

0/H.1112

45363

H11 est

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES
I

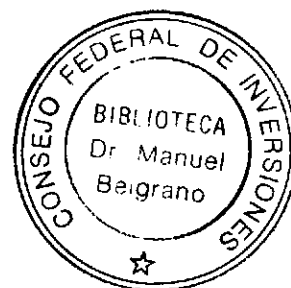
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SALTA

ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y EVALUACION DE FUENTES DE AGUA

- MISION TUYUNTI -

DEPARTAMENTO SAN MARTIN

PROVINCIA DE SALTA



Febrero de 1999

AUTORIDADES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE SALTA

DR. JUAN CARLOS ROMERO

SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ING. JUAN JOSE CIACERA

COORDINACION GENERAL

PROVINCIA DE SALTA

MINISTERIO DE LA PRODUCCION Y EL EMPLEO

ING. GILBERTO OVIEDO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIRECTOR DE PROGRAMAS

ING. RAMIRO OTERO

COORDINACION TECNICA

PROVINCIA DE SALTA

SECRETARIO DE OBRAS PUBLICAS

ING. LUIS SIEGRIST

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC

AUTOR

Geólogo Gustavo Rodolfo Massei

INDICE

1. GENERALIDADES

- 1.1. *Localización*
- 1.2. *Síntesis Poblacional*
- 1.3. *Actividades Productivas*
- 1.4. *Saneamiento e Higiene*

2. CARACTERIZACION FISICA

- 2.1. *Clima, suelos, vegetación y fauna*
- 2.2. *Hidrografía*
- 2.3. *Geología regional*

3. PROVISION DE AGUA ACTUAL

4. FUENTES PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

- 4.1. *Agua superficial*
- 4.2. *Agua subterránea*
 - 4.2.1. *Antecedentes*
 - 4.2.2. *Estudio de Fuentes*
 - 4.2.2.1. *Geoeléctrica*
 - 4.2.2.2. *Hidroestratigrafía*
 - 4.2.2.3. *Hidroquímica*
 - 4.2.2.4. *Modelo Geohidrológico Conceptual y Evaluación de Fuentes*

5. CONCLUSIONES

6. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

7. ANEXOS

8. FOTOS

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 Salta, 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 suscrito.

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 a la localidad Misión Tuyunti, departamento San Martín.

1 GENERALIDADES

1.1 Localización

La zona en estudio se encuentra localizada en el sector nordeste de la provincia de Salta y pertenece al departamento San Martín (Figura N° 1). Las coordenadas Gauss – Kruger correspondientes a esta localidad son $X = 7.541.325,01$; $Y = 4.422.821,13$.

Desde la ciudad de Salta se accede al lugar de interés a través de la ruta nacional N° 34, asfaltada y en buen estado de mantenimiento, que se dirige hacia la ciudad de Aguaray. Desde ésta última por medio de un camino vecinal de tierra, después de transitar 1600 metros en dirección noroeste, se arriba al paraje Misión Tuyunti,

Hoy en día, debido al crecimiento poblacional del pueblo de Aguaray, uno de los barrios más periféricos, el B° 80 Viviendas, se encuentra urbanizado hasta el camino de ingreso a la comunidad de Misión Tuyunti.

1.2 Síntesis Poblacional

El paraje de Misión Tuyunti, tiene una población aproximada de 700 personas, que en su gran mayoría pertenecen a la etnia Chané - Guarimayo. En esta localidad la iglesia Católica Apostólica Romana, le devolvió 100 hectáreas de tierra, al cumplirse el “Quinto Centenario del Descubrimiento de América”, las cuales ya están a nombre de la comunidad. Esta superficie de tierra es muy pequeña para que los pobladores asienten sus casas y les quede espacio para destinarlo a cultivos de diversos tipos.

Las viviendas conforman un asentamiento del tipo agrupado. Las mismas en su mayoría están construídas con paredes de adobe, pisos de tierra y techos de paja y barro. Sólo la escuela y la capilla poseen paredes de ladrillos revocadas, pisos cerámicos, techo de losa, etc.

La Escuela primaria N° 8156 “San Miguel Arcángel”, tiene una asistencia de 230 alumnos y es de doble escolaridad. Su plantel docente es de 7 maestros de grado, 4 auxiliares bilingües y 3 ordenanzas. El estado de mantenimiento de la escuela es muy bueno. La misma posee baños de vía húmeda, que deben ser clausurados cuando se corta el suministro de agua, debido a que ésta no sube a la cisterna de la escuela por falta de presión.

La gran mayoría de las viviendas cuentan con luz eléctrica.

1.3 *Actividades Productivas*

La economía de este pueblo se basa en la agricultura y ganadería de pequeña escala (autoconsumo), cultivándose habas, zanahorias, maíz, trigo y tomate. Esta actividad normalmente se desarrolla en tierras fiscales. Otra fuente de trabajo importante es el empleo como jornaleros en las fincas ubicadas en las cercanías de Tartagal y Embarcación; y en mínima expresión el comercio.

1.4 *Saneamiento e Higiene*

Este paraje posee un puesto sanitario atendido por la auxiliar de enfermería Sandra Juárez, el cual depende del hospital de Aguaray "Luis Adolfo Güemes". En este puesto sanitario se realiza el diagnóstico y seguimiento sanitario de la población. Los casos graves son derivados al hospital de Aguaray en ambulancia.

Las enfermedades más comunes de la zona son las del tipo hídricas (parasitosis, tifoidea, paratifoidea y hepatitis), tuberculosis y enfermedades de la piel.

Los residuos son incinerados y/o enterrados.

Las casas en su mayoría poseen letrinas como sistema de eliminación de excretas.

2 **CARACTERIZACION FISICA**

2.1 *Clima, suelos, vegetación y fauna*

La comunidad en estudio se encuentra en las últimas estribaciones de las Sierras Subandinas. Estas ejercen un importante efecto sobre el clima, y en especial sobre las precipitaciones. Durante el verano, actúa un centro de baja presión que permite el ingreso de masas de aire portadoras de humedad desde el sector este, y que al encontrarse con una barrera orográfica como las Sierras Subandinas originan nubes de gran desarrollo vertical, dando lugar a lluvias a barlovento y sotavento.

Como las alturas de las cimas a transponer por los vientos no superan los 2000 m.s.n.m., las máximas precipitaciones se registran sobre las laderas de barlovento, si bien en las laderas de sotavento las precipitaciones que ocurren son significativas.

Las precipitaciones son de marcado régimen estival, concentrándose entre los meses de noviembre hasta abril, con máximas de precipitaciones en diciembre y enero. Las

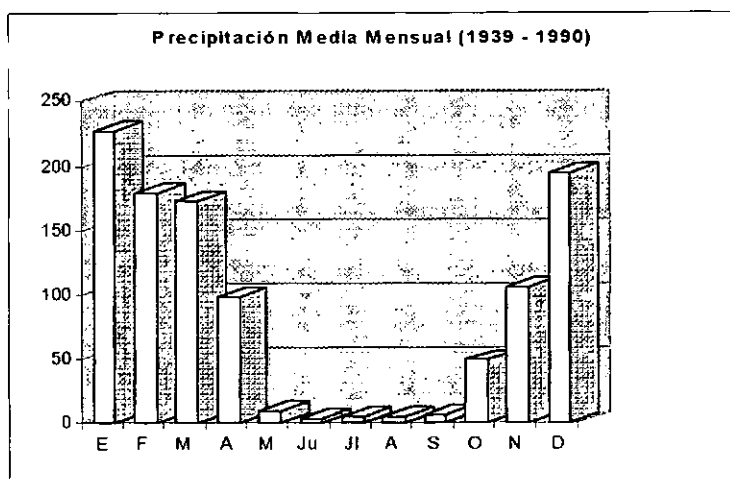


Gráfico de precipitaciones medias mensuales en Aguaray

precipitaciones en la ciudad de Aguaray son de 1070 mm anuales (ver gráfico).

La vegetación se encuentra en el sector transicional entre las provincias de Las Yungas y la provincia Chaqueña. Está constituida por árboles de gran porte y un estrato de alrededor de dos metros de altura conformado por hierbas y arbustos. Existen además abundantes enredaderas y epífitas, que le dan un aspecto selvático. Los árboles dominantes son: palo amarillo, palo blanco, tipa blanca, quina y lapacho blanco entre otros.

2.2 Hidrografía

La zona de estudio se encuentra en la cuenca del río Itiyuro–Caraparí. La misma nace en el extremo austral de la República de Bolivia y norte de Argentina, siendo el curso de mayor jerarquía el río Itiyuro, del cual recibe el nombre esta cuenca. Este río recoge los aportes de los cursos de agua que drenan sobre la ladera oriental de la Sierra de Tartagal al oeste, y los de Campo Durán al este.

