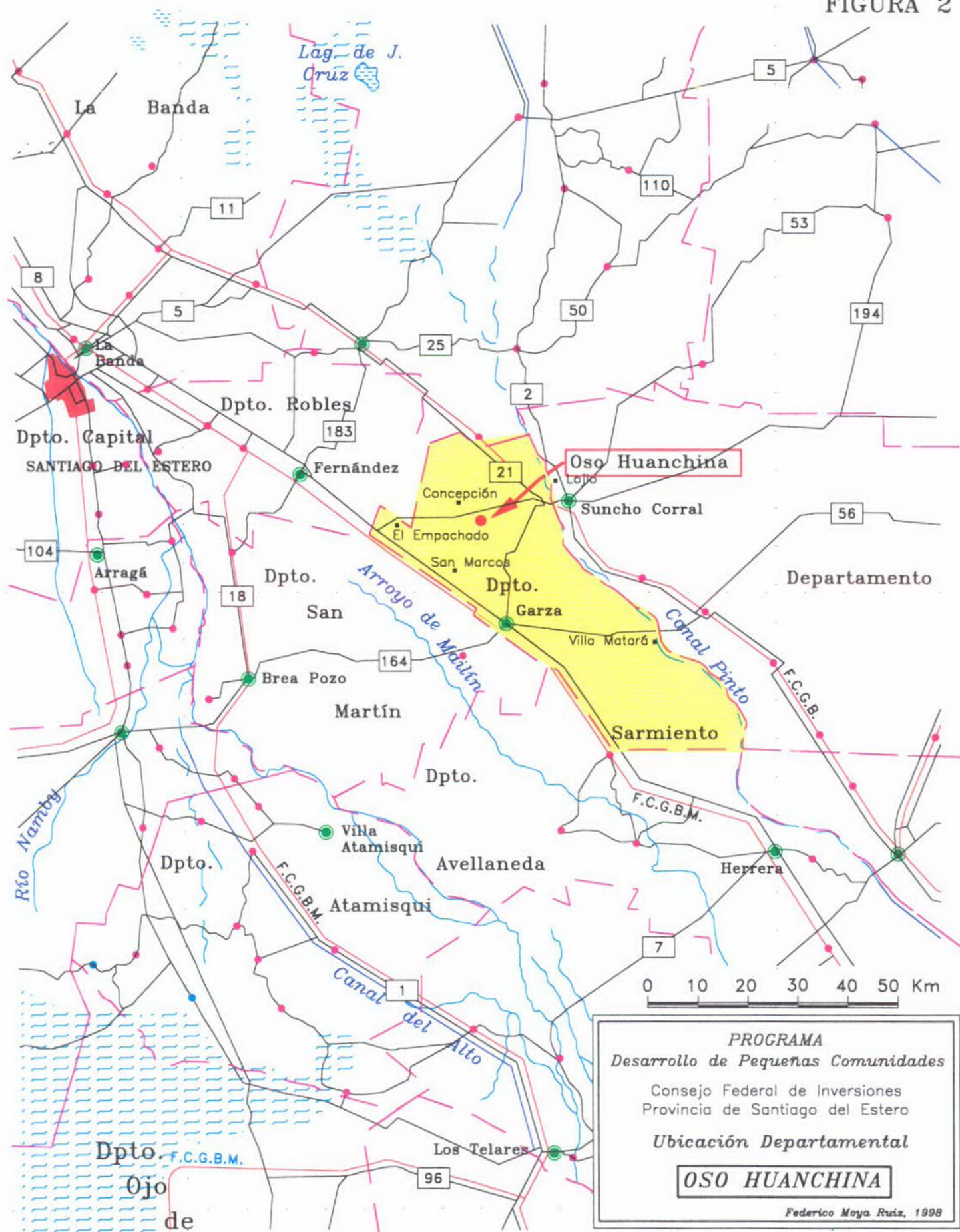
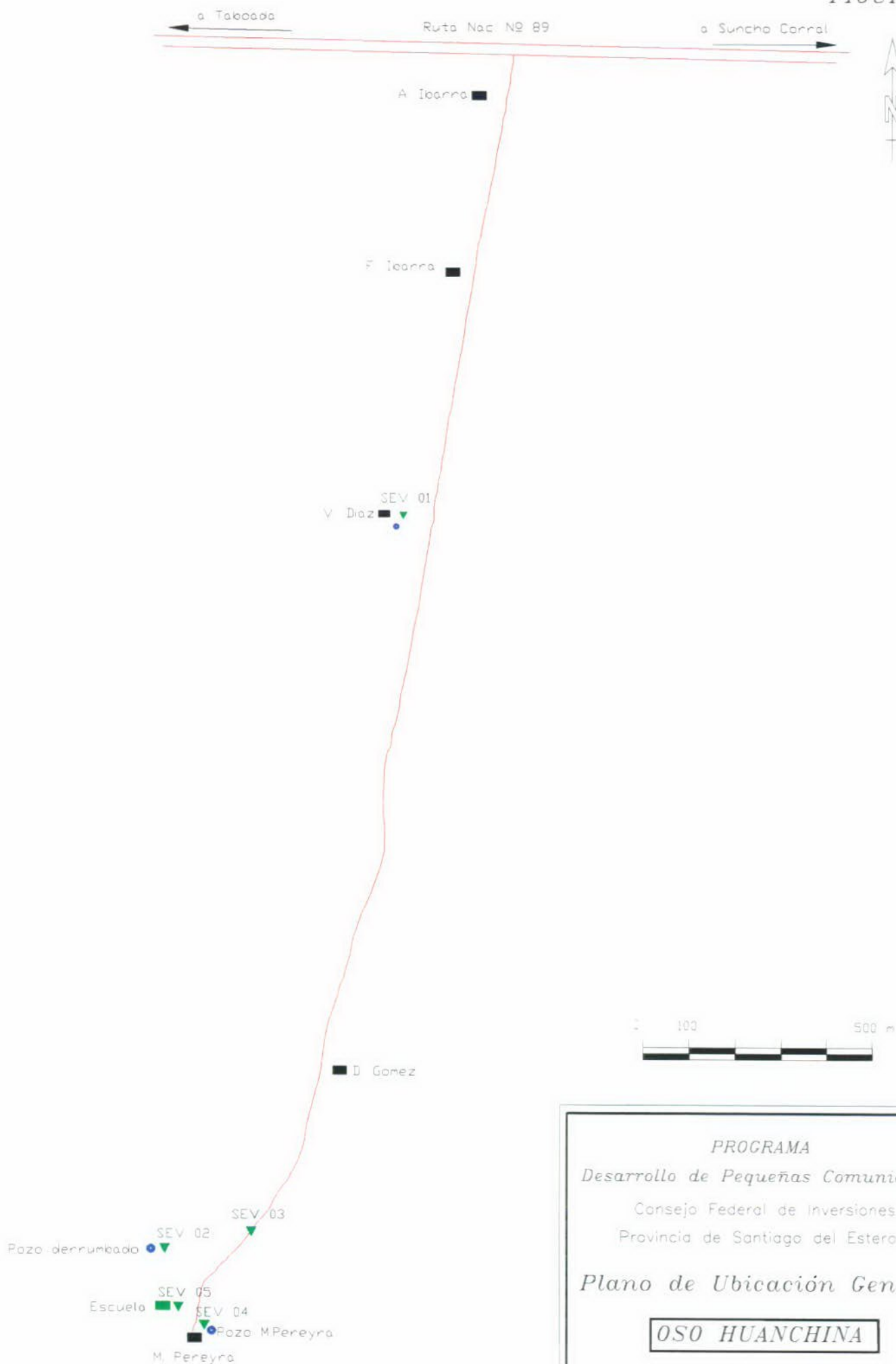


FIGURA 3



*PROGRAMA*  
*Desarrollo de Pequeñas Comunidades*  
 Consejo Federal de Inversiones  
 Provincia de Santiago del Estero

*Plano de Ubicación General*

**OSO HUANCHINA**

Federico Moya Ruiz, 1998

Análisis Físico-Químico  
Pozo 1 - Miguel Pereyra

Parámetro analizado	valor (mg/l)	Consumo Humano		Consumo Animal	
		Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	1370	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	230	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	185	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	6.95	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	2490		2000		
Sodio	431				
Potasio	27.8				
Calcio	44				
Magnesio	18				250
Cloruros	384	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	230	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	460	200	400	2000	4000
Hierro total	0.1	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.012		0.1		10
Nitratos	51		45	1000	3000
Fluoruros	0.7	1.5	2.4		2
Arsénico	0.04	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.08				
Sumatoria Cationes (meq/l)	23.14				
Sumatoria Aniones (meq/l)	25.04				
Error analítico	-7.88	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

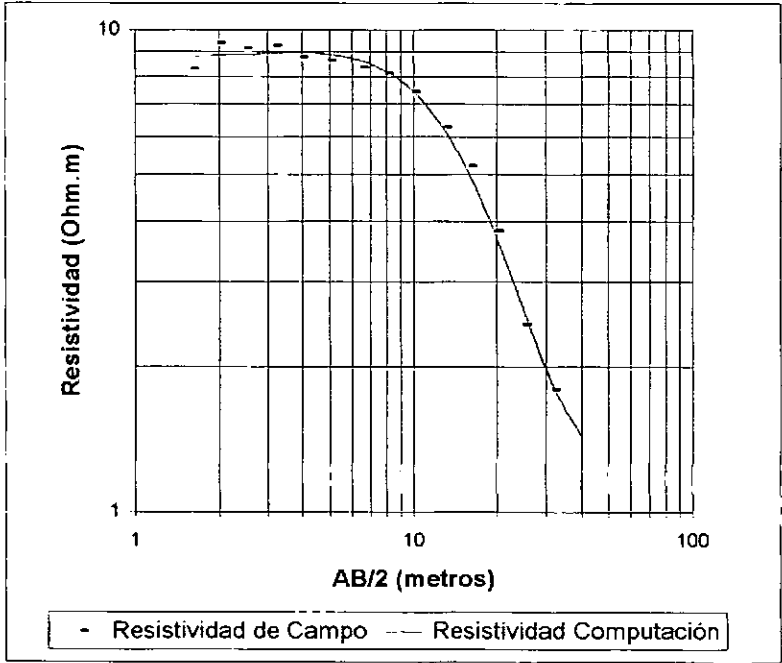
Análisis Físico-Químico  
Pozo 2 - Víctor Díaz

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	3960	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	252	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	1289	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.3	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	7210		2000		
Sodio	1404				
Potasio	0				
Calcio	423				
Magnesio	56				250
Cloruros	313	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	252	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	3941	200	400	2000	4000
Hierro total	0.031	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoniaco	.....				
Nitritos	0.001		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	0.82	1.5	2.4		2
Arsénico	0.1	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.15				
Sumatoria Cationes (meq/l)	86.79				
Sumatoria Aniones (meq/l)	95.05				
Error analítico	-9.09	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Geol  trica SEV 1  
Pozo Flia. Diaz

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
1.614	1.614	8.771
7.751	6.137	9.67
		1.137

