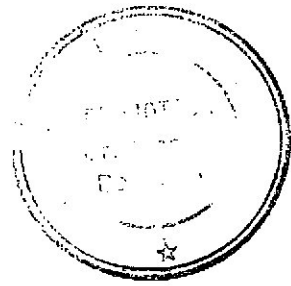


~~3309A~~
40376

1895



PROVINCIA DEL NEUQUEN
ESTUDIO DE FUENTES E IDENTIFICACION DE
PROYECTO DE REDISEÑO Y AMPLIACION DEL
SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE A
PIEDRA DEL AGUILA

Relacion 1292

X 12
H 1112
F 312
Y 3000
B 3120

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DEL NEUQUEN

ESTUDIO DE FUENTES E IDENTIFICACION DE PROYECTO DE
REDISEÑO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE PROVISION DE
AGUA POTABLE A PIEDRA DEL AGUILA

Corresponde al

"Estudio de fuentes para la provisión de
agua potable a las localidades de
Junín de los Andes, Piedra del Aguila y Taquimilán"

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Secretaría General

Ing. Juan José Ciáccera

Dirección de Cooperación Técnica

Ing. Susana Blundi

Area Actividad Económica

Lic. Francisco L. del Carril

Departamento Aprovechamiento de Recursos

Lic. Roberto Sarudiansky

Buenos Aires, agosto 1991

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PERSONAL TECNICO

- Coordinación Técnica : Lic. Rubén Patrouilleau (*) ✓
- Ingeniería Sanitaria : Ing. Ricardo Criscuolo (*) ✓
- Hidrogeología : Lic. Raúl H. Pérez Spina (*)
Lic. Mariel Clark (**) (1)
- Lic. Alfredo Cesare (*)
- Lic. Alejandro Vizcaíno (*)
Lic. Pedro Vera (**) (1)
- Perforaciones : Geol. Miguel Luengos Pardo
(Director) (**) (1)
: Ing. Matías Raviola (**) (1)
: Téc. Jorge Sánchez (**) (1)
: Téc. Gumersindo Vega (**) (1)
: Téc. Raúl Contreras (**) (1)
: Téc. Raúl Muñoz. (**) (1)
- Geofísica
- . Prospección Geolétrica : Lic. Boris Calvetty Amboni (*)
- . Perfilaje Eléctrico. : Ing. Rosa Lino (**) (1)
- Hidrometeorología : Ing. Andrés Pozzebón (**) (2)
: Téc. Carlos Cardot (***)
- Análisis Químicos : Ing. María del Carmen G. de Barceló
(Directora) (**) (3)
: Lic. Silvia G. de Negrín (**) (3)
: Lic. Nora Pérez (**) (3)
: Téc. Qca. María Esther Orellano (**) (3)
Téc. Rubén Villar (**) (3)
Liliana Raimondi (**) (3)
- Topografía : Agº Manuel Santamarina (*)
Téc. Raúl Relañez (*)
- Topo-cartografía : Téc. Alejandro Galimberti (*) -
- Diseño gráfico por computación. : Téc. Norberto Gardella (*) -
Téc. Alejandro Galimberti (*) -

(*) C.F.I.

(**) E.P.A.S. (1) Dirección de Perforaciones
(2) Dirección de Estudios y Proyectos
(3) Dirección de Laboratorio

(***) A.P.A.

REFLEXIONES A MODO DE CONCLUSION

Cuando se comenzó este estudio, era un pensamiento generalizado entre la comunidad técnica afín al tema en Neuquén, que la solución al problema del agua potable en Piedra del Aguila era la construcción de un acueducto con toma en el río Limay. Este pensamiento se acentuaba aún más en la localidad, en función de que se desestimaba la existencia de una fuente alternativa al río Limay.

Lo importante a consignar aquí es la validez de los estudios básicos y su rol indelegable en la optimización de las inversiones públicas. En términos de orden de magnitud, debe apuntarse que el monto de preinversión gastado en el estudio de provisión de agua a Piedra del Aguila es una décima parte del ahorro producido en la inversión inicial, que surge de cotejar la alternativa propuesta con el acueducto, ambos a nivel de identificación de proyecto.

Otro hecho a destacar lo constituye la modalidad operativa del estudio, que aunó a técnicos provinciales con personal de planta del CFI, con resultados desde el punto de vista del desenvolvimiento del estudio, inmejorables. Pero debe resaltarse particularmente, más aún tomando en consideración experiencias anteriores del equipo CFI en la materia, la eficiencia, idoneidad e integración con los objetivos de la coordinación técnica, puestas de manifiesto por la Dirección Perforaciones en general y el equipo asignado a Piedra del Aguila en particular.

A continuación, se pone a consideración de las autoridades provinciales el contenido del presente Informe.

	<u>Pág.</u>
REFLEXIONES A MODO DE CONCLUSION.	1
 <u>INDICE DEL TRABAJO</u> 	
INTRODUCCION.	8
 <u>I. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO</u>	
1.- OBJETIVO Y ALCANCE.	10
2.- METODOLOGIA	10
2.1 <u>Aspectos Salientes</u>	10
2.2 <u>Generación Información</u>	16
 <u>II. ESTUDIO DE LA POBLACION</u>	
1.- LA LOCALIDAD. ASPECTOS GENERALES.	21
1.1 <u>Situación regional</u>	21
1.2 <u>El Ambito Zonal</u>	22
1.3 <u>Situación Local. El Ejido Municipal</u>	24
1.3.1 Localización y Morfología Urbana.	24
1.3.2 Zonificación Urbana	25
1.3.3 Receptividad Urbana	25
2.- ANALISIS DEMOGRAFICO DE PIEDRA DEL AGUILA	27
2.1 <u>Evolución Histórica de la Población</u>	27
2.2 <u>Prospectiva al año 2011</u>	35
2.2.1 El Impacto de Pich' Picún Leufú	35
2.2.2 El Tiempo Post-Emprendimientos.	38
3.- PAUTAS DE DESENVOLVIMIENTO DE LA POBLACION.	39