El río Itiyuro en la baja cuenca, luego de rebasar el dique homónimo, recibe el nombre de Caraparí. Aguas abajo recibe las aguas del río Pocitos por su margen izquierda. A partir de esta confluencia recibe, por el oeste, a cursos de agua de la quebrada de Tobantirenda, y de los ríos Aguas Blancas, Capiazuti y Tuyunti. Cuando sale del sistema serrano no recibe tributarios y su caudal disminuye progresivamente, hasta que se insume a pocos kilómetros al sudeste de la localidad de Tonono.

El arroyo Tuyunti pasa por las inmediaciones de la localidad en estudio. Este arroyo nace en la ladera austral del C° Tuyunti de 1371 m.s.n.m. Es un curso de régimen permanente en el sector alto y medio de la cuenca, pero se insume al pie del sistema serrano. Sólo vuelca sus aguas en el río Itiyuro, en la época estival, cuando transporta agua en el sector bajo de su cuenca.

2.3 *Geología Regional*

Desde el punto de vista geológico, el área se encuentra en el ambiente de las Sierras Subandinas, sobre la última estribación oriental de la Sierra de Tartagal (Sistema de Aguaragüe).

Las rocas aflorantes comienzan con los depósitos carbónicos del Grupo Machareti (Harrington, 1924 in López Pulsen, 1992), el cual está integrado por las Formaciones Tupambi y Tarija.

La Formación Tupambi es esencialmente arenosa, de tonalidades blanquecinas, con intercalaciones de algunos niveles conglomerádicos y pelíticos. La Formación Tarija se apoya concordantemente sobre la Formación Tupambi. Corresponde a un espeso paquete sedimentario de diamictitas de color oscuro. Una característica de esta Formación son las intercalaciones de conglomerados con pelitas oscuras.

Mediante una discordancia se apoya sobre el grupo anterior una potente secuencia de materiales terciarios. Estos sedimentos, que tienen una gran extensión areal en las Sierras Subandinas pudiendo sobrepasar los 5000 metros de potencia, conforman la mayoría de los afloramientos en la zona. Los depósitos comienzan con los correspondientes a la Formación Tranquitas (Schlagintweit, 1938). Esta unidad está limitada por un contacto erosivo en su base y neto en su techo. Litológicamente está compuesta por una arenisca de color gris claro a gris verdoso, con abundante matriz y/o cemento calcáreo. Hacia su techo tiene intercalaciones de pelitas rojas. Por encima de estos depósitos se asienta, de forma concordante, una potente secuencia denominada Terciario Subandino (Bonarelli, 1913), la cual se divide según su contenido tabáceo en Terciario Subandino Inferior, Medio y Superior. El Inferior consta de una secuencia de areniscas y limolitas arenosas, de color rojizo pálido. El techo de esta unidad coincide con la presencia de tobas silicificadas, de color gris a negro. El Terciario Subandino Medio, está formado por areniscas de color gris con intercalaciones de lutitas del mismo color. Y por último, el Terciario Subandino

Superior, se caracteriza por la presencia de conglomerados gruesos dispuestos sobre areniscas y lutitas arenosas asociadas a tobas blancas.

Dispuestos en forma discordante se hallan los depósitos asignados al Cuaternario. Estos sedimentos, en el sector serrano se restringen a los lechos de las quebradas (en donde desarrollan muy poca potencia), y al sector de piedemonte, donde la coelescencia de los conos aluviales conforma una extensa bajada aluvial, que permite la infiltración de los cursos de agua superficiales como el arroyo Tuyunti. Estos depósitos están conformados por sedimentos cuya granulometría varía desde rodados y gravas hasta arenas varicolores, castañas blanquecinas y rojizas.

3 PROVISION DE AGUA ACTUAL

El actual sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la localidad de Tuyunti, proviene de una derivación en la cañería de conducción de la toma de agua realizada sobre el arroyo Tuyunti 3.750 metros aguas arriba de la misión. El agua captada abastece a dos barrios del pueblo de Aguaray. La derivación se realiza antes de que la conducción llegue a la planta potabilizadora. Como consecuencia de esto los habitantes de Misión Tuyunti no reciben agua clorada, y en las épocas de estiaje, donde el caudal captado es menor, la empresa les corta el suministro.

El sistema de captación, la planta y toda la conducción pertenecen a la empresa Aguas de Salta S.A.. La empresa en la actualidad les está entregando agua (sin tratar) sin costo alguno, a condición de que la comunidad se encargue del mantenimiento de la toma y de la planta (mano de obra). Según los operarios de la planta, al sistema de conducción de la localidad de Tuyunti ingresan 3,7 m³/h. Pero esto sólo podría ocurrir en horas picos de consumo, ya que la comunidad no cuenta con una cisterna para el acopio de agua y la mayoría de las viviendas no poseen tanque para generar reservas. Por otra parte, la gente de la localidad expresa que, durante gran parte del día, tienen caudales exigüos de agua en sus cañerías. Con respecto a esto sería oportuno aclarar que la conducción de agua está realizada con cañería de pvc de ½ ” (pulgada) de diámetro, la que se encuentra en pésimas condiciones.

Esta toma de agua superficial fue construida en el año 1993, por Obras Sanitarias de la Provincia de Salta. La misma consta de una toma tipo parrilla, de donde se deriva el agua captada hasta un desarenador (3 metros de ancho por 12,40 de largo por 2,20 de

profundidad). A partir de aquí se realiza una conducción con cañería de pvc de 160 mm de diámetro, hasta la planta de tratamiento ubicada en el asentamiento de Misión Tuyunti.

La toma capta 15,948 m³/h, de los cuales trata 12,24 m³/h. Al sistema de conducción de la misión entran 3,7 m³/h, según lo manifestado por el personal encargado de la planta potabilizadora. La cañería del sistema de distribución domiciliario termina en grifos públicos, solo la escuela posee tanque elevado para hacer acopio de agua.

4 FUENTES PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

4.1 *Agua Superficial*

En la zona en estudio el único curso fluvial de mayor importancia es el arroyo Tuyunti.

Este arroyo es un curso de tipo torrencial, cuya cuenca tiene una superficie de 0,903684 km². El mismo fluye en sentido noroeste sudeste, sobre un valle muy estrecho de 18 metros de ancho, que en época de lluvias aumenta su competencia y con ésta el transporte de sólidos. Tiene un curso de agua de régimen permanente en el sector alto y medio de la cuenca y semipermanente en la zona baja, donde se insume todo su caudal al ingresar a la bajada aluvial, transportando agua a la cuenca baja sólo en la época estival. En general presenta elevada torrencialidad, pendiente y gran capacidad de transporte.

Aguas arriba de la localidad en estudio, recibe las aguas de numerosos torrentes con sus mismas características. La red fluvial de este río debe su origen a las precipitaciones líquidas y al aporte de agua subterránea (vertientes), que ocurren en el sector serrano del sistema montañoso.

Durante el trabajo de campaña, se efectuaron dos aforos sobre el arroyo Tuyunti: uno en las inmediaciones de la toma de agua, que arrojó un valor de 24 m³/h; el segundo 300 metros aguas debajo de la toma, dio un valor de 1,1 m³/h, en la primera semana de octubre. Se tomó la diferencia de cota existente entre este punto aforado y la comunidad, la cual es de 83 mts. lo que asegura el dominio topográfico de este punto sobre la localidad en estudio.

El arroyo Tuyunti escurre sobre rocas carbónicas de la Formaciones Tupambi y Tarija, en la alta cuenca, y sobre rocas terciarias (de baja permeabilidad), en el sector medio y bajo de la cuenca, donde en gran parte de su recorrido no presenta depósitos de más de un

metro de potencia de sedimentación fluvial. La captación de agua sobre este arroyo es una toma parrilla, que en la época estival se colmata de arenas, lo que demanda trabajos de mantenimiento permanentes. Por otro lado, el muro aflorador de esta fuente, tiene deficiencias constructivas, ya que no es totalmente impermeable. En definitiva esta, fuente presenta limitaciones: si bien se trata de un curso fluvial que transporta caudales significativos, su aprovechamiento sólo es posible mediante captaciones superficiales, las que demandan costos muy altos.

4.2 *Agua Subterránea*

Durante los trabajos de campaña se realizó la inspección de una fuente de agua subterránea. Esta vertiente se encuentra a 1500 metros del paraje en estudio, en dirección noroeste. El lugar es llamado Tuyunti Viejo, sobre la ladera oriental del C° Tuyunti. La emanación de agua subterránea se realiza sobre tillitas y areniscas carbónicas. Se realizó un aforo de esta vertiente que arrojó un caudal de $0,3456 \text{ m}^3/\text{h}$. El origen de estas emanaciones en el sector es debido a la Falla de Aguaragüe, la que ha levantado y tectonizado las sedimentitas del Carbonífero generando una permeabilidad secundaria, en donde se aloja parte del agua precipitada durante las lluvias y emerge, porque la superficie piezométrica intercepta a la topográfica. También se tomó la diferencia de altura que hay entre esta vertiente y el asentamiento, la que arrojó una diferencia de 73 metros.