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	8.3	8.832	6
2	2	9.38	8.869	-5.8
3	2.5	9.16	8.915	-2.7
4	3.2	9.27	8.962	-3.4
5	4	8.76	8.972	2.4
6	5	8.64	8.902	2.9
7	6.5	8.36	8.632	3.2
8	8	8.12	8.2	1
9	10	7.42	7.452	0.4
10	13	6.27	6.185	-1.4
11	16	5.205	4.98	-4.5
12	20	3.819	3.682	-3.7
13	25	2.445	2.601	6
14	32	1.791	1.809	1
15	40	1.459	1.437	-1.6

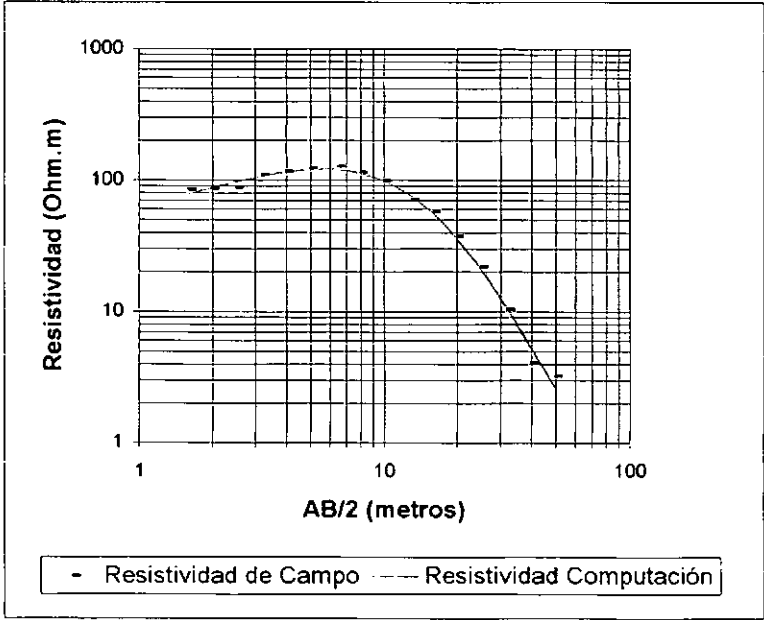


Geoelectrica - SEV 2  
Pozo derrumbado.

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
1.1	1.1	63.7
4.3	3.2	223.6
15.1	10.8	19.2

1

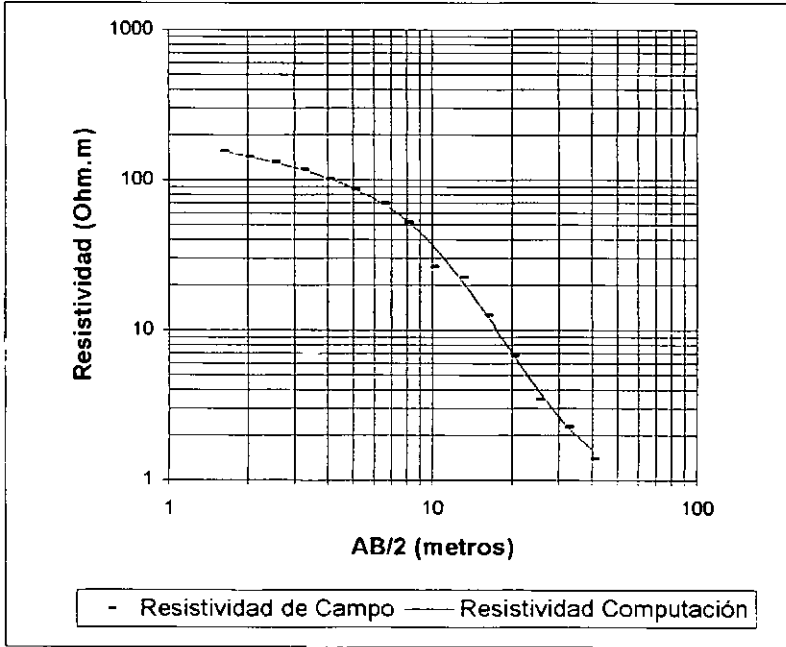
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	84.95	79.202	-7.3
2	2	85.88	87.067	1.4
3	2.5	87.7	96.503	9.1
4	3.2	109.9	107.424	-2.3
5	4	115.2	115.97	0.7
6	5	122	121.265	-0.6
7	6.5	126.6	120.647	-4.9
8	8	113.9	113.408	-0.4
9	10	98.7	98.807	0.1
10	13	70.88	75.089	5.6
11	16	57.167	54.852	-4.2
12	20	37.221	35.444	-5
13	25	21.75	20.772	-4.7
14	32	10.357	10.414	0.5
15	40	4.069	5.222	22.1
16	50	3.206	2.615	-22.6



Geoelectrica - SEV 3  
120 metros al este de SEV 02

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
1	1	178
2.6	1.6	104.6
4.7	2.1	83.8
12.4	7.7	8.7
		1.1

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	153.8	154.999	0.8
2	2	141.4	144.373	2.1
3	2.5	131.1	131.98	0.7
4	3.2	116.8	117.159	0.3
5	4	100.6	103.153	2.5
6	5	86.4	88.317	2.2
7	6.5	69.3	69.332	0
8	8	51.6	53.486	3.5
9	10	26.2	37.107	29.4
10	13	22.4	21.342	-5
11	16	12.575	12.761	1.5
12	20	6.717	7.117	5.6
13	25	3.445	4.035	14.6
14	32	2.258	2.318	2.6
15	40	1.378	1.605	14.1

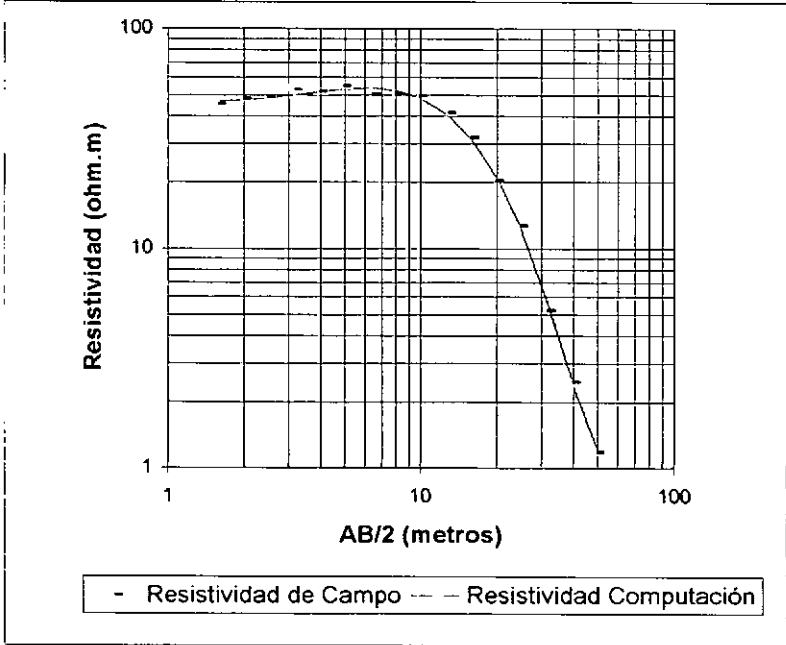


Geoelectrica - SEV 4

Frente pozo Flía. Pereyra

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
2.128	2.128	45.997
7.088	4.96	74.439
9.342	2.254	15.365
		0.76

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	45.2	46.862	3.5
2	2	48	47.505	-1
3	2.5	48.8	48.5	-0.6
4	3.2	52.3	50.047	-4.5
5	4	51.48	51.695	0.4
6	5	54.7	53.158	-2.9
7	6.5	50.2	53.698	6.5
8	8	50.8	52.359	3
9	10	49.5	48.413	-2.2
10	13	41.4	40.074	-3.3
11	16	31.904	31.232	-2.2
12	20	20.315	21.068	3.6
13	25	12.648	12.159	-4
14	32	5.176	5.452	5.1
15	40	2.458	2.374	-3.5
16	50	1.18	1.189	0.8

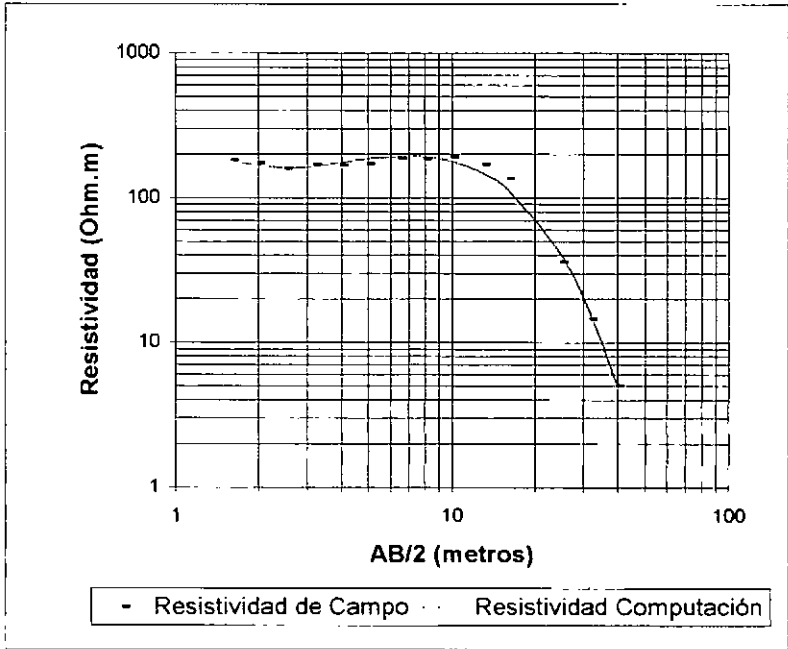




Geoelectrica - SEV 5  
Frente a Escuela

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.763	0.763	243.965
1.695	0.932	87.36
6.14	4.446	353.252
6.742	0.601	13.622
		0.01

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	181	180.526	-0.3
2	2	172	167.529	-2.7
3	2.5	157	161.525	2.8
4	3.2	168	164.776	-2
5	4	166.5	174.38	4.5
6	5	169.8	185.557	8.5
7	6.5	184.8	193.75	4.6
8	8	184.3	191.888	4
9	10	190	178.452	-6.5
10	13	168	146.654	-14.6
11	16	134	112.398	-19.2
12	25	35.885	39.999	10.3
13	32	14.422	15.613	7.6
14	40	4.997	4.921	-1.6



Computo métrico y Presupuesto  
OSO HUANCHINA

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Construcción de un pozo excavado de 15 metros de profundidad en un diámetro de 4 metros.	m	15
2	Ensayo de Bombeo 72 hs de duración.	gl.	1

Nota: Los materiales descriptos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.