	<u>Pág.</u>
III. <u>ESTUDIO DE FUENTES</u>	
1.- CARACTERIZACION DEL MEDIO NATURAL.	42
1.1 <u>Ubicación y Extensión del Area de Estudios.</u>	42
1.2 <u>Hidrografía</u>	42
1.3 <u>Clima</u>	44
1.4 <u>Geomorfología</u>	44
1.5 <u>Hidrogeología</u>	46
2.- DIAGNOSTICO DE LAS FUENTES.	46
2.1 <u>Identificación de las Fuentes</u>	46
2.2 <u>Fuentes Superficiales</u>	49
2.2.1 Río Limay	49
2.2.1.1 Lago Embalse Pichi-Picún Leufú.	51
2.2.2 Arroyo Sañicó	52
2.3 <u>Aguas Subterráneas.</u>	52
2.3.1 Manantiales del Escorial.	56
2.3.2 Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa.	59
2.3.3 Acuífero del Subálveo del Arroyo Sañico	61
IV. <u>SISTEMA DE PROVISION EXISTENTE</u>	
1.- SITUACION HASTA ABRIL '91	65
1.1 <u>Descripción</u>	65
1.1.1 Captación y conducción.	65
1.1.2 Almacenamiento y distribución	69
1.2 <u>Funcionamiento.</u>	70
1.3 <u>Diagnóstico</u>	70
2.- SITUACION ACTUAL.	72

	<u>Pág.</u>
2.1 <u>Descripción</u>	72
2.1.1 <u>Captación y conducción.</u>	72
2.1.2 <u>Almacenamiento y distribución</u>	72
2.2 <u>Funcionamiento del Sistema. Situación Actual.</u>	75
2.3 <u>Diagnóstico del Sistema. Situación Actual</u>	76
V. <u>SELECCION DE ALTERNATIVAS</u>	
1.- <u>PLANTEO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS.</u>	78
1.1 <u>Información Base utilizada.</u>	78
1.2 <u>Alternativa con Fuente Subterránea Mixta.</u>	79
1.3 <u>Alternativa con Fuente Superficial.</u>	80
2.- <u>PLANTEO DEFINITIVO DE ALTERNATIVAS.</u>	81
2.1 <u>Selección de la Fuente.</u>	82
2.2 <u>Parámetros de Diseño.</u>	83
2.2.1 <u>Datos de la Población</u>	83
2.2.2 <u>Estudio de la Dotación.</u>	84
2.2.3 <u>Coefficientes de Consumo</u>	86
2.2.4 <u>Cálculo de Caudales</u>	87
2.2.5 <u>Determinación del Volumen de Almacenamiento</u>	89
VI. <u>IDENTIFICACION DE PROYECTO DEL FUTURO SISTEMA</u>	
1.- <u>PAUTAS FUNDAMENTALES DE DISEÑO.</u>	92
2.- <u>DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.</u>	93
2.1 <u>Funcionamiento Normal</u>	93
2.2 <u>Funcionamiento en Emergencia.</u>	95
3.- <u>OBRA A CONSTRUIR AÑO "0".</u>	96
3.1 <u>Caudales Complementarios de Diseño.</u>	96
3.2 <u>Justificación Técnica</u>	99

	<u>Pág.</u>
3.3 <u>Memoria Descriptiva</u>	99
3.3.1 Perforación de Explotación PA1.	99
3.1.1.1 Ubicación	99
3.1.1.2 Diseño.	100
3.1.1.3 Régimen de Funcionamiento	103
3.1.1.4 Especificaciones Técnicas para su cons- trucción.	104
3.3.2 Aducción.	105
3.3.3 Obra Electromecánica.	108
3.4 <u>Presupuesto</u>	109
4.- OBRA EVENTUAL	111
4.1 <u>Fuente y captaciones.</u>	111
4.2 <u>Almacenamiento.</u>	112

INDICE DE GRAFICOS

- Nº 1 - METODOLOGIA - Diagramación General del Trabajo
- Nº 2 - ESTUDIO DE LA POBLACION - Diagramación de Tareas
- Nº 3 - ESTUDIO DE FUENTES - Diagramación de Tareas
- Nº 4 - IDENTIFICACION DE PROYECTO - Diagramación de Tareas
- Nº 5 - COMPLEJO ALICOPA-LIMAY MEDIO - Ubicación e Impacto represas
- Nº 6 - PIEDRA DEL AGUILA - Zonificación Urbana
- Nº 7 - EVOLUCION HISTORICA DE LA POBLACION
- Nº 8 - EVOLUCION DE LAS TASAS INTERCENSALES
- Nº 9 - PIEDRA DEL AGUILA Y PICHÍ PINCUN LEUFU - Desarrollo de las Obras
- Nº10 - PROSPECTIVA DEMOGRAFICA AL AÑO 2011
- Nº11 - CUENCA DEL ARROYO SAÑICO
- Nº12 - MANANTIALES DEL ESCORIAL - Caudales y distancias a Piedra del Aguila
- Nº13 - HIDROESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA DEL ARROYO SAÑICO
- Nº14 - PROVISION DE AGUA POTABLE A PIEDRA DEL AGUILA - Situación hasta Abril '91
- Nº15 - PROVISION DE AGUA POTABLE A PIEDRA DEL AGUILA - SITUACION ACTUAL - Esquema de Funcionamiento en Temporada Invernal
- Nº16 - Idem Anterior - Esquema de Funcionamiento en Temporada Estival
- Nº17 - PROVISION ... ALTERNATIVA PROPUESTA - Esquema de Funcionamiento Normal
- Nº18 - Idem Anterior - Variante de Funcionamiento en Emergencia
- Nº19 - PROVISION ... PERFORACION DE EXPLOTACION PA1 - Diseño -
- Nº20 - PROVISION ... PERFIL ESQUEMATICO ADUCCION

INDICE DE CUADROS

- Nº 1 - EVOLUCION DE POBLACION Y VIVIENDA
- Nº 2 - POBLACION - Tasas intercensales
- Nº 3 - PROYECCION DE LA POBLACION DE PIEDRA DEL AGUILA -
Período 1992-2011
- Nº 4 - PARAMETROS CLIMATICOS
- Nº 5 - ARROYO SAÑICO - Parámetros Hidroquímicos Críticos
- Nº 6 - SISTEMA DE PROVISION HASTA 1991 - Fuentes e Infraes-
tructura
- Nº 7 - SISTEMA DE PROVISION HASTA 1991 - Aforo del Gasto

INTRODUCCION

De acuerdo al estado de ejecución del "Estudio de Fuentes para el abastecimiento de agua potable a las localidades de Junín de los Andes, Piedra del Aguila y Taquimilán" y teniendo en cuenta la necesidad provincial de dar respuesta a la coyuntura, se presenta a consideración de las autoridades un avance del Informe Final de Piedra del Aguila. Esto posibilitará encarar obras que se ajusten en un todo a la alternativa técnica seleccionada en este trabajo para el período 1992-2011.

A la fecha, se ha culminado con las tareas de generación de información primaria y análisis de toda la información, lo que permitió anticipar un diagnóstico y posterior selección de las fuentes, sobre la que se elaboró el proyecto identificado. Paralelamente, se continúa trabajando en la síntesis del Estudio de Fuentes, el que se agregará al presente para conformar el producto definitivo y a la vez, el cierre técnico de la cooperación.