4.2.1 *Antecedentes*

En la región hay numerosos trabajos realizados y antecedentes de perforaciones, de los cuales se destacan: la tesis doctoral del geólogo Rodolfo García, (“Hidrogeología del Chaco Salteño”, 1998); el estudio y proyecto de “Captación subsuperficial del río Carapari” (Fuentes A., García R., Moya F. y Baudino G, 1994); estudio y proyecto de “Captación Subsuperficial del río Capiazuti” (Fuentes A., García R., Moya F. y Baudino G., 1996) y los legajos técnicos de numerosas perforaciones realizadas en el pueblo de Aguaray.

Estas perforaciones indican la presencia comprobada de agua subterránea, si bien no se pudo obtener información de los descensos producidos durante los ensayos de bombeo, parámetro fundamental para evaluar el potencial hidrológico de los acuíferos. En el cuadro 1, se exponen las principales características de los pozos más cercanos a la zona de estudio.

Del análisis de los antecedentes disponibles, se puede concluir que el recurso hídrico subterráneo, pertenece al Complejo Acuífero Tobantirenda, definido por el Dr. R. García (1998). Este complejo incluye un acuífero libre y un sistema de acuíferos semiconfinados y confinados. El área en estudio está comprendida entre la sierra de Tartagal al oeste y la sierra de Campo Durán, al este. El área de aporte a la recarga comprende parte de la cuenca de los ríos Pocitos, Itiyuri, Capiazuti y Tuyunti, y arroyos de regímenes semipermanentes que drenan la ladera occidental de la sierra de Campo Durán. El Complejo Acuífero Tobantirenda, desde el punto de vista geológico, se localiza en el ambiente de las Sierras Subandinas y se sobrepone a una estructura sinclinal asimétrica de rumbo submeridiano (Baudino, 1989), cuyo flanco oeste se sitúa por debajo del anticlinal de Aguaragüe, a través de una falla de corrimiento. El pueblo de Aguaray está asentado sobre el sector sur del reservorio.

Nombre	Ubicación	Coordenadas Gauss-Kruger		Prof. Total	N. Estático	N. Dinámico	Caudal	Acuíferos	
		Y	X	m.b.b.p.	m.b.b.p.	m.b.b.p.	m ³ /h	Tope	Base
StAGAg1	Aguaray	4.424.330	7.541.170	150	55	s/d	3,5	124	149
StAGAg2	Aguaray	4.424.330	7.541.700	164	50	s/d	2,5	110	145
StAGAg3	Aguaray	4.424.290	7.541.710	140	s/d	s/d	3,5	s/d	S/d
StAGAg4	Aguaray	4.424.310	7.541.700	149,5	49	s/d	2,7	120,1	149
StAGAg7	Aguaray	4.424.350	7.541.710	150	45	s/d	2,7	96,3	128
StAGAg8	Aguaray	4.424.350	7.541.700	150,5	53	s/d	3,5	113	141
StAGAg9	Aguaray	4.424.350	7.541.690	155,7	55	s/d	3,7	120	150
StAGAg10	Aguaray	4.424.310	7.541.690	150	55	s/d	3,5	124	149
St.Ñac.Ag1	Ñacatimbay	4.427.800	7.537.200	170	86	93	18	82	165

Cuadro 1: Datos de perforaciones.

En el cuadro 2, se observan los datos químicos de los pozos St.AGAg2 y StAGAg7, siendo estos los únicos que poseen análisis físico - químicos.

Nombre	Cond. Eléct.	Dureza total	Res. Sólido	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Fe ⁺²	Mn ⁺²
	US/cn	mg/l	Mg/l	mg/l	Mg/l	mg/l						
StAGAg2	984	323	1230	210	0	80	30	30	760	120	n/d	n/d
StAGAg7	1170	396	1468	250	0	110	30	24	870	180	n/d	n/d

Cuadro 2: Análisis físico-químicos

4.2.2 *Estudio de Fuentes*

4.2.2.1 *Geoeléctrica*

Con el propósito de establecer las propiedades eléctricas de los sedimentos, como así también el espesor de las facies sedimentarias susceptibles de albergar posibles niveles acuíferos, se realizó una prospección geoeléctrica en el centro del asentamiento. El trabajo se efectuó 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 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 800 metros.

Las separaciones entre los electrodos de potencial, MN, variaron entre 1 y 100 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 δ_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 dos sondeos. El SEV 01 se realizó en la intersección del camino de ingreso a la misión con la Avenida Belgrano (última calle del ejido municipal del pueblo de Aguaray). El SEV 02 se ejecutó sobre el camino de acceso a la misión, a 400 metros antes de llegar a la escuela y a 500 metros al oeste del SEV 1. El modelo geoeléctrico interpretado fue ajustado teniendo en cuenta el marco geológico existente y a la información de subsuelo brindada por las perforaciones de pozos para agua. Los resultados obtenidos son los siguientes:

SEV 1 – Entrada a Misión Tuyunti

Corte Geoelectrico

<u>286</u>	1,7
<u>124</u>	6,4
<u>136</u>	21,5
<u>34</u>	161,5
<u>72</u>	212,76
0,5	

El corte geoelectrico muestra la sucesión de seis electrocapas. La primera, muy resistiva (286 Ohm.m) y de 1,7 metros de espesor, que se asigna a depósitos modernos de relleno aluvial. A continuación se identificó un horizonte más conductivo respecto al anterior (124 Ohm.m) hasta los 6,4 metros de profundidad, y que se asigna a las mismas secuencias anteriores, pero con mayor participación de fracciones finas. Luego se

detecta un nivel más resistivo (136 Ohm.m) hasta los 21,5 metros de profundidad que fue interpretado como la base de estos depósitos modernos, (mayor participación de arenas). Le subyace una electrocapa más conductiva que las precedentes (34 Ohm.m) y cuya base se localiza a los 161,5 metros, que fue asignada a secuencias finas terciarias. A continuación se halla una electrocapa de 72 Ohm.m, hasta los 212,6 metros que representaría el intervalo de interés hidrogeológico. Por último se halla un horizonte muy conductivo, interpretado como arcilitas terciarias.

SEV 02 – 400 metros antes de llegar a la escuela

Corte Geoelectrico

<u>738</u>	1
<u>244</u>	4,3
<u>114</u>	31
<u>32</u>	133,7
<u>67</u>	251
0,5	

El corte geoelectrico muestra la sucesión de seis electrocapas. La primera muy resistiva (738 Ohm.m) que se extiende hasta una profundidad aproximada de 1 metro. Esta secuencia es interpretada como relleno moderno. Infrayaciendo se identificó una capa más conductiva respecto a la anterior (244 Ohm.m), cuya base alcanza los 4,3 metros de profundidad, interpretada como perteneciente a la misma secuencia que le sobreyace, pero con participación de materiales más finos. Le sigue un horizonte

más conductivo (114 Ohm.m) interpretado como la base de los depósitos asignados al moderno. A partir de esta última capa se detecta un nivel conductivo (32 Ohm.m), muy potente, cuya base alcanza los 133,7 metros de profundidad, asignado a sedimentos finos del terciario. El horizonte detectado entre los 133,7 a 251 metros tiene valores mayores de conductividad (67 Ohm.m), por lo que esta capa puede comportarse como un potencial acuífero. Por último se encuentra una capa de muy baja resistividad, (0,54 Ohm.m) interpretada como arcilitas terciarias

4.2.2.2 Hidroestratigrafía

La zona en estudio se encuentra sobre el faldeo oriental de la Sierra de Tartagal. Esta unidad orográfica alcanza los 1371 m.s.n.m. en el Co. Tuyunti y se extiende en sentido submeridional.

La comunidad se asentó sobre la bajada aluvial dispuesta sobre la ladera oriental de C° Tuyunti.

Esta se encuentra en el sector noroeste de la cuenca hidrográfica del río Itiyuro – Caparí, enmarcada en un valle intermontano, limitada al oeste por la sierra de Tartagal y al este por la de Campo Durán. El área de aporte a la recarga comprende parte de la cuenca de los ríos Pocitos, Itiyuri, Capiazuti y Tuyunti, y arroyos de regímenes semipermanente que drenan sobre la ladera occidental de la sierra de Campo Durán. Si bien no se conoce con precisión la potencia de sedimentos cuaternarios que conforman el nivel acuífero, a través de datos de prospección geoelectrica y de la información de perforaciones, se interpreta que existe en forma general, un progresivo adelgazamiento de la cobertura sedimentaria de norte a sur y desde el centro del valle hacia los flancos. Esto se ve reflejado en que el espesor medio de los sedimentos en la localidad de Salvador Maza (ubicada 22 km al norte de Aguaray) no supera los 120 metros de potencia, mientras en el sector de Aguaray la potencia media es de 35 metros. Esto último es coherente con los resultados de la prospección geoelectrica realizada para este estudio, en donde el relleno moderno tiene una profundidad de 31 metros en el SEV 2 y 21 metros en el SEV 1 (ver geoelectrica).