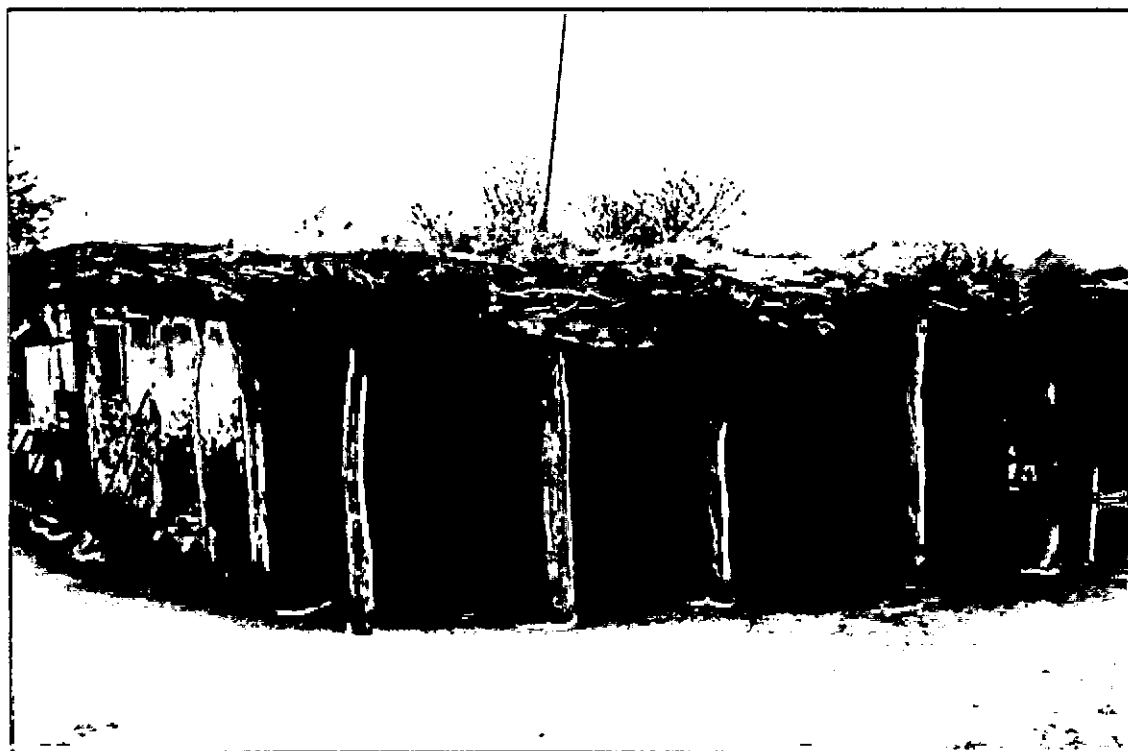
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Unidad	Total (\$)
1	Construcción de un pozo excavado de 15 metros de profundidad y 4 metros de diámetro	m	15	500	7500
2	Ensayo de Bombeo de 72 hs de duración.	gl	1	2500	2500
Total					10000

Nota: Los materiales descriptos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.

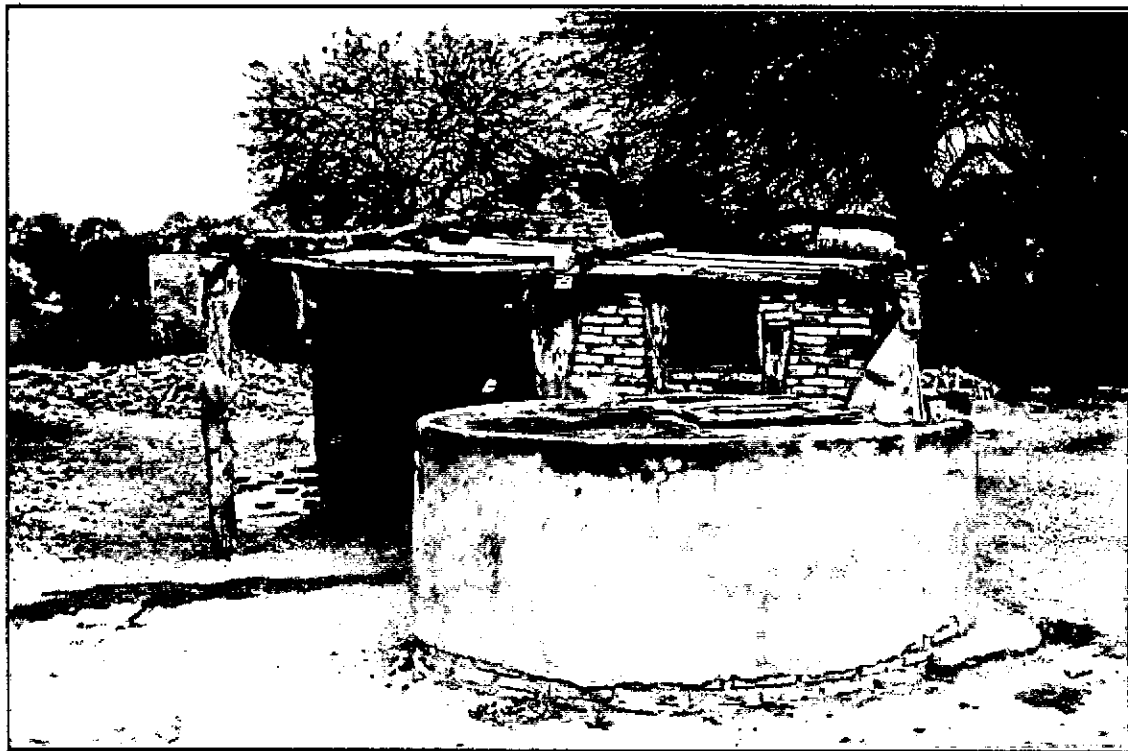
9. FOTOS



Escuela Provincial N° 525 - Oso Huanchina



Vivienda Típica - Oso Huanchina



Vivienda y Aljibe - Oso Huanchina

***SANTO DOMINGO DE LOS CISNEROS***

***DEPARTAMENTO MORENO***

***PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO***

**Agosto de 1998**

## INDICE

### 1. LOCALIZACION

### 2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*

2.2. *Hidrografía*

2.3. *Geología regional*

2.3.1. *Hidroestratigrafía*

### 3. SINTESIS POBLACIONAL

### 4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

### 5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

5.1. *Agua superficial*

5.2. *Agua subterránea*

5.2.1. *Antecedentes*

5.2.2. *Estudio de Fuentes*

5.2.2.1. *Geoeléctrica*

5.2.2.2. *Hidroquímica*

### 6. CONCLUSIONES

### 7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

### 8. ANEXOS

Figura 1: Mapa de la Provincia de Santiago del Estero

Figura 2: Mapa de Ubicación Departamental

Figura 3: Plano de Ubicación General Santo Domingo de Los Cisneros

Figura 4: Perfil Geoeléctrico

Planilla 1: Análisis físico-químicos

Planilla 2 -7: Planillas y Curvas de SEV 1 al 6

Planilla 8: Cómputo métrico

Planilla 9: Presupuesto

### 9. FOTOS

1. LOCALIZACION

El asentamiento poblacional de Santo Domingo de Los Cisneros se localiza en el centro de la Provincia de Santiago del Estero y pertenece al Departamento Moreno. **Figura 1.**

Las coordenadas geográficas de la escuela del asentamiento son:

27° 10' 63,8" Latitud Sur y 63° 8' 43,1" Longitud Oeste.

Desde la ciudad de La Banda se accede a la zona de estudio a través de la ruta provincial Nº 5 , asfaltada, que se dirige hacia el ENE hasta llegar a la localidad de El Cruce, luego de recorrer 110 Km. Desde allí, por la misma ruta, a los 40,5 Km se llega al camino de acceso al asentamiento poblacional. Es un camino de tierra con rumbo norte, debiéndose recorrer 8,2 Km hasta llegar a Santo Domingo de Los Cisneros. **Figura 2.**

El acceso por la ruta provincial Nº 5 es apto durante todo el año. El camino de tierra es intransitable durante la época de lluvias.

2. CARACTERIZACION FISICA

2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*

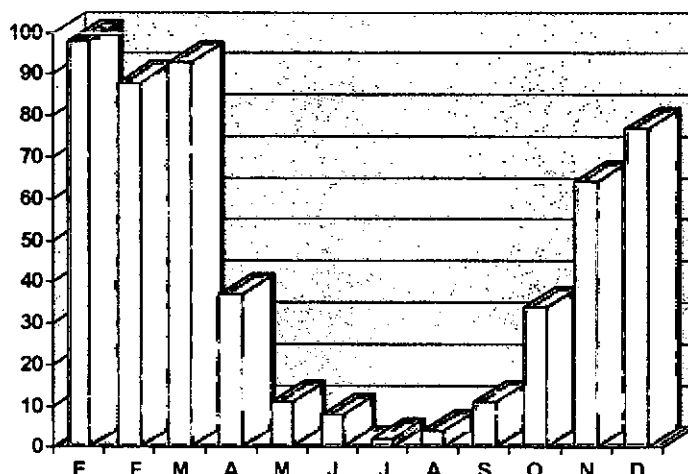
La zona de estudio se encuentra en la Unidad Chaco Semiárido de acuerdo a la división en Regiones Naturales del NOA realizada por Vargas Gil y Bianchi, 1981.

El Chaco Semiárido es una extensa llanura con relieve relativamente uniforme con condiciones climáticas similares.

La precipitación media anual es del orden de 500 mm, la temperatura media anual es de 20° C , con una temperatura media del mes más cálido de 27,8° C y de 15,6° C para el mes más frío. Las temperaturas máximas extremas son unas de las más altas registradas en el subcontinente (47 °C). El período libre de heladas oscila entre 310 y 270 días.

Los registros pluviométricos más cercanos al asentamiento poblacional son los correspondientes a la localidad de La Cañada, 75 Km al sudoeste. Las precipitaciones medias mensuales y anual en mm, para el período 1934 - 1978 son:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
98	88	93	37	11	8	2	4	11	34	64	77	529

**Precipitación Media Mensual**

La mayor parte de la precipitaciones ocurren durante el periodo Noviembre-Marzo. Aún así las precipitaciones durante la época de lluvia no alcanzan para reponer el agua del suelo, de tal forma que todos los meses tienen déficit teórico climático de humedad edáfica.

Los suelos dominantes en el área, según el Atlas de suelos de la Argentina del INTA, son Entisoles - Fluventes del subgrupo de los Ustifluventes Típicos. Estos se caracterizan por que están constituidos por una sucesión de capas que varían en textura, espesor y composición mineralógica. Se desarrollan en diversos ambientes como piedemontes, conos aluviales, bajadas en cauces y llanuras aluviales. Son suelos con aptitud de uso variado que en la zona de estudio están limitados por el anegamiento y la poca capacidad de retención de humedad.

La vegetación está representada por el Dominio Chaqueño con especies típicas: quebracho colorado y blanco, guayacán, mistol, algarrobo, churqui y abundancia de arbustos como vinal, garabato negro y blanco, jarilla, atamisqui, etc.

La fauna más común son liebres, perdices, conejos salvajes, vizcachas, charatas, chanchos del monte, pumas y corzuelas.