Desea resaltarse que el estudio fue concebido como una demanda del sistema social al medio natural, inscripta en el marco de un aprovechamiento sostenible del recurso en el tiempo, en el estado -cuali-cuantitativo- en que se lo conoce al presente. Aparte de esta premisa, la selección de las fuentes consideró los factores limitantes que presentaba cada una de ellas, además de calificar su aptitud.

Del contenido del trabajo merece destacarse un aspecto absolutamente ligado a la realidad regional y por ende al accionar del Estado provincial en las últimas décadas: los grandes emprendimientos hidroeléctricos. Conociendo es, por caso, lo que estos suponen en materia de planificación de infraestructura. En el Capítulo II del presente Informe se encontrará un análisis de la Prospectiva Demográfica de la localidad al año 2011, el que de ser convalidado podrá multiplicar su utilidad como herramienta de planificación local y de acordarse en lo conceptual, extender su utilidad al marco regional, dentro del mismo contexto.

I - ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO



I - ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

1.- OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo planteado fue conocer la aptitud de las fuentes alternativas de provisión de agua potable e identificar la solución técnica para su captación, conducción y almacenamiento.

El Estudio de Fuentes tuvo como alcance final el de Diagnóstico de las fuentes preseleccionadas, mientras que el proyecto de rediseño y ampliación del sistema de provisión existente, alcanzó el nivel de Identificación en lo que atañe a las funciones de Captación; Conducción y Almacenamiento.

2.- METODOLOGIA

La metodología de trabajo utilizada fue absolutamente convencional, tanto para la toma de información como para el procedimiento de análisis y síntesis posterior. Esto fue así tanto en el caso de las disciplinas involucradas, como en el terreno interdisciplinario. La diagramación general de tareas y la de los tres tópicos fundamentales: Estudio de la Población, Estudio de Fuentes y Proyecto de Ingeniería, pueden observarse en los Gráficos que van del número 1 al 4.

2.1 Aspectos Salientes

Por lo expresado en el párrafo anterior, lo saliente no se relaciona con metodologías innovativas, sino con resaltar algunas particularidades de la investigación.