Con respecto a las características hidrogeológicas de las secuencias terciarias del sector de estudio, no se tienen suficientes datos para poder evaluar estos niveles acuíferos (semiconfinados y confinados). Con excepción del pozo St.Ñac.Ag1, localizado al sudeste de Aguaray, en el sector austral de la estructura superficial de Madrejones, que resulta productivo, si bien se encuentra ubicado desfavorablemente desde el punto de vista topográfico, (faldeo occidental de la sierra de Campo Durán). Esta situación se debe a que esta perforación también explota los niveles del terciario subandinos que afloran en el flanco oeste de la estructura de Madrejones, ubicándose los niveles acuíferos entre los 82 y 165 m.b.b.p. El motivo de que estos niveles se encuentren a una profundidad menor que la de otros pozos ubicados hacia el norte de la zona de estudio, y que la obtenida en la prospección geoelectrica realizada para el presente estudio (en el SEV 1 de 161 a 212 metros y en el SEV 2 de 133 a 251 metros), se debe a que los bancos conglomerádicos y

arenosos del terciario se encuentran más superficialmente a medida que se avanza hacia el este (estructura de Madrejones). La calidad explotada en esta perforación es buena.

4.2.2.3 *Hidroquímica*

Se tomaron muestras de agua sobre la toma de agua del arroyo Tuyunti y en la vertiente de Tuyunti Viejo.

En el campo se obtuvieron los siguientes parámetros físicos: 690 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica y 7 de pH para el arroyo Tuyunti. Los parámetros físicos de campo del agua de la vertiente es de 1520 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica y 7,2 de pH.

Los resultados de los análisis físicos – químicos indican que el agua del arroyo Tuyunti y la de la vertiente tienen valores aceptables para el consumo humano. La muestra de agua de la vertiente presenta exceso en dureza, este parámetro no es perjudicial para la salud. Por lo cual se la considera potable, según el SNAP (Servicio Nacional de Agua Potable).

Los resultados de los análisis fueron graficados en un diagrama de Piper. El agua del arroyo Tuyunti es clasificada como bicarbonatada – cálcica, y la de la vertiente como bicarbonatada – magnésica. Con respecto a esto es oportuno aclarar que, en este caso, la evolución geoquímica se desarrolla en forma normal, debido a que en forma generalizada las aguas subterráneas evolucionan de la siguiente forma:



Esta secuencia indica que las aguas subterráneas bicarbonatadas-cálcicas representarían los primeros estadios de la evolución y son indicativas de un escaso tiempo de permanencia en el medio de circulación. Por el contrario, las aguas bicarbonatadas-magnésicas (vertiente), indican un tiempo de mayor de permanencia en los acuíferos (salinización), como es de esperar en el caso de la vertiente de Tuyunti Viejo.

CLASIFICACION PIPER

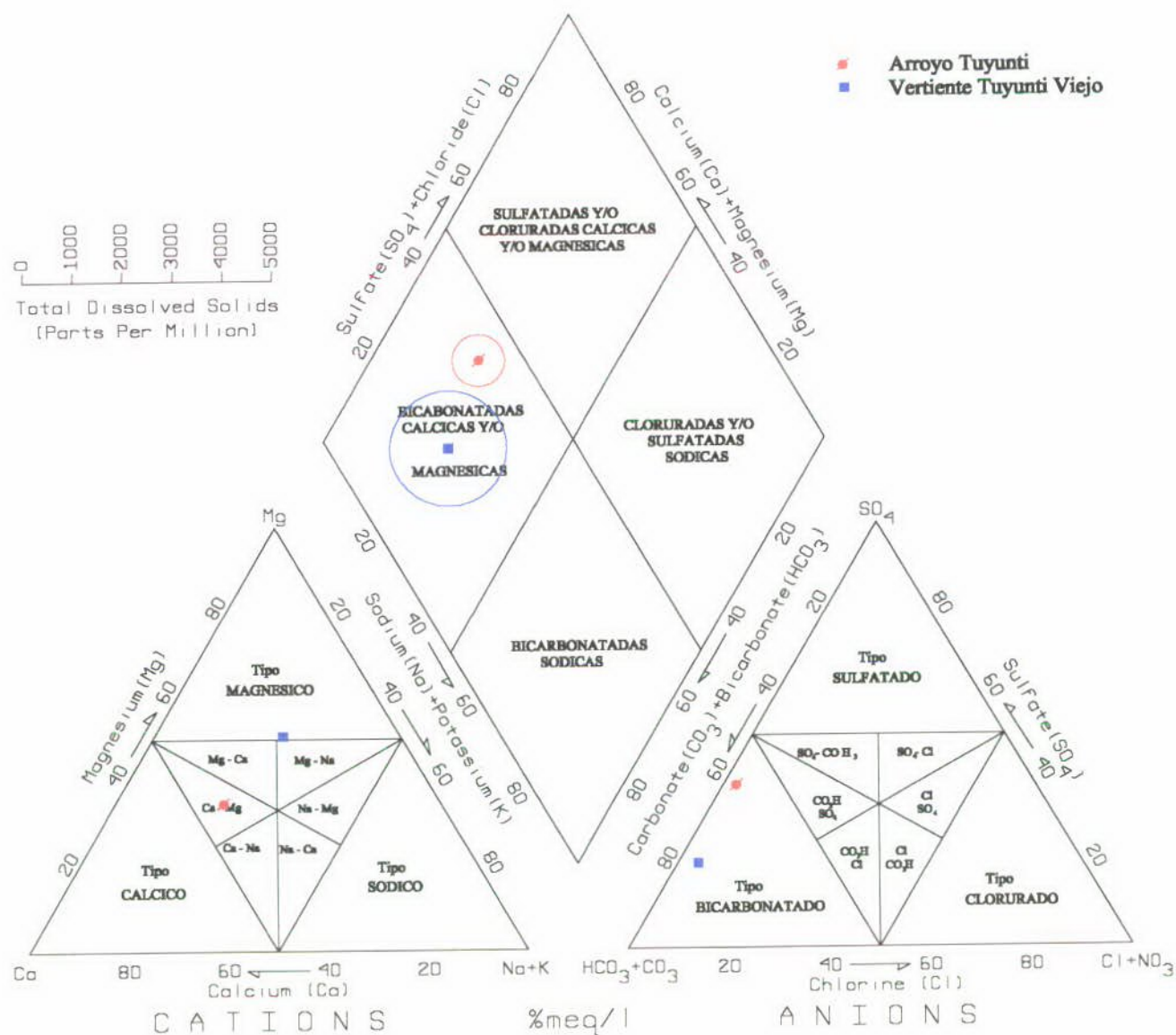


Diagrama de Piper

4.2.2.4. *Modelo geohidrológico conceptual y evaluación de fuentes*

La localidad de Tuyunti se encuentra dentro de un ambiente hidrogeológico de valle intermontano, enmarcado en la cuenca del río Itiyuro–Caraparí. La misión se halla asentada sobre el faldeo oriental de la sierra de Tartagal, 1600 metros al oeste del pueblo de Aguaray.

En la zona se cuenta con antecedentes de perforaciones que brindan información muy valiosa con respecto a la potencialidad del recurso subterráneo. Por lo tanto, el modelo que aquí se esboza, tiene su sustento en los datos hidrogeológicos recogidos en el trabajo de campaña, en el ambiente geomorfológico – geológico, y en los antecedentes disponibles.

En este sector de la cuenca, los cursos de agua que se encuentran jerarquizados en la zona serrana, pierden su identidad al ingresar a la llanura, puesto que se infiltran totalmente. Debido a que estos cursos tienen un marcado régimen estival, y al hecho de que la mayor parte de las precipitaciones cae en el sector serrano (con fuertes pendientes), acarrearán gran cantidad de material sólido. Así es que, durante la época de crecientes, éstos tienen gran capacidad de arrastre y poder morfogenético, mientras que en invierno ambos procesos tienen una mínima expresión. Estos ciclos anuales de transporte y erosión en la época estival, versus sedimentación y relleno el resto del año, determinan el abandono de los cauces y la formación de nuevas líneas de escurrimiento en el verano, por debajo del quiebre de pendiente. Estas condiciones son propicias para la recarga de los acuíferos.

En la región se desarrolla un complejo acuífero (García, 1998), que está conformado por un acuífero libre y un sistema de acuíferos semiconfinados y confinados. En el sector en estudio, el acuífero libre tiene el menor desarrollo de la zona, debido a la depositación de materiales más finos que en otros sectores (arenas y arcillas); y de que la recarga de los acuíferos profundos, se produce mayoritariamente en el sector oriental de la cuenca, sobre la estructura de Madrejones (sierra de Campo Durán). Esto es debido a que la recarga en el sector oeste la cuenca (sierra de Tartagal) estaría condicionada por la presencia de la fractura de Aguaragüe (Baudino, 1989), que actuaría como zona preferencial de infiltración profunda.