## 2.2. Hidrografía

En sentido regional, la zona de estudio se encuentra en la cuenca del Río Salado. Este es un cauce de agua permanente, que tiene una cuenca de gran extensión con sus nacientes en la Provincia de Salta (Río Juramento), y que penetra en la llanura semiárida de Santiago del Estero formando un gran abanico aluvial. Este curso presenta grandes divagaciones tal como lo demuestran los numerosos cauces abandonados. Actualmente el Salado escurre de Noroeste a Sudeste.



En el área de estudio no se observan cauces organizados, sólo líneas de drenaje coincidentes con sectores topográficos deprimidos, que actúan como vías de escape de las aguas pluviales, solo durante la época de lluvias.

### *2.3. Geología regional*

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Geológica Llanura Chaco Pampeana y dentro de ésta, en el sector austral de la Cuenca del Noroeste.

Superficialmente se trata de una llanura de relieve relativamente uniforme formada por la acumulación irregular y discontinua de sedimentos loésicos, sobre materiales aluviales finos, que cubren los afloramientos precuaternarios, no observándose afloramientos rocosos.

#### *2.3.1. Hidroestratigrafía*

A continuación se describen aquellas unidades estratigráficas de implicancia hidrogeológica, que componen el perfil hidroestratigráfico típico para la zona, según la Carta Hidrogeológica de Santiago del Estero, A.Martín y otros, 1995.

**0 - 32 m Fm. Pampa del Cuaternario**, con presencia de acuíferos de muy baja permeabilidad (0,8 - 0,008 m/d) y agua de calidad media (residuo seco 2.500 - 3.000 mg/l). En algunos sectores de paleocauces, el relleno Cuaternario presenta sedimentos de mayor permeabilidad (0,8 - 4,3 m/d) que contienen niveles acuíferos con agua de buena a tolerable calidad (hasta 2.500 mg/l de residuo seco)

**32 - 267 m Fm. Las Cañas (Entre Ríos)** del Plioceno Superior, contiene acuíferos de muy baja permeabilidad (0,8 - 0,008 m/d) y agua de calidad S (salmuera) con residuo seco mayor a 20.000 mg/l, donde el ión dominante es el Cloruro.

**267 - 400 m Terciario Subandino** del Mioceno Superior - Plioceno Inferior, con acuíferos de iguales características al de la formación anterior.

**400 - 605 m Triásico** basamento hidrogeológico

## **3. SINTESIS POBLACIONAL**

El asentamiento poblacional de Santo Domingo de Los Cisneros depende del municipio de Tintina, Departamento Moreno. Está compuesto por 6 familias, en su totalidad criollas, que suman un total de 40 habitantes. Todas las viviendas están distribuidas en forma

dispersa y son del tipo rancho construidas con adobe, techo de barro y/o chapa de zinc y pisos de tierra. Los habitantes son propietarios de sus tierras.

En el poblado se encuentra la escuela provincial N° 551, de jurisdicción pública y nivel primario a la que concurren un total de 21 alumnos, que son asistidos por un docente. Los chicos reciben diariamente en la escuela el almuerzo. El estado de la infraestructura es regular a malo, está construida con paredes de bloques revocados, techos de losa y pisos de cemento alisado. Posee un baño letrina en muy malas condiciones. Tanto las paredes como los techos están agrietados. Posee una cisterna con una capacidad de 25.000 litros en donde almacenan el agua de lluvia y el agua potable que les envían desde el municipio.

La comunidad se encuentra desprovista de puesto de salud. Una vez al mes un agente sanitario, proveniente de la localidad de Tintina, realiza el control de las familias. En caso de enfermedad, los pobladores deben recurrir al puesto sanitario de la localidad de Libertad, aproximadamente a 12 Km al norte, y en situaciones de urgencia concurren al hospital de Tintina distante a 48 Km al este o a Amamá a 20 Km al este.

Para acceder a un servicio de transporte los habitantes deben ir por sus propios medios hasta la ruta N° 5 donde transitan los colectivos de la empresa Manso que hace diariamente el recorrido Monte Quemado - Santiago del Estero.

Se reciben señales de radio LV11 Santiago del Estero, AM de Tucumán y FM de Bandera Bajada.

No existe servicio de electricidad, utilizando los pobladores como fuente de energía, tanto para calefacción como para cocinar, gas envasado, kerosene y la leña del lugar. El gas y el kerosene son obtenidos a partir de los vendedores ambulantes que recorren la zona.

La población construye pozos para el almacenamiento de los desechos domiciliarios los que posteriormente son quemados. Todas las viviendas tienen baño letrina construidos, en la mayoría de los casos, en forma precaria.

La actividad productiva principal con fines económicos es la ganadería, con la cría de ganado vacuno, caprino, porcino y ovino. Le sigue en orden de importancia la fabricación de carbón vegetal y el labrado de postes. La agricultura se desarrolla en forma muy escasa, sembrándose sólo maíz, zapallo y anco para autoconsumo.

La mayor parte de la población trabaja como productor rural independiente. Debido a la falta de empleo local, los jóvenes emigran en búsqueda de fuentes de trabajo hacia las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Chaco.

La comunidad posee un asociación vecinal que es la encargada de la administración y gestión para pozos de agua.

#### 4. PROVISION DE AGUA ACTUAL

La comunidad se abastece principalmente del agua de lluvia que es colectada desde los techos y conducida hasta los aljibes a través de canaletas. Cuando ésta se agota compran agua en Amamá distante a 20 Km al este o en la localidad de Libertad que se encuentra a 12 Km al norte, debiendo pagar por viaje de 9.000 litros entre \$60 - \$70. El agua es almacenada en aljibes y en tachos de 200 litros. Algunos habitantes de la localidad poseen represas que sólo utilizan como abrevadero del ganado.

Debido a los escasos recursos económicos de la población en general, los pobladores en la actualidad se abastecen de agua a partir del aljibe de la escuela.

Hasta el año pasado la comunidad contaba con un pozo excavado, "a balde", el cual se derrumbó durante el último período de lluvias. Según los comentarios de los pobladores se trataba de agua de buena calidad. Durante la primera visita del personal del CFI, Lic. Laura Rossi, a la localidad, este pozo se encontraba en funcionamiento y se midió una conductividad del agua de 2.670 uS/cm.

#### 5. FUENTES ALTERNATIVAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

##### 5.1. *Agua superficial*

En la zona de estudio el principal recurso hídrico superficial lo constituye el Río Salado del cual surgen numerosos canales que abastecen una amplia zona. El asentamiento en estudio dista a 12 Km de los canales que abastecen a La Invernada y a Amamá. Debido a esta distancia se considera no económico el abastecimiento a partir de esta fuente superficial.

##### 5.2. *Agua subterránea*

###### 5.2.1. *Antecedentes*

El recurso hídrico subterráneo es la principal fuente para el abastecimiento de agua potable. Regionalmente el área de estudio se encuentra, según la carta hidrogeológica de la provincia de Santiago del Estero, Martín, 1995, en las estructuras hidrogeológicas de Facies Calcáreo Limosas y algunos sectores en la de Paleocauces del Río Salado. La primera estructura hidrogeológica se caracteriza por contener acuíferos de muy baja permeabilidad y calidad química media a salmuera, localizados en la Formación Pampa y Entre Ríos. La zona de recarga se localiza al occidente de la provincia con una dirección del flujo subterráneo hacia el sudeste. La segunda estructura ofrece mejores perspectiva hidrogeológicas en el relleno moderno en donde es posible hallar acuíferos con permeabilidad media y agua de calidad tolerable a buena.

El pozo más cercano al asentamiento, que cuenta con un legajo técnico completo, es el realizado por la Dirección General de Minas y Geología en el año 1943, denominado La Fortuna 1, localizado a 40 Km al sudeste de Santo Domingo de Los Cisneros. Fue realizado con sistema de percusión hasta una profundidad de 320 metros, habiéndose identificado los siguientes niveles acuíferos:

Acuífero	Profundidad (m)	Nivel Estático (m)	Residuo (mg/l)
1	22,8 - 29,6	21,40	690
2	33,6 - 44,5	21,30	30.320
3	81,7 - 83,7	22,70	39.960
4	102,4 - 105,6	22,35	46.550
5	174,9 - 177,6	25,05	64.040

El pozo fue rellenado hasta los 32,40 metros, habiéndose puesto en producción solamente el acuífero N° 1, que presenta una calidad físico-química adecuada.

5.2.2. Estudio de Fuentes

En el asentamiento sólo existía un pozo, actualmente derrumbado. Según el comentario de la gente del lugar, éste tenía agua de buena calidad y con buen caudal. Al llegar la época de sequía su rendimiento disminuía pero no se agotaba.

En las cercanías de Santo Domingo de Los Cisneros existen dos pozos que se encuentran en el paraje denominado Taco Yuraj, 2,1 Km al norte del núcleo poblacional.

Uno de los pozos es excavado y se encuentra enmarcado con madera de quebracho, tiene 16,8 metros de profundidad, un nivel estático a los 14,7 metros y una conductividad del agua de 5.350 uS/cm. El otro, es un pozo perforado que cuenta con un tanque elevado, un tanque australiano y una bomba a pistón con motor a explosión. En la actualidad este pozo se encuentra abandonado y las instalaciones han sido corroídas debido a la elevada salinidad del agua. Lo único que se encuentra en buen estado es el motor de la bomba.

5.2.2.1. Geoeléctrica

En base a los antecedentes del área y a los pozos existentes se programó un estudio de prospección geoeléctrica en los distintos ambientes con el fin de observar la respuesta eléctrica en cada uno de ellos y poder extrapolar esta información a otras zonas. El estudio se realizó con un equipo bicomensador de corriente continua con lectura simultánea de intensidad y diferencia de potencial. Se usaron electrodos de corriente de acero inoxidable y de potencial de cobre en solución saturada de sulfato de cobre. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1.000 metros de longitud. Como fuente de

energía se utilizaron cajas con baterías de 9 voltios que interconectadas, alcanzan un valor máximo de 540 voltios.

La prospección geoelectrica se llevo a cabo por el método del SEV (sondeo eléctrico vertical), con un dispositivo electródico tetrapolar Schlumberger de constante geométrica  $K = \pi \cdot ((AM \cdot AN) / MN)$ .

Las longitudes entre el centro de los sondeos y electrodos de corriente fueron variables hasta distancias máximas de 200 m. Las separaciones entre los electrodos de potencial, MN, variaron entre 1 y 50 metros.

La curva de campo se graficó en papel bilogarítmico de módulo 62,5 mm, donde la abscisa corresponde a los valores de OA y la ordenada a los de  $\delta_a$  (resistividad aparente).

La interpretación se realizó primeramente en forma manual a través de la comparación de la curva de campo empalmada, con los ábacos patrones de Orellana & Mooney (1966) y de van Dam & Meulenkamp (1969). A continuación los resultados de la interpretación manual fueron optimizados con programas de computación. El resultado final es un gráfico donde las marcas representan a los puntos de la curva de campo empalmada y la línea continua corresponde a la curva de interpretación optimizada que responde al modelo físico - matemático.