GRAFICO 1
METODOLOGIA
Diagramación general del trabajo

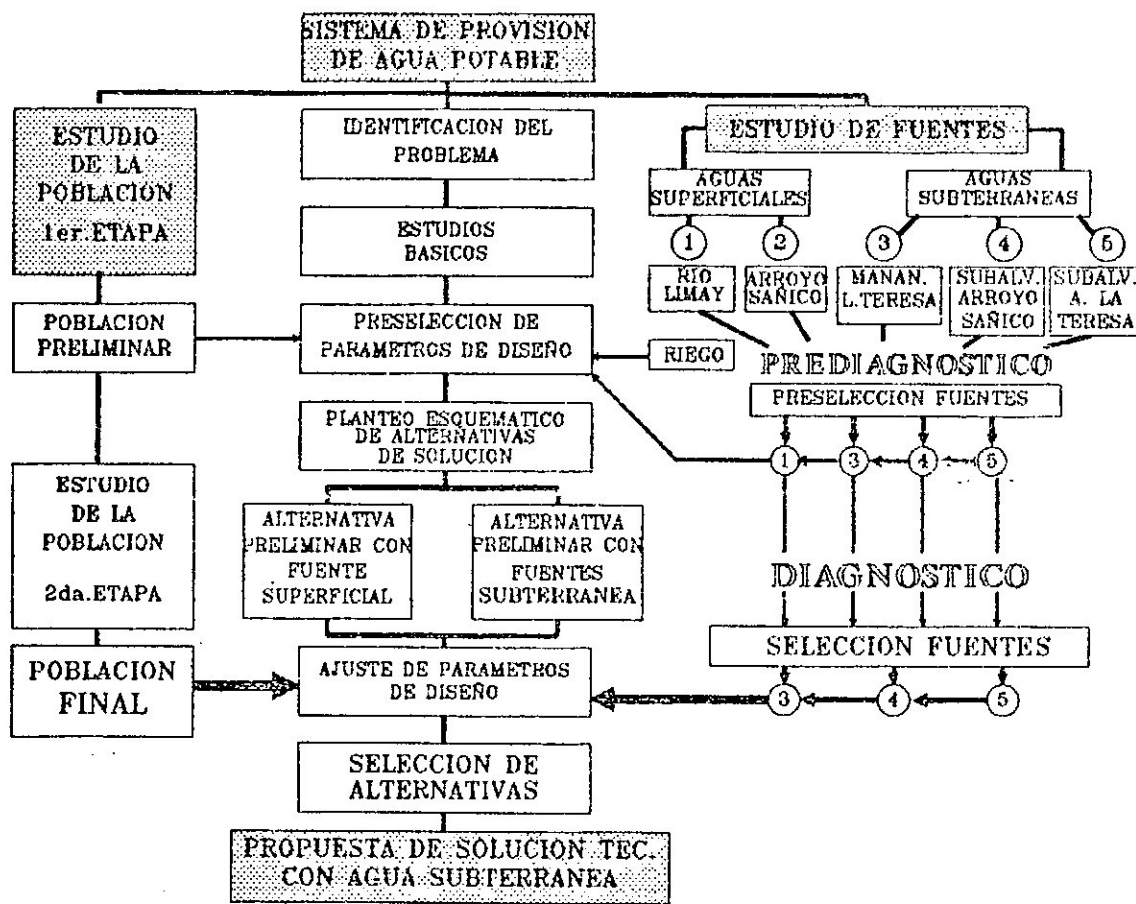


GRAFICO 2
ESTUDIO DE LA POBLACION
Diagramación de tareas

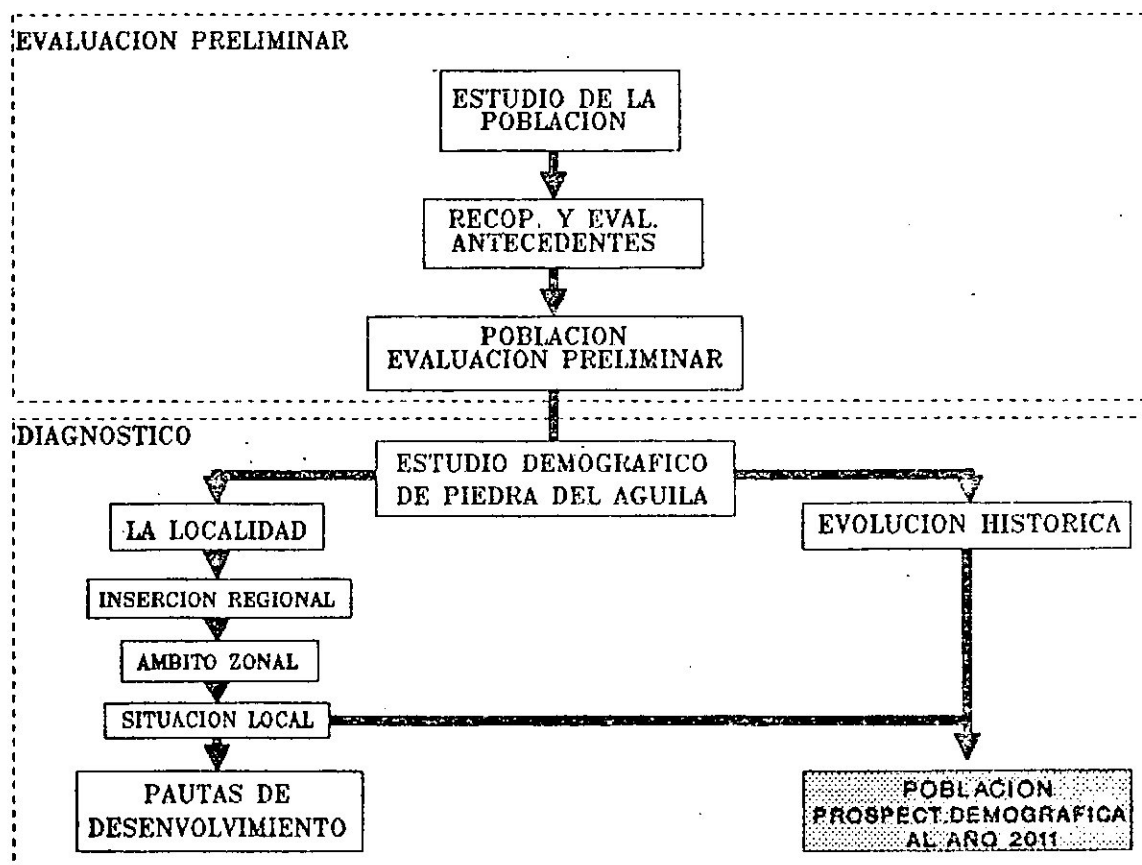


GRAFICO N 3
ESTUDIO DE FUENTES
Diagramación de tareas

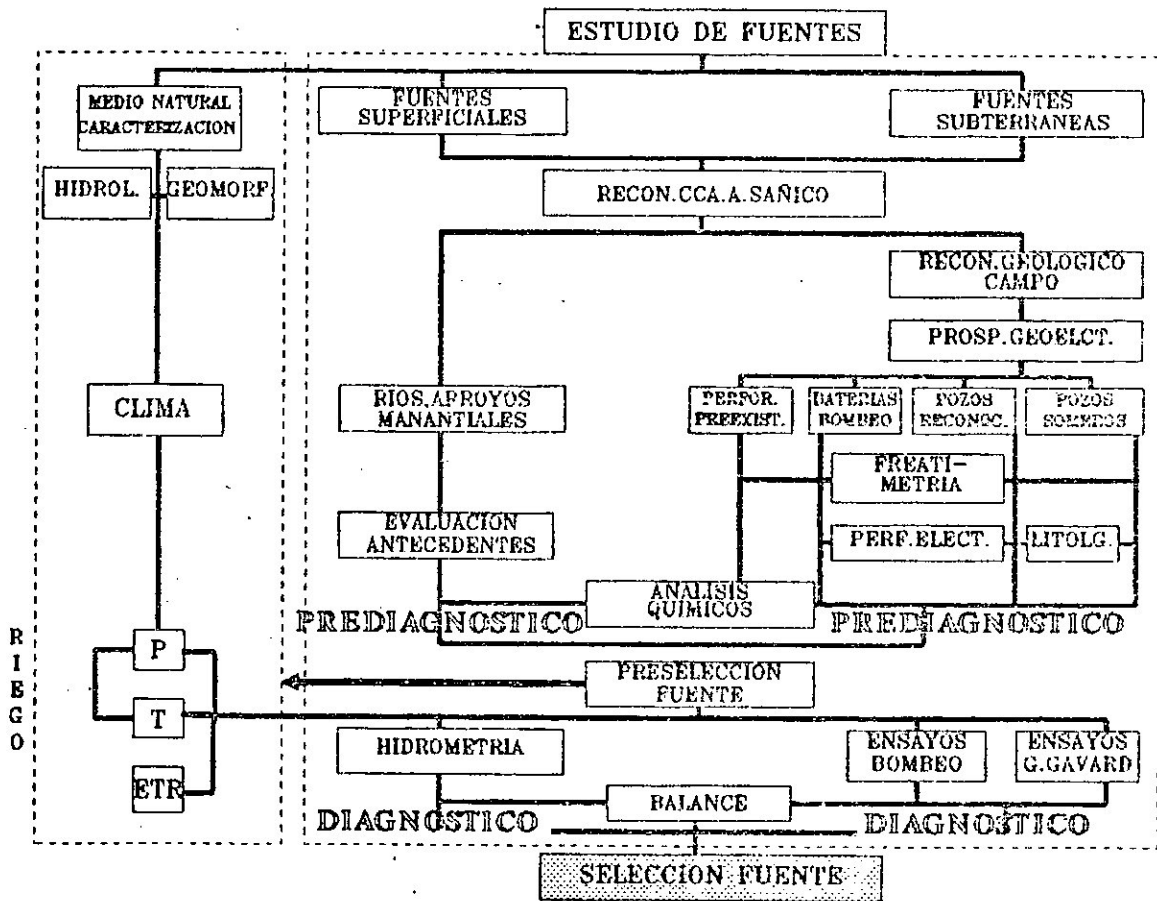
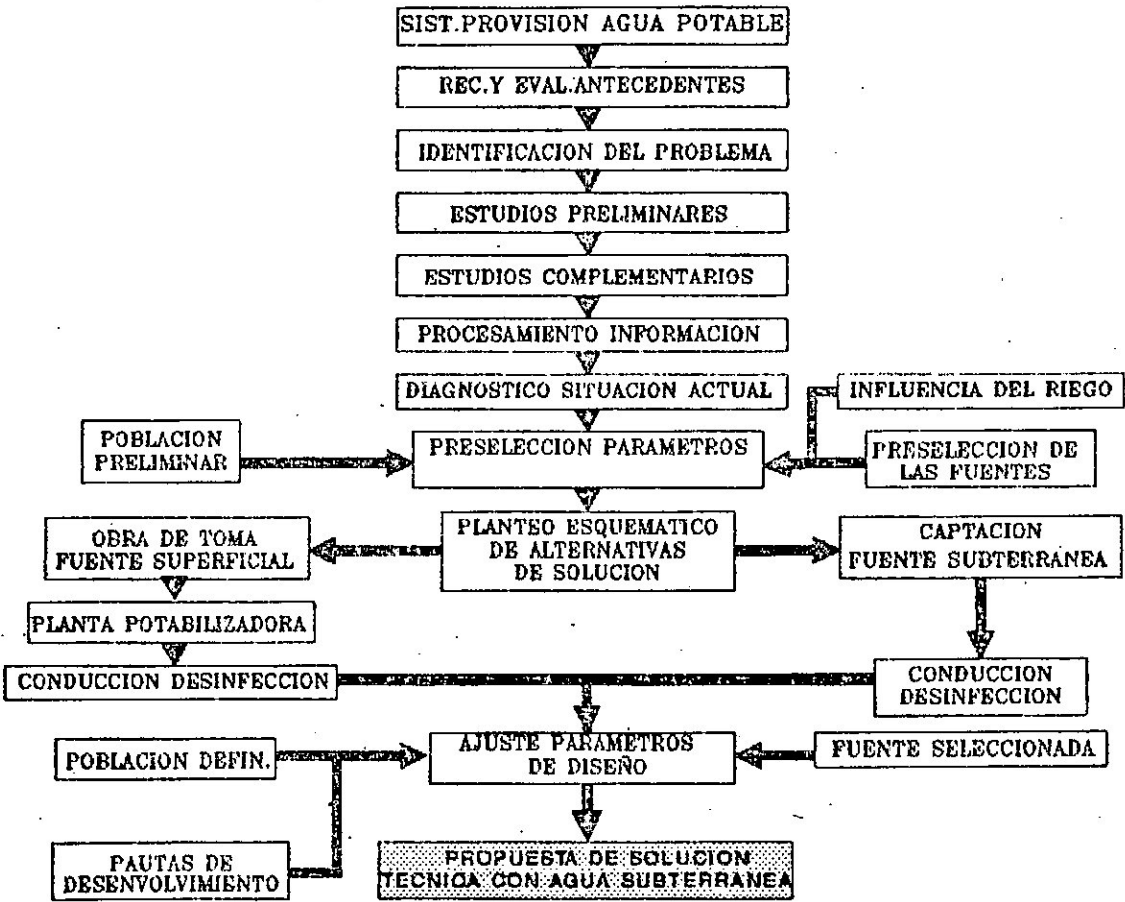