En función de todo lo expuesto se puede entender que, si bien la presencia del recurso subterráneo está ampliamente comprobada en la región del valle intermontano Aguaray–Pocitos, éste no cuenta con las mismas características hidrogeológicas en toda su extensión, presentando el complejo Acuífero Tobantirenda en la zona en estudio, el mínimo

potencial. Por esta razón en este sector sólo son productivos los pozos que alcanzan los 250 metros de profundidad.

5 CONCLUSIONES

El actual sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la localidad de Tuyunti, proviene de una derivación en la cañería de conducción de la toma de agua realizada sobre el arroyo Tuyunti. Esta derivación se efectúa antes de que la conducción llegue a la planta potabilizadora, para poder realizarla por gravedad, ya que la planta se encuentra al mismo nivel que la localidad.

Según lo expresado por los operarios de la planta potabilizadora, la derivación a la localidad de Misión Tuyunti, genera una pérdida de carga en el vertedero de la planta, de 0,10 metros, lo que representaría aproximadamente un caudal de 3,7 m³/h. Pero esto sólo podría ocurrir en horas pico de consumo, puesto que la comunidad no cuenta con una cisterna para el acopio de agua, y la mayoría de las casas no posee tanque para generar reservas. Es importante destacar que el agua que ingresa al sistema de distribución domiciliaria no es tratada y que en la época estival tiene sólidos en suspensión, ya que éstos son decantados en la planta de tratamiento.

Sobre la base de todo lo expuesto, y del estudio realizado en la zona, se puede expresar que, si bien el arroyo Tuyunti tiene el caudal necesario para el abastecimiento de agua a la localidad, presenta el serio inconveniente de que no posee álveo para realizar una captación subsuperficial (la que tendría costos mínimos de mantenimiento). Debido a esto, el agua de este arroyo sólo puede ser captada a través de una toma superficial.

Por otro lado, la única vertiente significativa en la zona es la de Tuyunti Viejo. Esta fuente de agua subterránea es de buena calidad físico – química, pero no entrega el caudal (0,3456 m³/h) necesario para cubrir la demanda de agua de la localidad.

En esta zona, el recurso de agua subterránea está fehacientemente comprobado a través de numerosas perforaciones realizadas, y si bien es el sector menos favorable de la región, las perforaciones que alcancen los 300 metros de profundidad, tienen amplias posibilidades de explotar el acuífero desarrollado en los conglomerados del Terciario Subandino Superior, el cual entrega grandes caudales de agua.

6 PROPUESTA DEL SISTEMA DE CAPTACION

En función del marco general descrito y del trabajo de campaña realizado, se proponen las siguientes alternativas:

1) Anular la actual derivación de la conducción principal y reemplazarla por una conducción que comience en la planta potabilizadora (agua tratada). Para realizar la distribución domiciliaria será necesario construir un tanque elevado. Para esto se tendrá que contemplar la instalación una pequeña bomba (de bajo costo), que impulse una columna de agua para abastecer de la misma al tanque de distribución.

2) Construir una pequeña planta de tratamiento en la actual derivación. La misma deberá tener dominio topográfico sobre la comunidad, a fin de poder realizar la conducción por gravedad. Esto es factible, ya que la diferencia de cota es de 80 metros. Deberá complementarse con la construcción de una cisterna cuya capacidad de reserva cubra la demanda para el consumo diario de la población (70 m³ como mínimo).

3) Realizar una perforación hasta los 300 metros de profundidad, en la ubicación del SEV 2, sobre el camino de acceso a la comunidad, 400 metros antes de llegar a la escuela. Para ello será necesario hacer, en una primera etapa, un pozo exploratorio. Si la evaluación del mismo es satisfactoria (control geológico y electroperfilaje), se procederá a la ejecución de un pozo de explotación, el cual deberá estar entubado con un diámetro mínimo de 8 “ (pulgadas). En caso de optar por esta alternativa, debido a los altos costos que esta demanda para su ejecución, se aconseja que el diseño del pozo esté realizado pensando en su máxima productividad (caudales que cubran las expectativas de agua para consumo humano y riego de cultivos).

7 ANEXOS

- Figura 1: Mapa de Ubicación General
- Figura 2: Mapa Hidrológico
- Figura 3: Mapa Geológico
- Figura 4: Perfil geoeléctrico – Misión Tuyunti
- Planilla 1: Análisis Físico - Químico Vertiente Tuyunti Viejo
- Planilla 2: Análisis Físico - Químico Arroyo tuyunti.
- Planilla 3: Sondeo Eléctrico Vertical 1
- Planilla 4: Sondeo Eléctrico Vertical 2
- Planilla 5: Cómputo estimativo del pozo
- Planilla 6: Presupuesto estimativo del pozo

Figura 1

The map displays the Salta province in Argentina, bordered by Bolivia to the north, Paraguay to the northeast, Chile to the west, and several other Argentine provinces: Catamarca to the southwest, Tucumán to the south, and Santiago del Estero to the southeast. Major cities and towns are marked, including Salta, San Pedro, San Juan, and San Carlos. The map also shows the Salta River and other local water bodies. The province is divided into several districts, and the map includes a grid of latitude and longitude lines.

FIGURA 2 - MAPA HIDROLOGICO

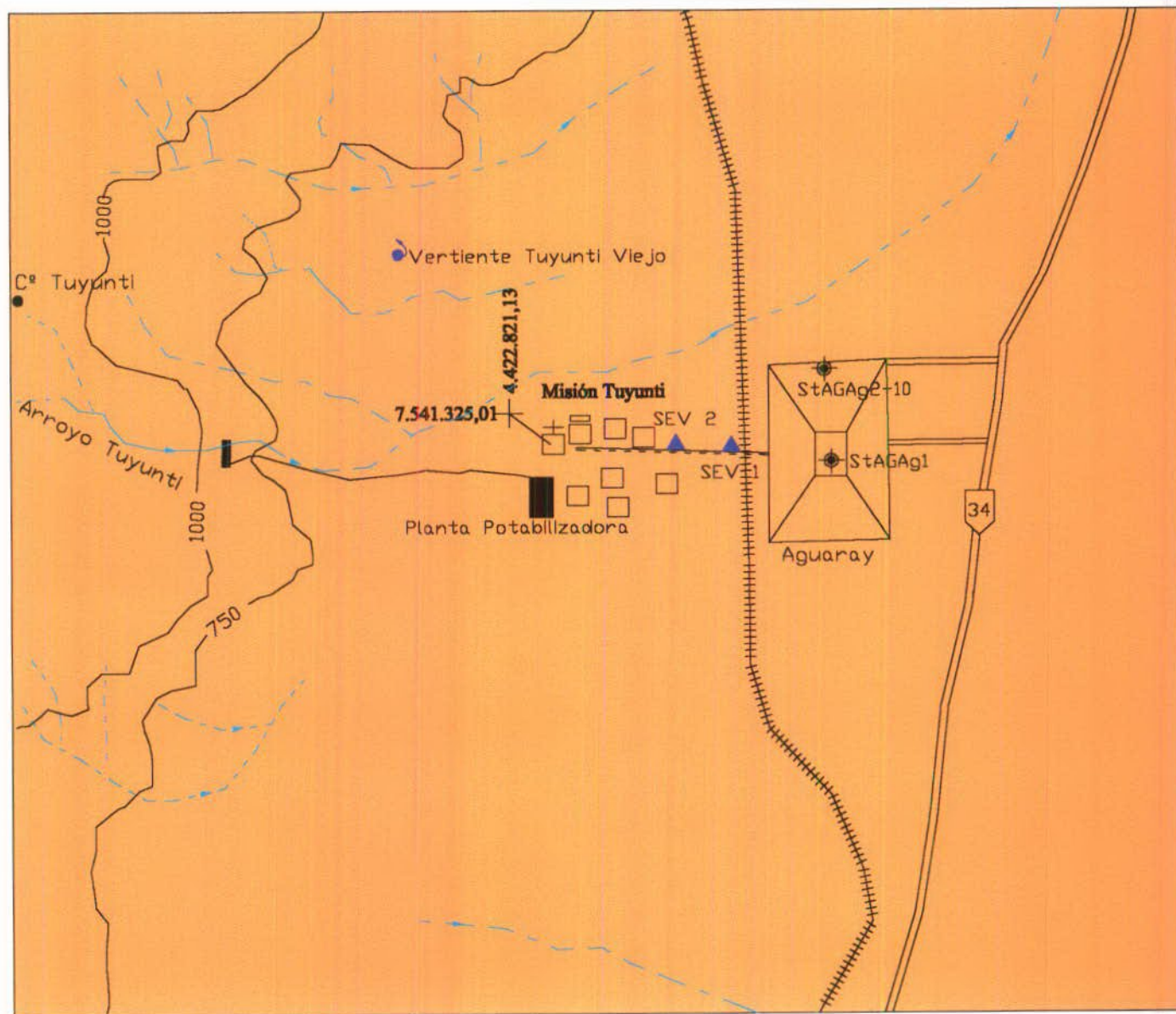
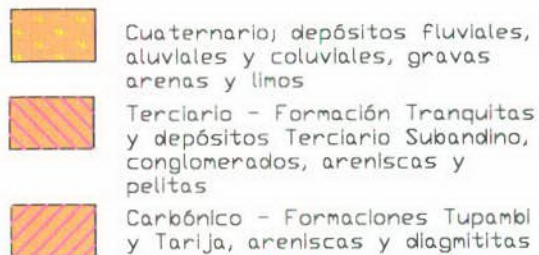