Se ejecutaron cinco sondeos en la localidad y uno en el paraje vecino denominado Taco Yuraj, obteniéndose los siguientes resultados:

SEV 1 Frente al pozo derrumbado

Corte Geoelectrico	
<u>59</u>	0,5
<u>155</u>	1,3
<u>33</u>	2,6
<u>258</u>	4
<u>664</u>	14
<u>21</u>	20
6	

El corte geoelectrico muestra una sucesión de 7 electrocapas. De acuerdo a la información que se tiene del pozo derrumbado, se interpreta que las capas hasta los 14 metros corresponden a sedimentos permeables no saturados. A partir de esa profundidad y hasta los 20 metros se localizaría la electrocapa de interés que correspondería al acuífero libre del área, con agua de aceptable calidad. Por debajo de ésta el valor geoelectrico menor indica que las condiciones hidrogeológicas desmejoran y/o se trata de niveles arcillosos, sin interés hidroprospectivo.

SEV 2 Frente a la escuela

Corte Geoelectrico	
<u>15</u>	2,6
<u>3</u>	4,2
<u>26</u>	9
2	

El corte geoelectrico muestra una sucesión de cuatro electrocapas. En general, se pude observar un ambiente muy distinto al encontrado en el SEV 1. El corte está dominado por electrocapas conductivas que indican niveles principalmente arcillosos y/o saturados con agua de alta conductividad.

## SEV 3 a 55 m al Este del SEV 1

## Corte Geoeléctrico

<u>65</u>	0,3
<u>360</u>	3
<u>1428</u>	14
<u>51</u>	24
6	

El corte geoeléctrico tiene una interpretación similar al SEV 1, donde puede observarse un dominio de capas permeables no saturadas, con valores altos de resistividad, hasta los 14 metros de profundidad. Entre los 14 y 24 se localizaría la electrocapa de interés que a diferencia del SEV 1, muestra un valor de resistividad y espesor mayor, que indican mejores condiciones hidrogeológicas. Por último se observa una electrocapa

conductiva sin interés hidrogeológico.

## SEV 4 a 130 m al Oeste del SEV 1

## Corte Geoeléctrico

<u>628</u>	0,4
<u>70</u>	4,9
<u>503</u>	11
<u>78</u>	36
3	

El corte geoeléctrico muestra una similitud con lo interpretado para los SEV 1 y 3. En este sondeo se han identificado las mejores condiciones hidrogeológicas de la electrocapa de interés por su valor de resistividad (78 Ohm.m) y espesor (25 metros).

## SEV 5 Pozo salado Taco Yuraj

## Corte Geoeléctrico

<u>144</u>	0,7
<u>16</u>	1,9
<u>227</u>	3,6
<u>800</u>	8,7
<u>41</u>	12,3
0,03	

El corte geoeléctrico muestra un ambiente similar al de los sondeos 1, 3 y 4, donde las primeras electrocapas presentan altos valores de resistividad, indicando que se trataría de sedimentos permeables, no saturados. Solamente la quinta electrocapa muestra un valor de resistividad similar al hallado para la capa de interés en la zona de Santo Domingo, pero que debido a su posición, entre los 8,7 y 12 metros, y tomando en cuenta el nivel estático del pozo (14,70 m) debe interpretarse como sedimentos secos con una fracción importante de materiales arcillosos. De

acuerdo al nivel estático del pozo, el acuífero que se explota estaría incluido en la última electrocapa, cuyo valor extremadamente conductivo es coincidente con la alta conductividad del agua del pozo (5.350 uS/cm).

## SEV 6 a 200 m al Oeste del SEV 1

Corte Geoeléctrico	
<u>186</u>	1.2
<u>23</u>	7.4
<u>125</u>	16
<u>32</u>	18
0.7	

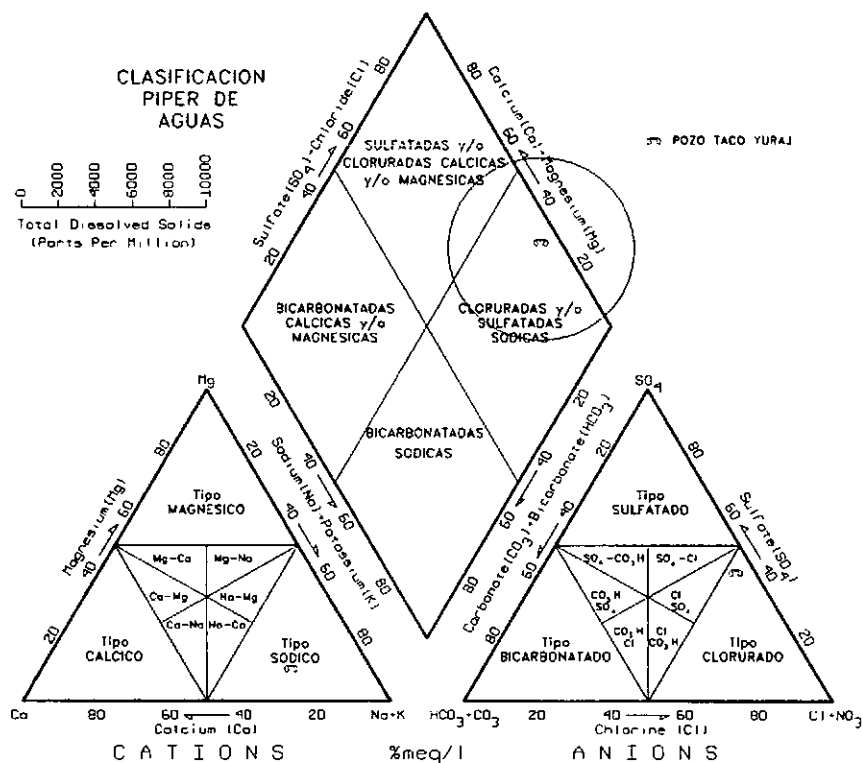
El corte geoeléctrico muestra una sucesión de cinco electrocapas, en donde la cuarta, con un valor de resistividad de 32 Ohm.m, entre los 16 y 18 metros de profundidad, correspondería al horizonte de interés hallado en los sondeos 1, 3 y 4.

A partir de las interpretaciones geoeléctricas y el relevamiento de pozos pueden distinguirse dos ambientes hidrogeológico muy distintos y que pueden asimilarse a lo descrito en la hidroestratigrafía del área. De esta forma es posible identificar un ambiente, donde se realizaron los SEV 1, 3, 4, 5 y 6, que correspondería a la estructura hidrogeológica de Paleocauces del Río Salado, donde existe un dominio de sedimentos permeables hasta una profundidad variable de hasta 36 metros, y en cuya base es posible identificar una zona saturada con agua de aceptable calidad (Figura 4). La otra zona, correspondiente a la mayor parte del área, está representada por el corte del SEV 2 y muestra la situación hidrogeológica negativa de la estructura de Facies Calcáreo Limosas. Con respecto al SEV 5 donde a pesar de encontrarse en una zona favorable, el agua alumbrada por el pozo de Taco Yuraj es de mala calidad, se interpreta que el mismo fue realizado muy próximo a uno de los bordes de la estructura de Paleocauce.

Con los sondeos 6, 4, 1, 3 y 2 se confeccionó un corte geoeléctrico, que representa a una típica estructura de paleocauce. La traza del perfil posee un rumbo general oeste - este y se observa a partir de la correlación de los sondeos mencionados, el desarrollo de una lente de agua dulce limitada en profundidad y en los laterales, por un horizonte conductivo, que podría corresponder a sedimentos arcillosos y/o a sedimentos saturados con agua salada. El nivel estático se encontraría a una profundidad promedio de 14 metros. La zona saturada con agua dulce posee una resistividad variable entre 78 - 21 Ohm.m y alcanza su máximo espesor en el de SEV 04.

*Hidroquímica.*

En el asentamiento sólo fue posible extraer una muestra correspondiente al pozo en Taco Yuraj, a la cual se le efectuó un análisis físico-químico con la marcha común de cationes y aniones. El resultado del análisis fue volcado en un diagrama de Piper a través del cual el agua ha sido clasificada como del tipo clorurada sódica.



Desde el punto de vista de la aptitud para el consumo humano el agua es no potable por presentar excesos en los parámetros analizados. Planillas 1.

Por su conductividad mayor a 5.000 uS/cm no es posible determinar su aptitud para riego en un diagrama de Wilcox.

## 6. CONCLUSIONES

La única fuente de agua superficial son los canales derivados del río Salado que se hallan a gran distancia del asentamiento, siendo muy costosa su captación.

En base a los antecedentes y observaciones de campo, las expectativas hídricas subterráneas se localizan en la estructura hidrogeológica de Paleocauce del Río Salado. Esta estructura ha sido detectada por el estudio de prospección geoeléctrica en los SEV 1, 3, 4 y 6.( Figura 4).

Dentro de ésta las mejores condiciones se localizan en la posición del SEV 4, 130 metros al oeste del pozo derrumbado.



## 7. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

De acuerdo al estudio de fuentes se propone realizar una perforación en la posición del SEV 4.

El pozo debe tener una profundidad de 40 metros y se recomienda que tenga un diámetro final de 17” para ser entubado con cañería de 12”.

Se recomienda realizar un estricto control geológico de las unidades atravesadas y un electroperfilaje con registro de potencial espontáneo (SP), resistividad normal corta (RNC) y resistividad normal larga (RNL), puesto que existen altas posibilidades de poner en producción agua de calidad deficiente.

En caso de éxito puede construirse un tanque elevado con capacidad para 10.000 litros, para la distribución hacia el núcleo poblacional.

El cómputo métrico y presupuesto se adjuntan en planillas N° 8 y 9, respectivamente.