GRAFICO 4
IDENTIFICACION DE PROYECTO
Diagramación de Tareas



Merecen destacarse, producida la identificación del problema, cuáles aparecían en principio como cuestiones de difícil resolución y de qué manera se abordaron. Uno de los puntos clave era el de la prospectiva demográfica de la población al horizonte de proyecto. La pretensión era encontrar elementos objetivos que respaldaran hipótesis de trabajo, en un contexto social tan impactado. Además de los valiosos antecedentes utilizados, el Censo de Población y Vivienda Nacional de 1991, permitió contrastar estas hipótesis y proyectar en consecuencia.

No puede obviarse, en esta retrospectiva a la situación de partida del estudio, el posicionamiento respecto a la búsqueda de fuentes alternativas de provisión. Si bien el menú aparecía variado, existían condicionantes que en ese momento representaban factores limitantes, a lo que se sumaba la incertidumbre que planteaba la población a servir. En ese contexto se reconocieron evidencias que dieron soporte a un preconceito por el cual se puso énfasis en la investigación de la fuente subterránea y particularmente del subálveo del Arroyo Sañicó.

En la etapa de síntesis y formulación de la propuesta de ingeniería, el camino crítico seguido difiere del utilizado por este equipo para Junín de los Andes. Al igual que para esa localidad, con la preselección de las fuentes realizada con alcance de prediagnóstico, se identificaron en este caso, dos alternativas de proyecto. La diferencia radica en que al ajustarse los estudios de población y fuente a nivel de diagnóstico, el desbalance fue muy grande; a partir de entonces se continuó con el desarrollo de sólo una, decidiéndose como inconducente el cotejo económico de alternativas.

Respecto a las investigaciones temáticas, merece resaltarse el encadenamiento de las tareas de generación de información y los procedimientos de análisis concomitantes, en Geohidrología.

Lo antedicho respecto a la importancia asignada al tema, tuvo su correlato en la magnitud de las tareas realizadas y en los medios utilizados para su materialización. Se estudiaron los acuíferos de los subálveos de los arro-

yos Sañicó y La Teresa, en sus términos superiores e inferiores. El modelo hidrogeológico fue reconocido mediante las evidencias superficiales y subterráneas; entre las primeras mediante el reconocimiento de campo y la fotogeología y las subterráneas, con información proveniente de métodos indirectos como la prospección geoeléctrica y directos suministrados por perforaciones de reconocimiento, en las que se practicó el perfilaje eléctrico. El comportamiento hidrodinámico conceptualizado, provino de ensayos hidráulicos realizados en pozos someros, del tipo de admisión por el método de Gilg-Gavard y de bombeo a caudal constante, con o sin pozo de observación, en perforaciones totalmente penetrantes, entubadas y engravadas.

El procedimiento de análisis de la información fue realizado mediante metodologías convencionales de la hidráulica e hidroquímica. En el primer caso, la correspondiente a la teoría de flujo del agua en medios porosos, adaptándola al modelo físico específico.

Una última referencia para un aspecto no contemplado en la metodología original del estudio y referente al problema aluvional de Piedra del Aguila. Como es sabido, en febrero de 1990 se produjo un importante episodio originado por la creciente del Arroyo Sañicó. Por su incidencia en la calificación de la fuente, el fenómeno fue estudiado y calculado su caudal mediante evidencias que permitieron inferir el pico máximo. Se eligieron secciones de buena definición, donde se realizó la nivelación topográfica de la línea de base del perfil, quedando determinado su perímetro mojado por la altura de marcas de resaca ubicadas a la mayor cota. El cálculo del caudal se realizó estimando velocidades compatibles con coeficientes de rugosidad acordes con la topografía y vegetación de los sitios elegidos.

2.2 Generación de Información

El análisis del sistema social y específicamente el estudio de la población se realizó íntegramente en base a información secundaria. En cambio, como ya se ha visto en el Aportado anterior, en el correspondiente al me-

dio natural se generó una profusa información en el período comprendido entre agosto de 1989 y abril de 1991.

Una reseña cuantitativa de la información generada da cuenta, ordenada tentativamente por rubro, de lo siguiente:

Perforaciones.

- 5 de reconocimiento litológico (PR), de profundidades comprendidas entre 40-50 mts. y 8" de diámetro.
- 16 pozos someros o barrenos (PS), de 4-5 mts. de profundidad y 3" de diámetro.

Geofísica

- 40 sondeos eléctricos verticales (S.E.V.).
- 5 perfilajes eléctricos con registros Normal, Lateral y Caliper.