FIGURA 3 - MAPA GEOLOGICO

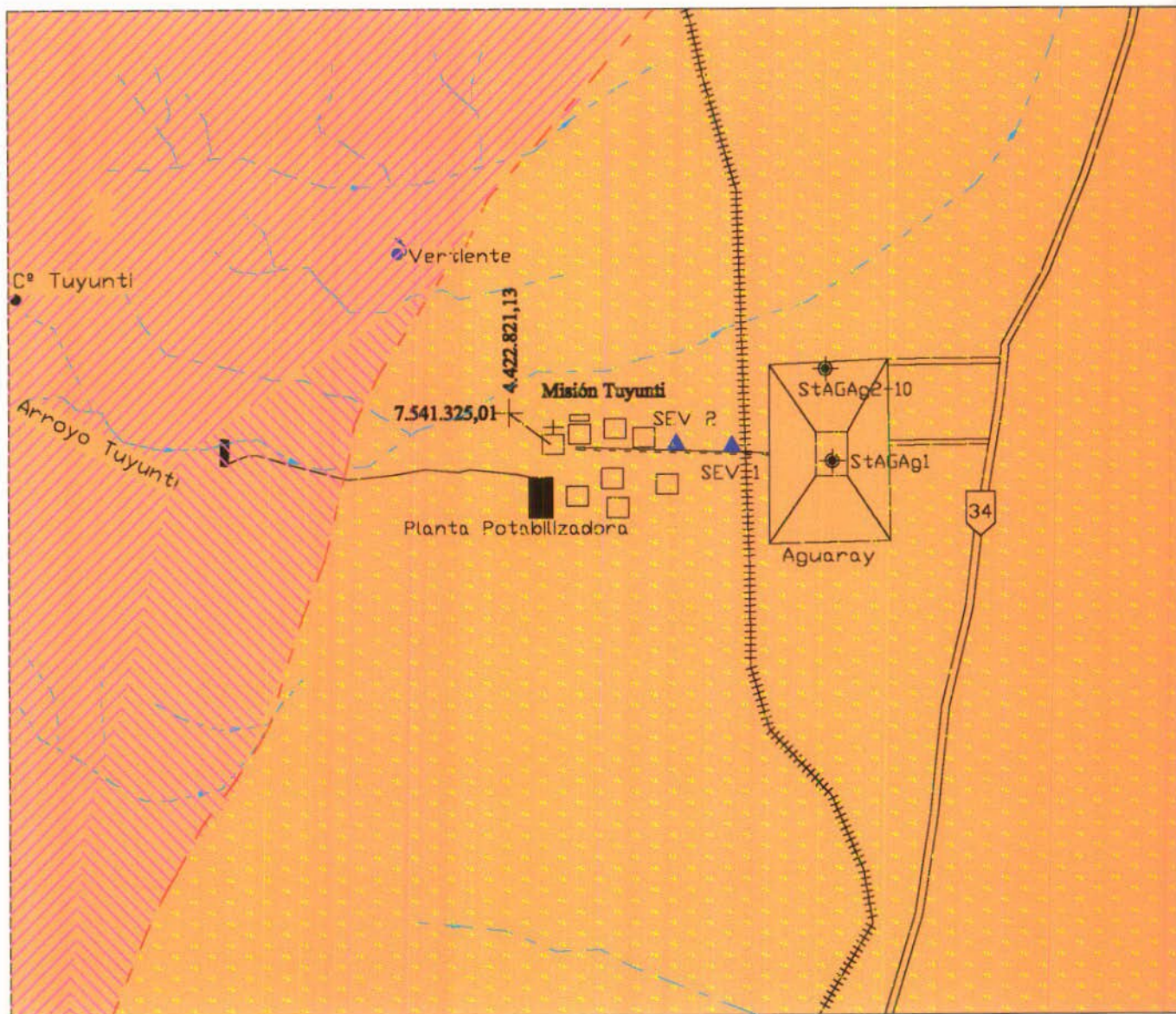
REFERENCIAS



LITOLOGIA

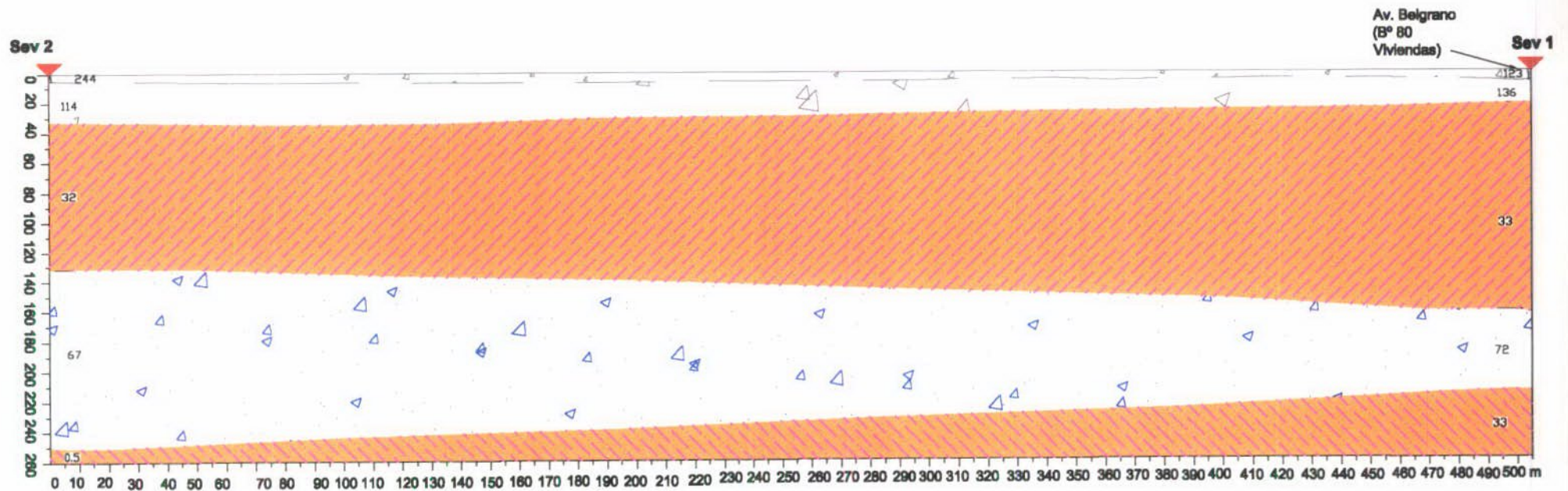


Escala Gráfica



Misión Tuyuntí

FIGURA 4 - PERFIL GEOELECTRICO NO - SE



REFERENCIAS

- | | | | |
|--|--|--|--|
| 72 Resistividad en ohm.m | Zona no saturada | Nivel acuífero | Basamento hidrogeológico |
|--|--|--|--|

Análisis Físico Químico
Vertiente Tuyunti Viejo

		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	810	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO3Ca)	600	400	800		
Dureza total (CO3Ca)	591	200	500		
Color (U.C.)	2	5	10		
pH	7	6,8	9,2		
Turbiedad (NTU)	3	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	1350		2000		
Sodio	90				
Potasio	9				
Calcio	75				
Magnesio	98				250
Cloruros	23	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	732	488	976		
Carbonatos	0				
Sulfatos	150	200	400	2000	4000
Hierro total	n.s.d	0,1	0,2		
Manganeso	n.s.d	0,05	0,1-0,5		
Amoniaco	<0,01				
Nitritos	0,02		0,1		10
Nitratos	0,3		45	1000	3000
Fluoruros	0,1	1,5	2,4		2
Boro	0,5			
Sílice				
Arsénico	n.s.d	0,05	0,1	0,15	0,3
Sumatoria Cationes (meq/l)	15,95				
Sumatoria Aniones (meq/l)	15,77				
Error analítico	1,15	4	8		
Potabilidad	Potable				

Análisis realizado por el Laboratorio del Ministerio de Salud Pública de la provincia de Salta.