## 8. ANEXOS

- Figura 1: Mapa de la Provincia de Santiago del Estero
- Figura 2: Mapa de Ubicación Departamental
- Figura 3: Plano de Ubicación General Santo Domingo de Los Cisneros
- Figura 4: Perfil Geoeléctrico
- Planilla 1: Análisis físico-químico
- Planilla 2 - 7 : Planillas y Curvas de SEV 1 al 6
- Planilla 8: Cómputo métrico
- Planilla 9: Presupuesto

FIGURA 2

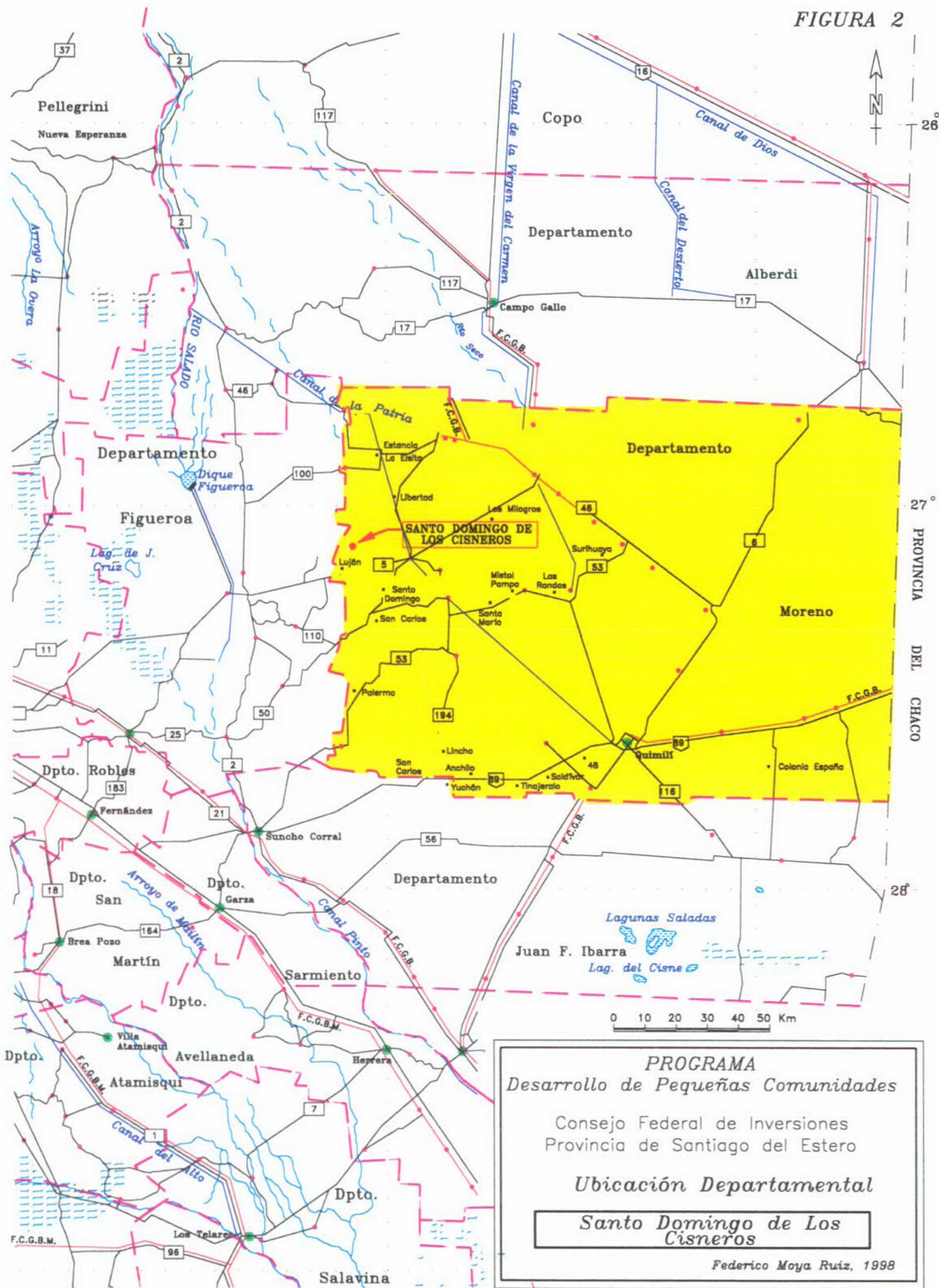
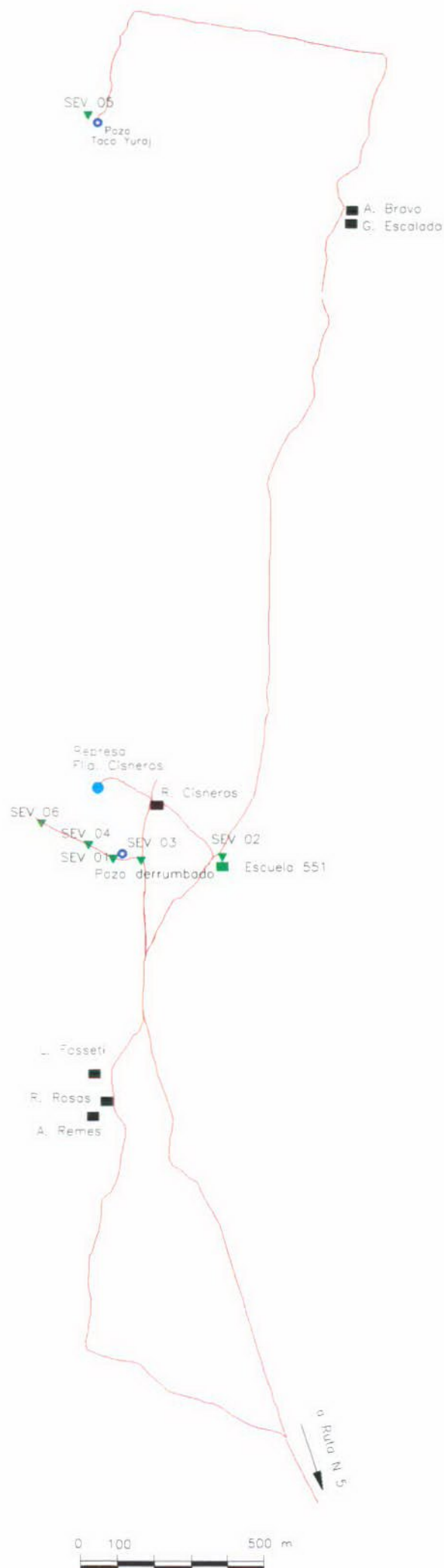


FIGURA 3



PROGRAMA  
Desarrollo de Pequeñas Comunidades  
Consejo Federal de Inversiones  
Provincia de Santiago del Estero

Plano de Ubicación General

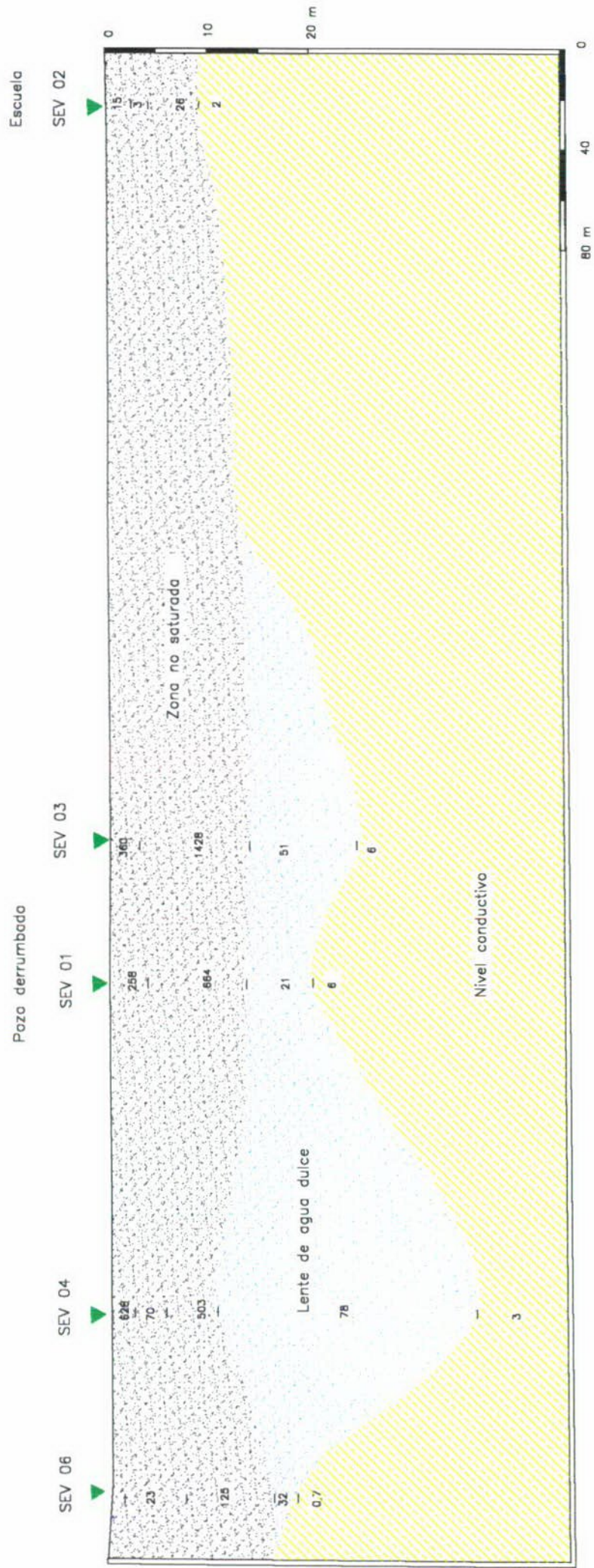
Santo Domingo  
de Los Cisneros

Federico Moya Ruiz, 1998



FIGURA 4

Perfil Geoeléctrico Santo Domingo de Los Cisneros



Análisis Físico-Químico  
*Pozo Taco Yuraj*

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	3800	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO <sub>3</sub> Ca)	322	400	800		
Dureza total (CO <sub>3</sub> Ca)	1193	200	500		
Color (U.C.)	.....	5	10		
pH	7.05	6.8	9.2		
Turbiedad (NTU)	.....	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	6910		2000		
Sodio	1164				
Potasio	65.7				
Calcio	346				
Magnesio	79				250
Cloruros	1560	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	322	488	976		
Carbonatos	.....				
Sulfatos	1529	200	400	2000	4000
Hierro total	0.149	0.1	0.2		
Manganeso	.....	0.05	0,1-0,5		
Amoníaco	.....				
Nitritos	0.094		0.1		10
Nitratos	0		45	1000	3000
Fluoruros	0.34	1.5	2.4		2
Arsénico	0.03	0.05	0.1	0.15	0.3
Vanadio	0.04				
Sumatoria Cationes (meq/l)	76.08				
Sumatoria Aniones (meq/l)	81.12				
Error analítico	-6.41	4	8		
Potabilidad	NO POTABLE				

Fecha:14/7/98

Dr. Sergio A. Giorgieri

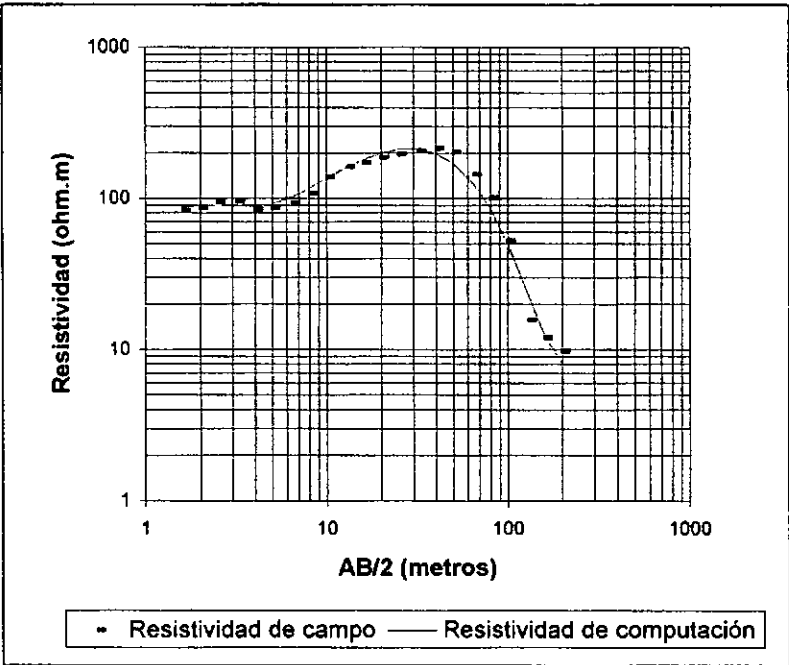
Protocolo N° 175

Geoelectrica - SEV 1

Pozo derrumbado

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.5	0.5	59.5
1.3	0.8	155.3
2.6	1.3	32.6
4	1.4	258.2
14	10	664
19.9	5.9	21.5
		6.4