Hidráulica

- 3 ensayos de bombeo a caudal constante.
 - 2 en baterías de bombeo (BB) de 8", con filtro de ranura continua, engravados y pozos de observación de cañería de PVC de 4", ranurados y engravados.
 - 1 (uno) en perforación preexistente tipo explotación, sin pozo de observación.
- 3 ensayos de admisión -método Gilg-Gavard- en pozos someros de 3", entubados en H°C° ranurado, de 2".

Hidrometría

- Se instaló una estación hidrométrica con escala graduada, 3 lecturas diarias, operada entre junio de 1990 y abril de 1991. Ubicación: A° Sañicó entre las calles Winter y Vicente López de Piedra del Aguila.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- Se realizaron 26 aforos de cursos superficiales de la cuenca del Arroyo Sañicó.
 - 14 con molinete hidrométrico.
 - 12 con flotador.

- Se ejecutaron 9 aforos del Manantial La Teresa (M1)
 - 8 aforos volumétricos de la parte, correspondiente al Municipio, en la Cisterna de 200 m³ (C1).
 - 1 aforo con flotador de la parte perteneciente a SUDESTANCIA S.A.

- Se realizaron 2 aforos del Arroyo Pichi Picún Leufú
 - 1 con molinete hidrométrico.
 - 1 con flotador.

Censo de Fuentes:

- Se realizaron 10 censos de manifestaciones hidrológicas superficiales y subterráneas -construidas ad-hoc y preexistentes (PE)-, en los que se realizaron lecturas hidrométricas y muestreo hidroquímico.

Análisis Químicos

- Se ejecutaron 53 análisis químicos; 26 correspondieron a aguas superficiales y 27 a aguas subterráneas; El protocolo utilizado incluyó las determinaciones de: color, turbidez, pH, conductividad, Residuos totales 105°, carbonatos; bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitritos, nitratos, dureza, calcio, magnesio, sodio, potasio, flúor, arsénico, hierro y manganeso total o disuelto, sílice.

Con respecto a lo que constituyó el análisis del Sistema de Provisión existente, se verificó la tarea de:

Medición del Gasto

- Se ejecutaron 4 aforos en la cisterna de 200 m³ (C1), el día 4/12/89.

Las mediciones correspondieron a los siguientes períodos:

- 1) 7:45 - 8:30 horas
- 2) 13:00 - 13:45 "
- 3) 20:45 - 21:00 "
- 4) 23:15 - 23:30 "

En todos los casos, los aforos se realizaron por métodos volumétricos utilizando como testigo el nivel de agua en la cisterna, de la que fue previa y prolijamente chequeada su geometría.

II - ESTUDIO DE LA POBLACION

II - ESTUDIO DE LA POBLACION

1.- LA LOCALIDAD. ASPECTOS GENERALES.

Piedra del Aguila es cabecera del Dpto. Collón Curá, de la Provincia del Neuquén. Se encuentra ubicada sobre la Ruta Nacional N°237 que vincula dos centros urbanos de gran importancia: la ciudad capital de la Provincia, Neuquén y San Carlos de Bariloche, en la Provincia de Río Negro. Sus coordenadas geográficas son: Latitud Sur - 40°03'; Longitud Oeste - 70°03'.

1.1 Situación Regional

Puede definirse el marco regional al que se alude como el comprendido por la región del Comahue. Esto no anula la consideración de procesos y flujos concomitantes que trasciendan y con mucho ese ámbito. En el contexto así definido, se visualizan entidades que ya sea como realidades actuales o potenciales, impactan en la localidad con carácter permanente o transitorio.

Entre las primeras, debe mencionarse como la más sólida y permanente, a la ubicación de Piedra del Aguila sobre la Ruta Nacional N°237, que la vincula con dos grandes polos regionales -los de mayor crecimiento-: Alto Valle-Ciudad del Neuquén y San Carlos de Bariloche. Debe señalarse su posición baricéntrica respecto a ellos y la acentuada influencia que se manifiesta desde la rectificación y pavimentación de la ruta a comienzos de los '70. Sobre ésta se desarrolla principalmente la corriente turística hacia los grandes lagos del Sur de Neuquén y Río Negro y en menor escala, el tráfico comercial pesado hacia ella y la República de Chile, en este caso a través del Paso Rincón.

La Ruta N°237 podría incrementar aún su importancia de constituirse en la alternativa seleccionada para la materialización del Corredor Interoceánico San Antonio Oeste-Puertos de Concepción y Valdivia (Chile), con la utilización del coronamiento de la Presa de Michihuao para la vinculación vial. (COPADE, 1984 "Lineamientos provinciales para la relocalización...") (1).

Con el mismo carácter de realidad regional o micro-regional pero de impacto temporario, aparece la construcción de las grandes presas que conforman los complejos hidroeléctricos de Alicopa-Limay Medio. Esta situación, con cronograma oficial inicial ubicado en el período 1975-1995, muy probablemente alcance, cuanto menos, el año 2000. (Gráfico N°5).

1.2 El Ambito Zonal

El contexto puede asimilarse al Dpto. Coillón Curá. Dentro de este ámbito también pueden señalarse situaciones de carácter permanente y temporarias que impactan en muy distinto grado sobre la localidad, y responden unívocamente al carácter de los asentamientos poblacionales.

Los pequeños núcleos de asiento permanente, a saber: Sañicó, Zaina Yegua, La Pintada, Carran-Curá, Santo Tomás, tienen en la localidad a su único centro asistencial y proveedor de servicios; existe a su vez, desde el punto de vista demográfico, una acentuada migración interna confluyente en Piedra del Aguila. Esta aparece como una situación permanente.

La otra realidad resulta de la interacción entre la localidad y los asentamientos temporarios de las grandes represas, como las de Piedra del Aguila y Pichi Picún Leufú. Por su esencia, puede asumirse que su existencia va en desmedro del crecimiento del núcleo histórico zonal. Desde otro punto de vista, una vez consolidada, se establece con ese núcleo un intercambio generador de algún nivel de actividad.