- 200
- Valores inferiores al índice tolerable para consumo humano
- 23,5
- Valores entre el índice tolerable y admisible para el consumo humano
- 1500
- Valores que superan el índice admisible para el consumo humano

Análisis Físico Químico
Arroyo Tuyunti

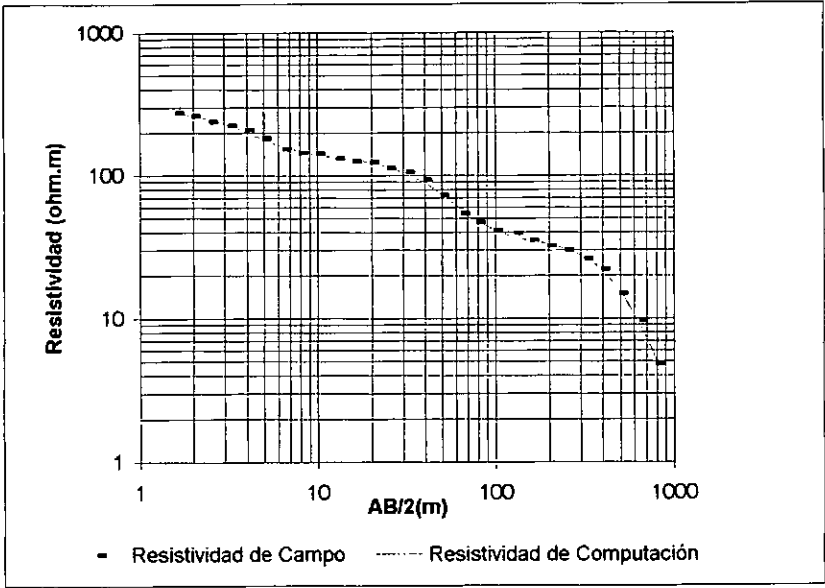
		Consumo Humano		Consumo Animal	
Parámetro analizado	valor (mg/l)	Tolerable	Admisible	Tolerable	Admisible
Sólidos totales	380	1000	2000	4000	10000
Alcalinidad total (CO3Ca)	211	400	800		
Dureza total (CO3Ca)	278	200	500		
Color (U.C.)	7	5	10		
pH	7,5	6,8	9,2		
Turbiedad (NTU)	0,3	5	2-25		
Conductividad (uS/cm)	637		2000		
Sodio	33				
Potasio	4,8				
Calcio	62				
Magnesio	30				250
Cloruros	6,3	250	400-700	2000	4000
Bicarbonatos	257,42	488	976		
Carbonatos	0				
Sulfatos	130	200	400	2000	4000
Hierro total	n.s.d	0,1	0,2		
Manganeso	n.s.d	0,05	0,1-0,5		
Amoniaco	<0,01				
Nitritos	0,03		0,1		10
Nitratos	0,2		45	1000	3000
Fluoruros	0,3	1,5	2,4		2
Boro	0,5			
Silíce				
Arsénico	n.s.d	0,05	0,1	0,15	0,3
Sumatoria Cationes (meq/l)	7,12				
Sumatoria Aniones (meq/l)	7,10				
Error analítico	0,24	4	8		
Potabilidad	Potable				

Análisis realizado por el Laboratorio del Ministerio de Salud Pública de la provincia de Salta.

- 200
- Valores inferiores al índice tolerable para consumo humano
- 23,5
- Valores entre el índice tolerable y admisible para el consumo humano
- 1500
- Valores que superan el índice admisible para el consumo humano

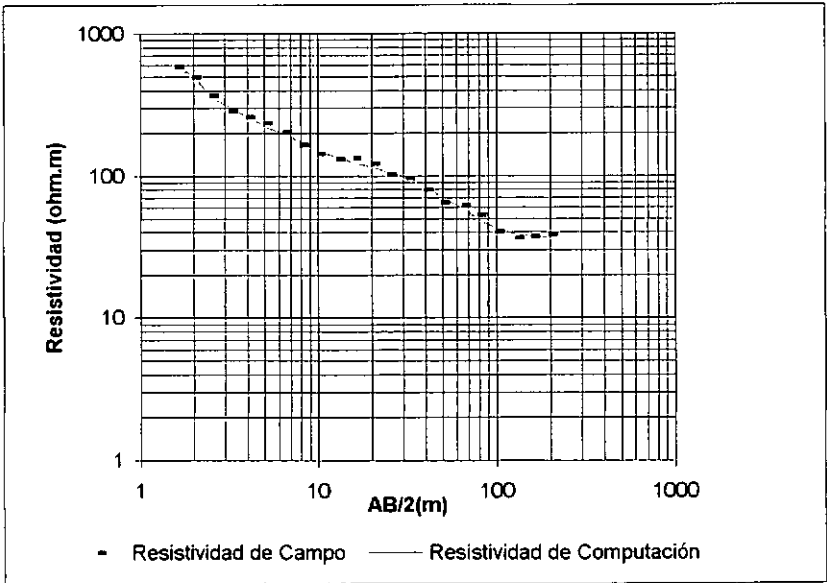
Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
1,773	1,773	285,733
6,398	4,625	123,79
21,581	15,183	136,359
161,519	139,938	33,593
212,761	51,242	72,349
		0,501

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1,00	1,6	274	270,85	-1,2
2,00	2	260	260,579	0,2
3,00	2,5	238	245,512	3,1
4,00	3,2	224	223,448	-0,2
5,00	4	207	200,644	-3,2
6,00	5	181	178,429	-1,4
7,00	6,5	152,5	157,187	3
8,00	8	143,7	145,532	1,3
9,00	10	141,5	137,526	-2,9
10,00	13	130	131,73	1,3
11,00	16	126	127,863	1,5
12,00	20	122,5	122,616	0,1
13,00	25	112	114,867	2,5
14,00	32	105	102,489	-2,4
15,00	40	93,13	88,281	-5,5
16,00	50	73,043	72,974	-0,1
17,00	65	53,87	56,855	5,2
18,00	80	46,565	47,391	1,7
19,00	100	41,087	40,83	-0,6
20,00	130	39,106	36,639	-6,7
21,00	160	35,217	34,686	-1,5
22,00	200	31,88	32,834	2,9
23,00	250	29,813	30,452	2,1
24,00	320	26,1	26,491	1,5
25,00	400	21,903	21,494	-1,9
26,00	500	14,817	15,607	5,1
27,00	650	9,559	8,926	-7,1
28,00	800	4,78	4,902	2,5



Profundidad (metros)	Espesor (metros)	Resistividad (Ohm.m)
1,012	1,012	737,784
4,388	3,376	244,489
31,379	26,991	114,36
133,719	102,341	32,047
251,05	117,33	67,994
		0,544

Número	AB/2	Resistividad de Campo	Resistividad Computación	Error %
1,00	1,6	585,5	575,402	-1,8
2,00	2	494,9	505,44	2,1
3,00	2,5	365,4	354,571	-3,1
4,00	3,2	284	299,536	5,2
5,00	4	258	257,85	-0,1
6,00	5	232	220,093	-5,4
7,00	6,5	200,3	194,678	-2,9
8,00	8	163,2	170,506	4,3
9,00	10	141,6	147,401	3,9
10,00	13	130,8	133,827	2,3
11,00	16	132	123,117	-7,2
12,00	20	121,6	114,628	-6,1
13,00	25	102,1	105,427	3,2
14,00	32	96	95,676	-0,3
15,00	40	79,121	84,041	5,9
16,00	50	64,879	69,003	6
17,00	65	61,187	57,822	-5,8
18,00	80	52,747	48,28	-9,3
19,00	100	40,088	41,326	3
20,00	130	36,079	38,63	6,6
21,00	160	36,923	37,307	1
22,00	200	37,978	36,287	-4,7
23,00	320	33,98	34,047	0,2
24,00	400	30,582	30,123	-1,5
25,00	500	23,986	24,325	1,4



Computo Métrico

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Perforación de un pozo exploratorio de 300 metros de profundidad en 8" de diámetro	m	300
2	Perfilaje eléctrico del pozo exploratorio	gl.	1
3	Reperforación a 15" del pozo exploratorio	m	300
4	Entubado en 8" y engravado con material seleccionado	m	300
5	Limpieza y Desarrollo del pozo.	gl.	1
6	Ensayo de Bombeo escalonado de 72 hs de duración	gl.	1
7	Dirección Técnica	gl.	1
8	Paneles solares y electrobomba	gl.	1