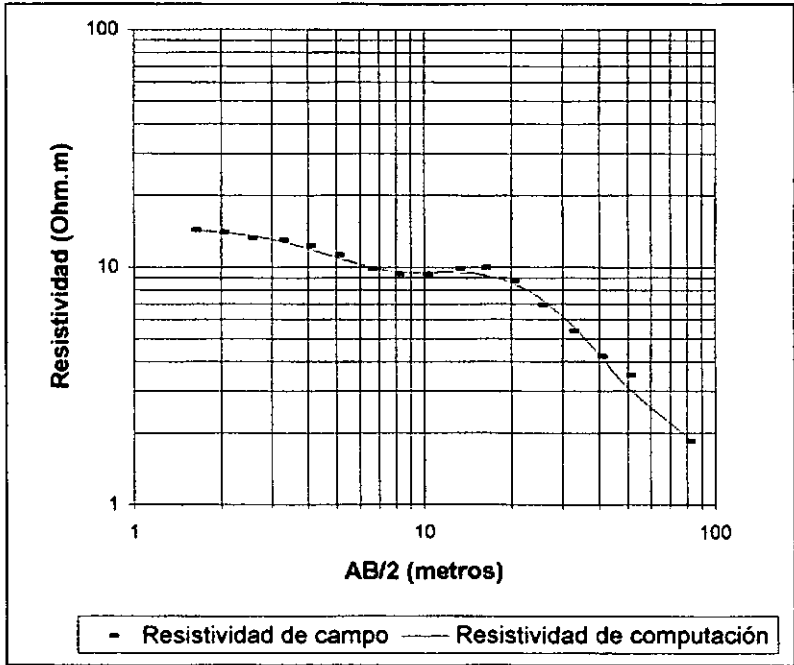
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	83.1	87.353	4.9
2	2	86.6	89.746	3.5
3	2.5	94.5	89.932	-5.1
4	3.2	95	88.688	-7.1
5	4	84.5	88.519	4.5
6	5	86.2	91.89	6.2
7	6.5	93	102.78	9.5
8	8	108	116.885	7.6
9	10	137	136.173	-0.6
10	13	161.5	161.685	0.1
11	16	172.8	181.711	4.9
12	20	186.7	200.22	6.8
13	25	195.993	212.088	7.6
14	32	206.539	212.766	2.9
15	40	215.728	198.844	-8.5
16	50	202.572	170.693	-18.7
17	65	143.784	124.509	-15.5
18	80	101.077	85.564	-18.1
19	100	52.731	49.85	-5.8
20	130	15.649	22.745	31.2
21	160	11.997	12.375	3.1
22	200	9.769	8.094	-20.7



Geoeléctrica - SEV 2  
Frente a Escuela

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
2.641	2.641	14.652
4.178	1.537	3.227
8.82	4.643	26.079
		1.637

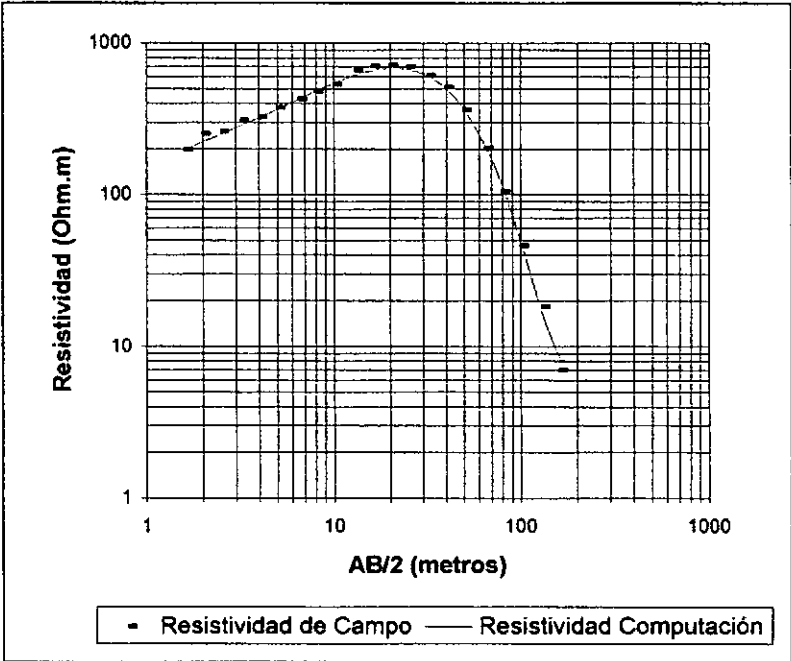
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	14.3	14.312	0.1
2	2	14.01	14.043	0.2
3	2.5	13.27	13.603	2.4
4	3.2	12.99	12.859	-1
5	4	12.24	11.963	-2.3
6	5	11.24	10.979	-2.4
7	6.5	9.8	10.011	2.1
8	8	9.32	9.592	2.8
9	10	9.34	9.492	1.6
10	13	9.85	9.513	-3.5
11	16	10	9.297	-7.6
12	20	8.762	8.607	-1.8
13	25	6.893	7.429	7.2
14	32	5.374	5.777	7
15	40	4.206	4.296	2.1
16	50	3.516	3.112	-13
17	80	1.847	1.928	4.2



Geoelectrica - SEV 3  
55m al Este del SEV 1

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.3	0.3	64.8
3	2.7	359.9
14.2	11.2	1428.5
24.4	10.2	50.8
		5.9

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	197.66	196.263	-0.7
2	2	251.6	222.641	-13
3	2.5	261.4	251.209	-4.1
4	3.2	308	286.408	-7.5
5	4	325	323.114	-0.6
6	5	374	366.358	-2.1
7	6.5	427	427.237	0.1
8	8	481.7	482.53	0.2
9	10	530	545.694	2.9
10	13	660	616.415	-7.1
11	16	705.818	660.224	-6.9
12	20	717.219	683.633	-4.9
13	25	700.276	670.654	-4.4
14	32	611.258	604.045	-1.2
15	40	509.183	498.436	-2.2
16	50	362.007	365.56	1
17	65	201.774	210.176	4
18	80	104.092	113.957	8.7
19	100	46.052	49.185	6.4
20	130	18.318	16.17	-13.3
21	160	6.966	8.436	17.4

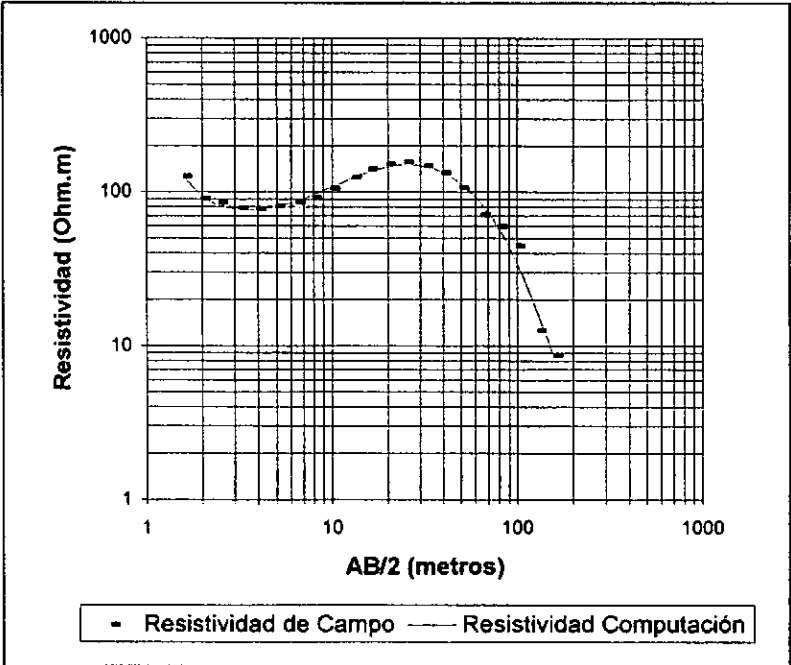




Geoelectrica - SEV 4  
130m al Oeste de SEV 1

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.421	0.421	628.42
5.471	5.05	69.804
11.347	5.876	503.335
35.658	24.311	78.468
		3.216

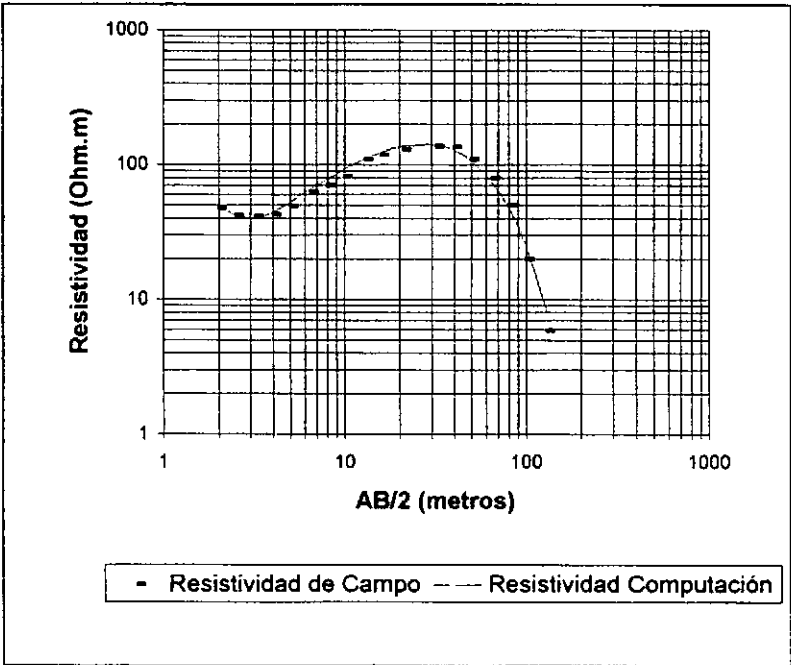
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	126.3	124.71	-1.3
2	2	91	94.894	4.1
3	2.5	85.3	81.805	-4.3
4	3.2	79.2	77.424	-2.3
5	4	76.8	77.707	1.2
6	5	81	80.655	-0.4
7	6.5	85.7	87.677	2.3
8	8	92.03	96.235	4.4
9	10	105	108.126	2.9
10	13	124.7	124.065	-0.5
11	16	141.276	136.11	-3.8
12	20	152.323	146.034	-4.3
13	25	156.216	150.44	-3.8
14	32	148.574	146.485	-1.4
15	40	133.728	133.866	0.1
16	50	107.146	113.309	5.4
17	65	70.848	82.544	14.2
18	80	59.714	57.392	-4
19	100	44.599	34.12	-30.7
20	130	12.554	15.668	19.9
21	160	8.639	8.105	-6.6