COMPLEJO ALICOPA - LIMAY MEDIO

Ubicación e impacto de represas

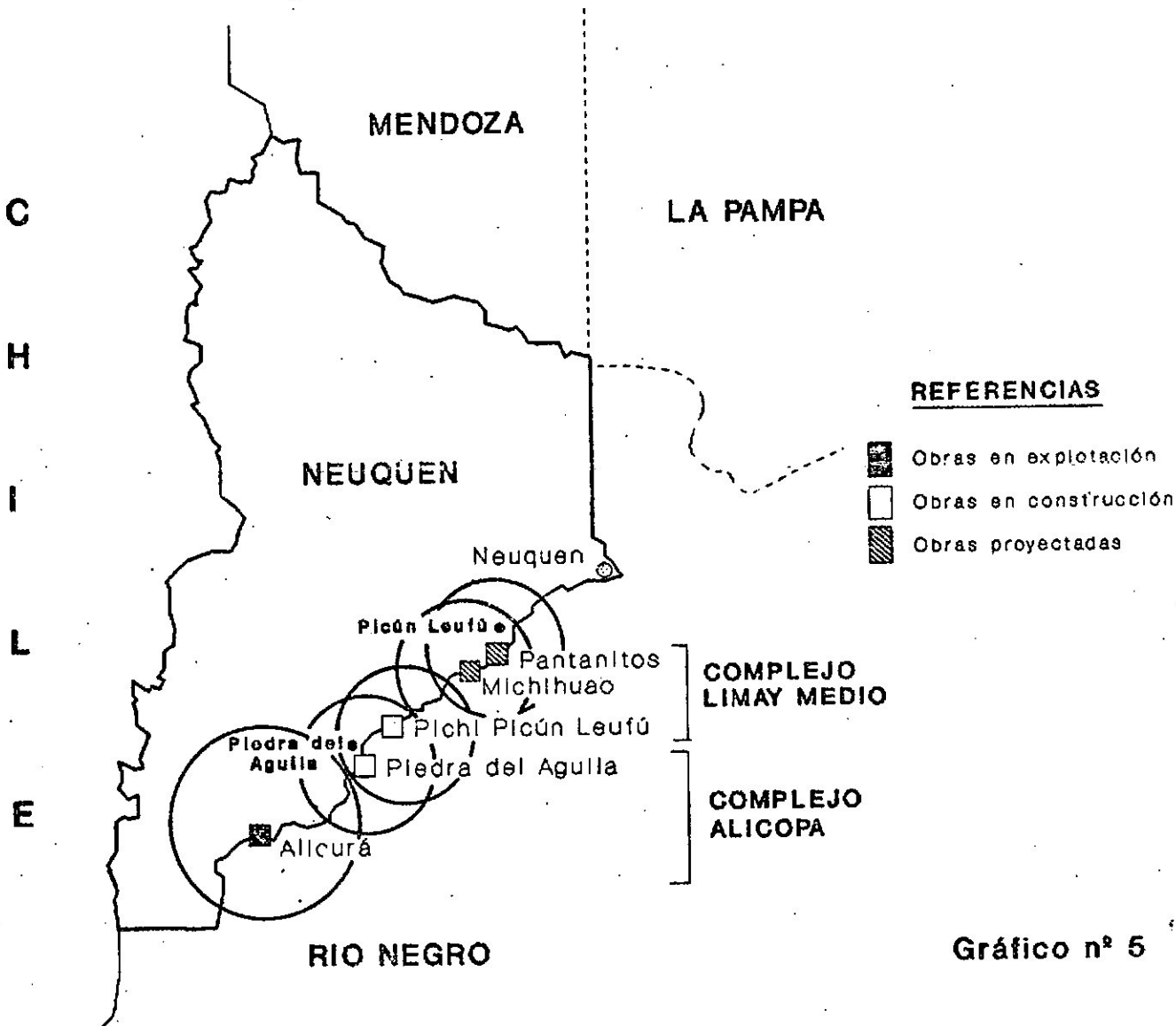


Gráfico nº 5

1.3 Situación Local. El ejido municipal.

El ejido municipal se encuentra enclavado dentro de los límites del establecimiento ganadero "Piedra del Aguila S.A.". Su radicación y expansión se dio en función de donaciones y ventas sucesivas de la empresa aludida, lo que configura, sin dudas, un factor limitante al poder decisorio del Estado y obviamente, a la planificación y desarrollo urbano de este emergentes.

La superficie aproximada de los ejidos municipales neuquinos es de 8.000 ha (COPADE, 84; op.cit.) (1) por lo que en el caso de Piedra del Aguila hay que considerar la población rural y la perteneciente al núcleo urbano. El presente proyecto se restringirá a este último.

1.3.1 Localización y morfología urbana

Piedra del Aguila se ubica morfológicamente en una depresión de la cuenca del Arroyo Sañicó, en ámbito del Neuquén extrandino. Lomadas y mesetas basálticas la enmarcan con desniveles relativos del orden de 100-150 metros. Esta situación le otorga ciertas ventajas respecto a los vientos del oeste, otorgándole un reparo ante ellos. Por contrapartida, la hace vulnerable a episodios aluvionales, por confluir en su propia planta urbana los aportes de las subcuencas del Cerro Zaina Yegua y del Escorial, englobando éste al A° La Teresa y al Cañadón de Cabezas.

A esta situación dada por su entorno geográfico, se suman las limitantes para su expansión ya referidas de constituir un enclave comunal en terrenos privados y grandes obras civiles recientes como el Gasoducto Cordillerano y la línea de Alta Tensión de 132 kVA, ubicadas al oeste de la planta.

Desde el punto de vista morfológico, la planta se distribuye con una estructura lineal desarrollada hacia ambos lados de la Ruta Nacional N°237

y un amanzanamiento de tipo damero. La longitud actual es de 2.500 metros, extendiéndose hacia ambos lados de la ruta entre 100 y 300 metros. Cuenta de aproximadamente 70 manzanas con muy distinto grado de consolidación urbana.

1.3.2 Zonificación urbana

Existe una normativa reguladora de la ocupación del espacio y expansión urbana en Piedra del Aguila, implementada a través de la Ordenanza Municipal N°012/85, basada en la zonificación realizada por la Dirección General de Desarrollo Urbano de la Provincia. Esta asigna funciones al espacio que comprenden un área centro, área servicio ruta, área residencial, área deportiva cultural, área espacios verdes, área de servicios industriales (D.G.D.U. Zonificación de Piedra del Aguila, Neuquén, 1985) (2)