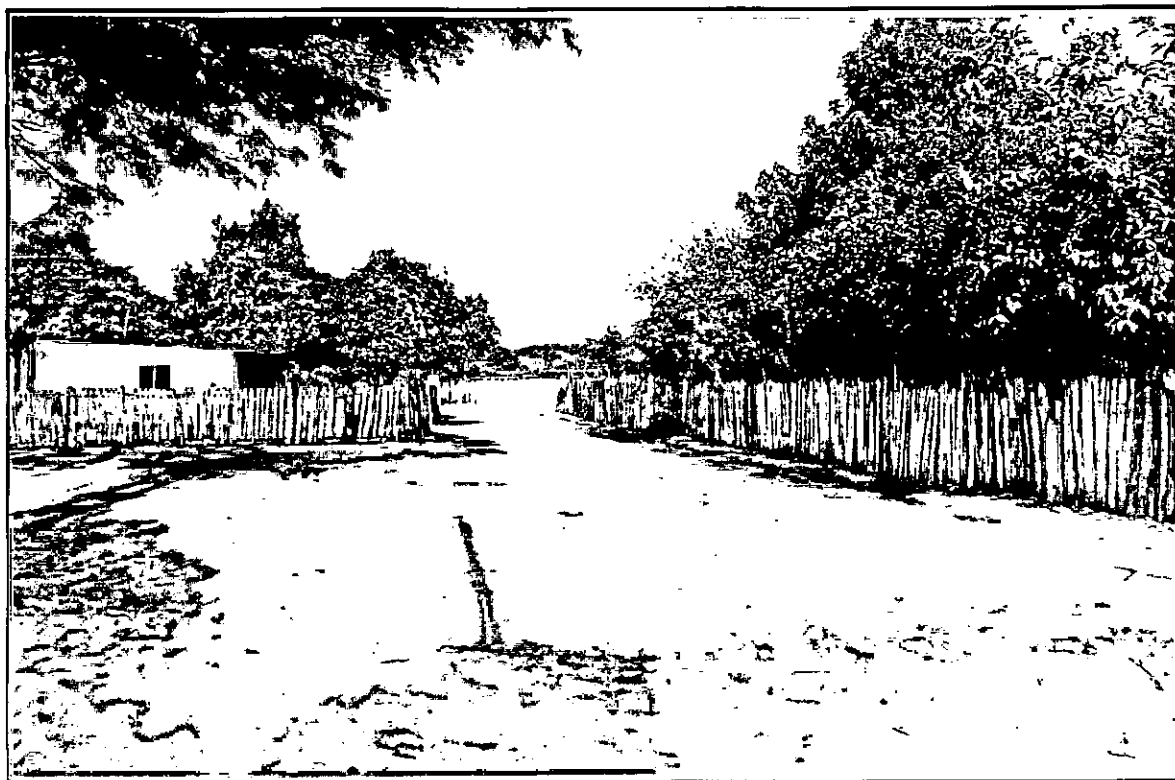
***Nota:** Los materiales descritos y sus cantidades, pueden sufrir variaciones en función de los sistemas empleados para la construcción de la obra.*

Presupuesto

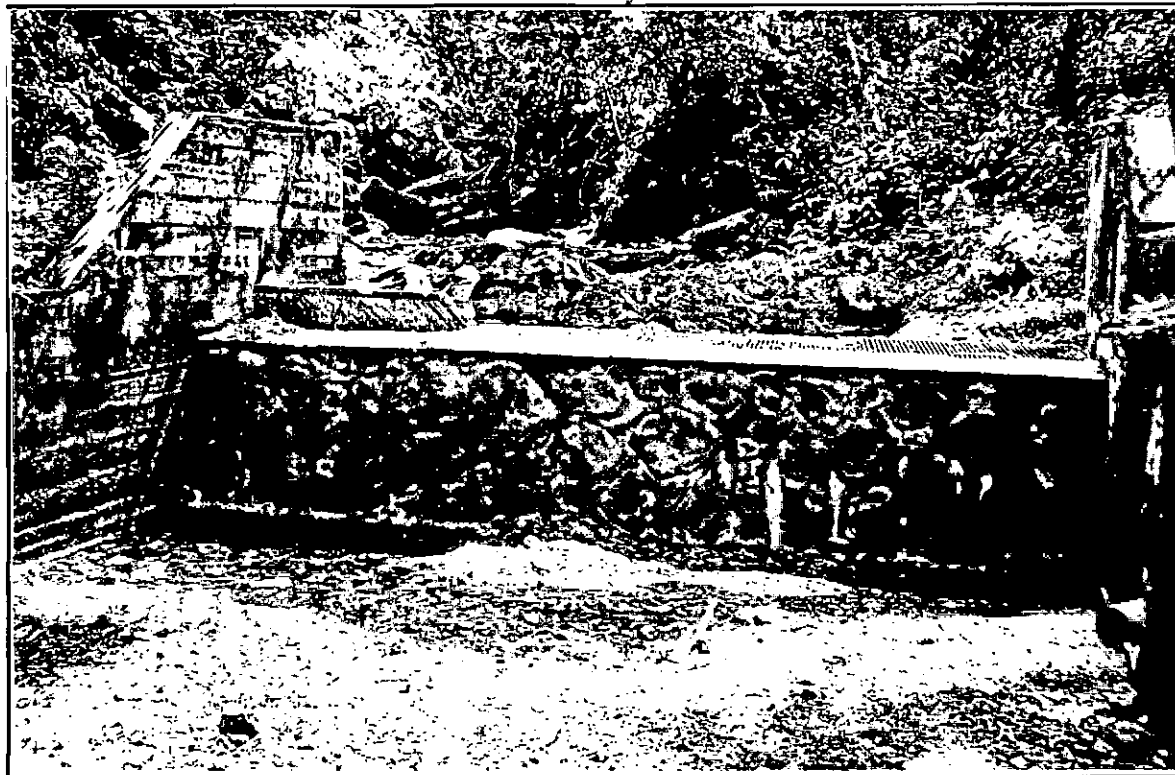
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Unidad	Total (\$)
1	Perforación de un pozo exploratorio de 300 metros de profundidad en 8" de diámetro	m	300	120	36000
2	Perfilaje eléctrico del pozo exploratorio	gl.	1	900	900
3	Reperforación a 15" del pozo exploratorio	m	300	50	15000
4	Entubado en 8" y engravado con material seleccionado	m	300	70	21000
5	Limpieza y Desarrollo del pozo.	gl.	1	2000	2000
6	Ensayo de Bombeo	gl.	1		
7	Dirección Técnica	gl.			
8	Paneles solares y electrobomba	gl.	1	5000	5000
Total					79900

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

8 FOTOS



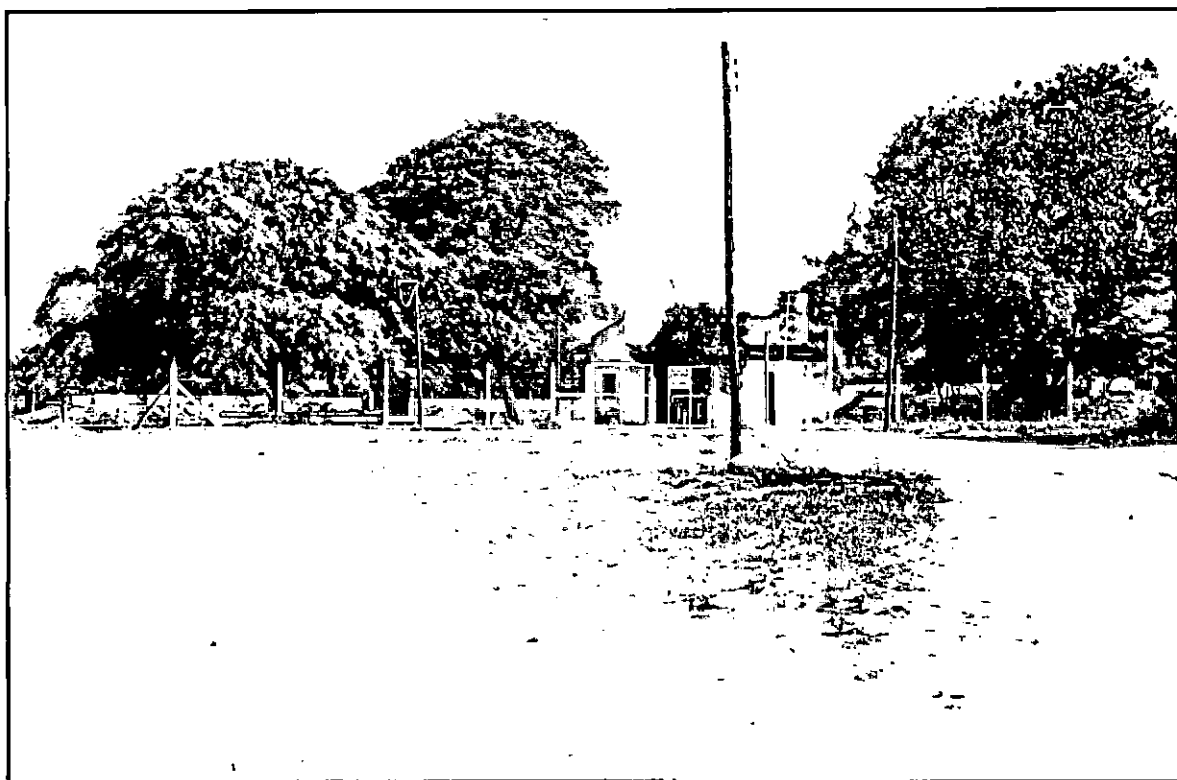
Misión Tuyunti.



Vista de la toma superficial sobre el arroyo Tuyunti.



Vista de la vertiente de Tuyunti Viejo.



Vista de la planta potabilizadora.