Geoeléctrica - SEV 5  
Pozo salado Taco Yuraj

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
0.696	0.696	144.114
1.903	1.207	15.811
3.589	1.687	227.529
8.674	5.085	800.408
12.297	3.623	41.037
		0.03

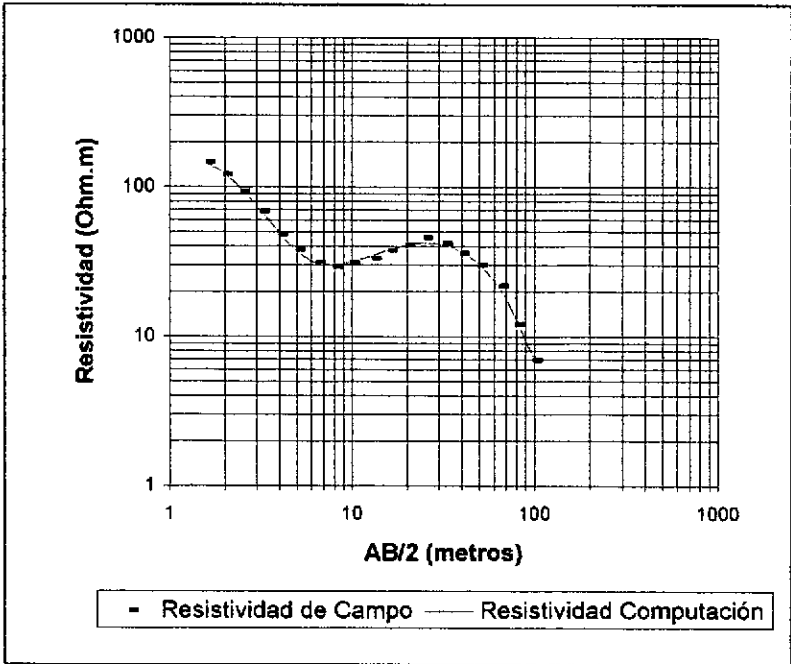
Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	2	47.5	51.147	13.6
2	2.5	42	41.925	-2.8
3	3.2	41.4	40.116	-3.2
4	4	42.6	44.709	4.7
5	5	49.2	53.155	20.6
6	6.5	63.1	66.241	19.4
7	8	70.4	78.425	24.6
8	10	81.8	92.898	19.1
9	13	109.4	110.733	16.4
10	16	118.2	124.137	13.5
11	21	129.5	137.837	8.7
12	32	137.3	140.383	2.7
13	40	135	128.332	-16.6
14	50	110	106.822	-35.3
15	65	80	73.808	-48
16	80	50.2	47.411	-36.8
17	100	20	24.432	29.7
18	130	5.847	8.256	29.2



Geoelectrica - SEV 6  
200m al Oeste del SEV 1

Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
1.211	1.211	186.294
7.388	6.176	22.953
16.517	9.129	125.111
18.336	1.819	32.301
		0.664

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1	1.6	145.6	143.269	-1.6
2	2	121.9	121.463	-0.4
3	2.5	94	96.118	2.2
4	3.2	68.7	68.755	0.1
5	4	48.2	49.217	2.1
6	5	38.2	36.88	-3.6
7	6.5	31.4	30.659	-2.4
8	8	29.3	29.957	2.2
9	10	31.1	31.512	1.3
10	13	33.1	34.964	5.3
11	16	37.5	38.11	1.6
12	20	41.2	40.996	-0.5
13	25	45.712	42.409	-7.8
14	32	42.279	41.209	-2.6
15	40	36.001	37.105	3
16	50	30.115	30.359	0.8
17	65	21.777	20.553	-6
18	80	12.105	13.063	7.3
19	100	6.984	6.837	-2.1



Computo Métrico  
Santo Domingo de Los Cisneros

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Perforación de un pozo exploratorio de 40 metros de profundidad en un diámetro de 8".	m	40
2	Perfilaje eléctrico del pozo exploratorio	gl.	1
3	Reperforación a 17" del pozo exploratorio	m	40
4	Entubado en 12" y engravado con material seleccionado	m	40
5	Limpieza y Desarrollo del pozo.	gl.	1
6	Ensayo de Bombeo escalonado de 72 hs de duración.	gl.	1

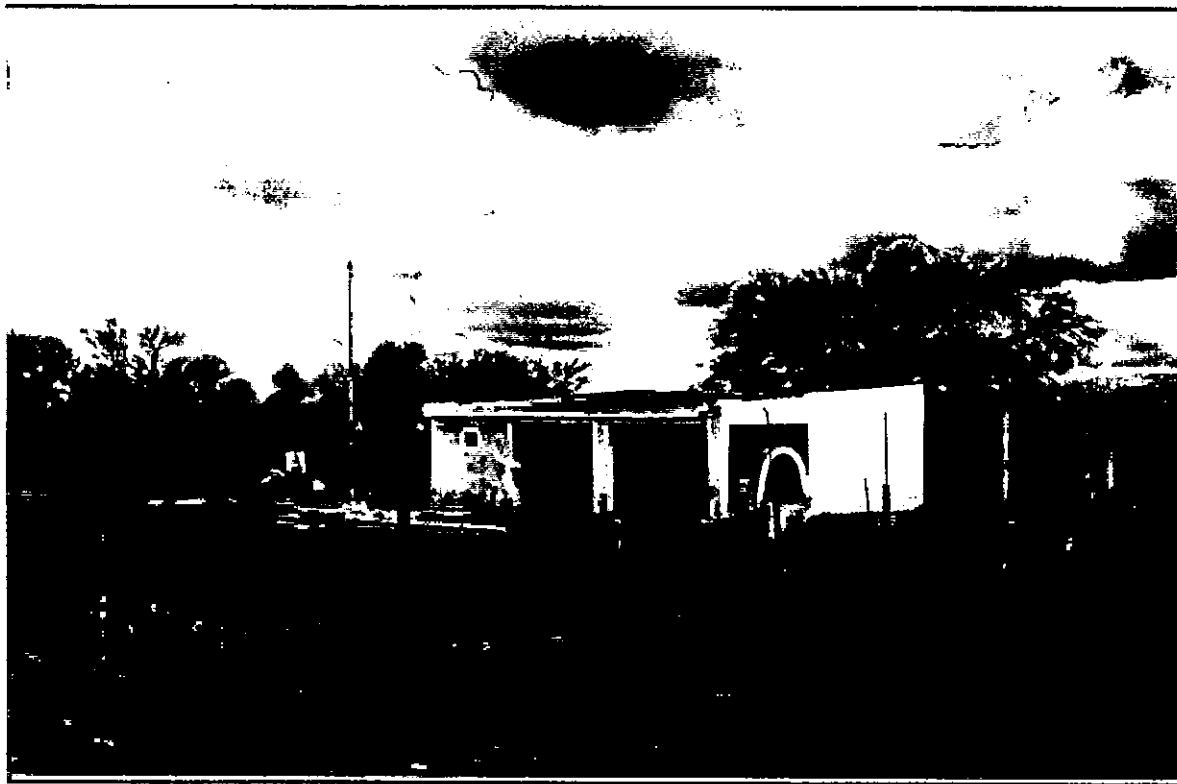
Nota: Los materiales descriptos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.

Presupuesto  
Santo Domingo de Los Cisneros

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Unidad	Total (\$)
1	Perforación de un pozo exploratorio de 40 metros de profundidad en un diámetro de 8".	m	40	120	4800
2	Perfilaje eléctrico del pozo exploratorio	gl	1	900	900
3	Reperforación a 17" del pozo exploratorio	m	40	50	2000
4	Entubado en 12" y engravado con material seleccionado	m	40	80	3200
5	Limpieza y Desarrollo del pozo.	gl	1	2000	2000
6	Ensayo de Bombeo escalonado de 72 hs de duración.	gl	1	2500	2500
Total					15400

Nota: Los materiales descriptos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.

9. FOTO



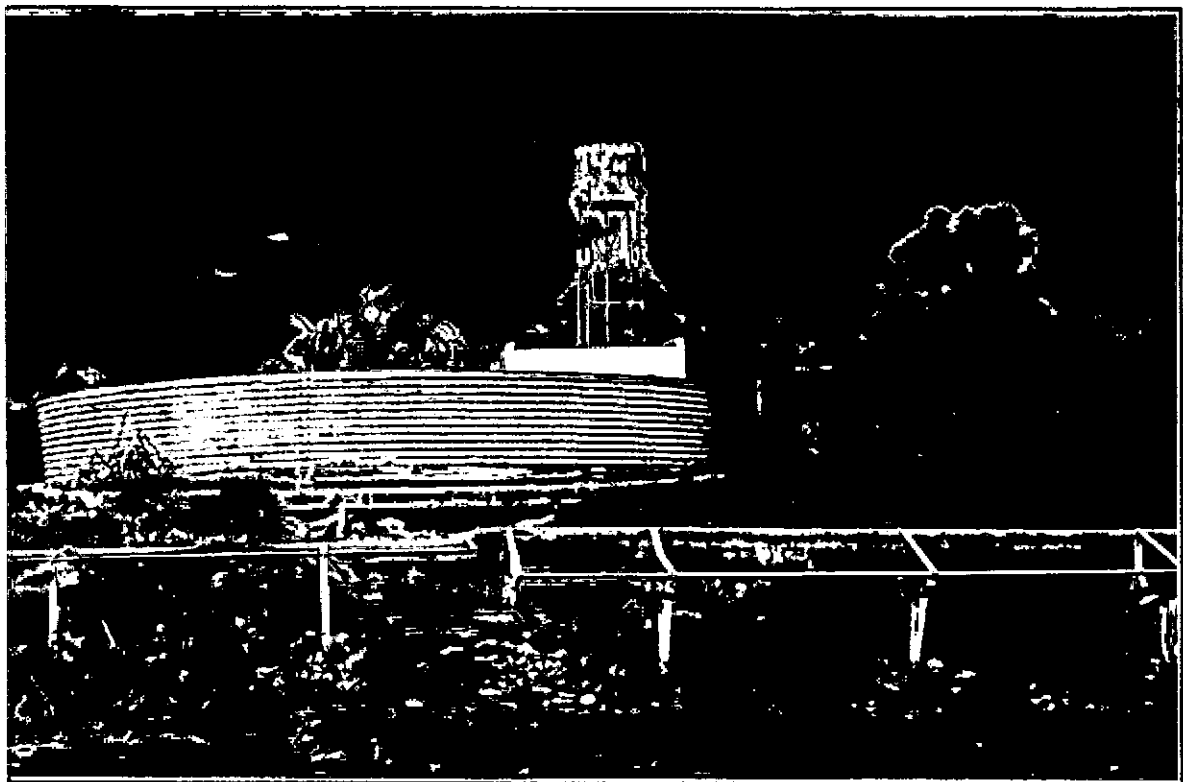
Escuela Provincial N° 551 - Santo Domingo de Los Cisneros



Pozo derrumbado - Santo Domingo de Los Cisneros



Pozo derrumbado - Santo Domingo de Los Cisneros



Tanque elevado, australiano y bebederos - Pozo Taco Yuraj