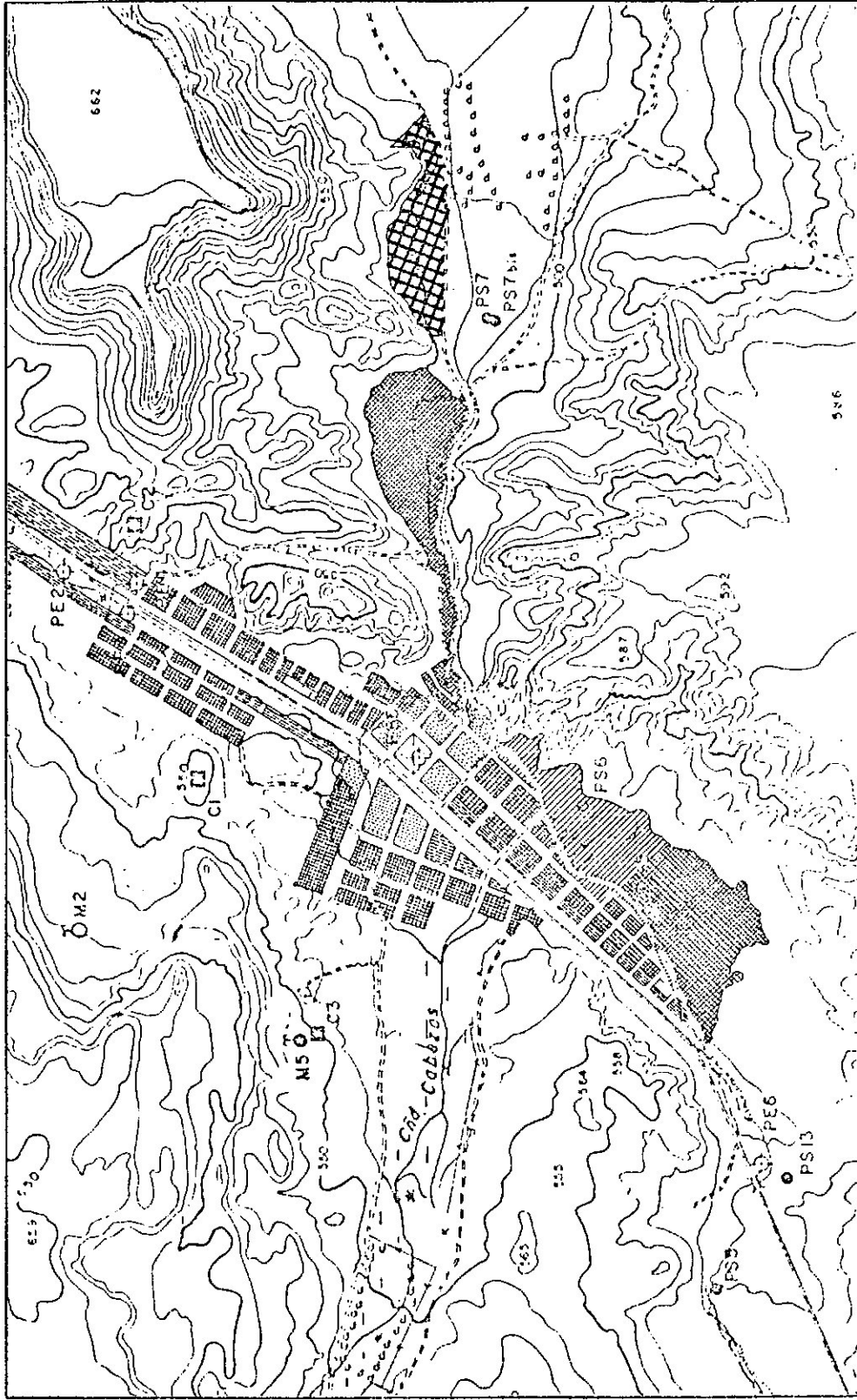
Importa destacar a los fines del proyecto, las zonas indicadas por la autoridad provincial para la expansión urbana futura y la disyunción funcional comercial-residencial versus servicios industriales. Ambas permiten definir planialtimétricamente la planta a servir durante el presente período de diseño. (Gráfico N°6)

1.3.3 Receptividad Urbana

De acuerdo a información suministrada por E.P.A.S. (E.P.A.S., 1991 Informes inéditos) (3), la planta urbana de Piedra del Aguila ubicada sobre margen izquierda del A° Sañicó, tiene una receptividad de 5.300 habitantes. Esto, que surge de asentar la población futura en viviendas a construir en los baldíos existentes, representó la situación potencial hasta 1990. A ese número, la misma referencia al presente, implica sumarle los habitantes a radicarse en los barrios FONAVI de 48 y 50 viviendas, ubicados en margen derecha del A° Sañicó, a la altura de las calles Winter y Vicente

PIEDRA DEL AGUILA ZONIFICACION URBANA

Fuente: Dirección General de Desarrollo Urbano
PROVINCIA DEL NEUQUEN



REFERENCIAS







-  Area Servicios Industriales
-  Area Centro
-  Area Servicio Ruta
-  Area Residencial
-  Area Deportiva Cultural
-  Area Rural

Gráfico nº 6

López. Esto significa a Junio '91 un total de 5.612 habitantes, tomando el coeficiente de 3,18 habitantes/vivienda proveniente de datos oficiales provisorios del Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 (COPADE, Comunicación verbal), para la localidad.

De la información recabada sobre expansión futura de la localidad, COPADE y la Dirección General de Desarrollo Urbano de la Provincia, han comunicado verbalmente la no viabilidad de radicar asentamientos en el bolsón ubicado frente al Barrio La Esperanza, asignado originariamente a función residencial (D.G.D.U., 85) (2). De esta manera, queda como único sitio de expansión factible de considerarse, el ubicado frente al predio de Vialidad Provincial sobre margen derecha del Arroyo Sañicó. Estimando, de acuerdo a su superficie, que se replantearán 10 manzanas de 25 viviendas al índice de 3,18 hab/viv., significan 795 personas. Esto, sumado a la receptividad antes calculada para la planta actual, da un total de 6.407 habitantes.

2.- ANALISIS DEMOGRAFICO DE PIEDRA DEL AGUILA

2.1 Evolución Histórica de la Población

Desde 1920 se disponen antecedentes de la existencia del núcleo urbano de Piedra del Aguila, contando entonces con 63 habitantes. En los Cuadros 1 y 2 y en los Gráficos 7 y 8 pueden visualizarse los datos de población y vivienda obtenidos en los distintos censos, las tasas de crecimiento intercensal y la representación de la evolución demográfica según población y tasa.

El análisis histórico más consistente puede realizarse a partir de 1960, año desde el que comienzan eventos censales periódicos que se mantienen hasta hoy. Plantear una tasa para un período de 40 años -1920 a 1960- y asumirla como representativa de la tendencia en ese lapso de tiempo, no parece conveniente. En general sin embargo, puede admitirse que el con-

CUADRO 1
EVOLUCION DE POBLACION Y VIVIENDA

AÑO	FUENTE	POBLACION EJIDO MUNICIPAL			VIVIENDA URBANA
		URBANA	RURAL	TOTAL	
1920	CENSO TERRIT- RIAL	63	180	243	—
1960	CENSO NAC. POB. Y VIVIENDA	155	s/disc.	—	—
1970	"	231	32	263	
1980	"	636	37	673	147 (4,32) (*)
1985	HIDRONOR CENSO POB. Y VIV.URBANA	1517	—	—	356 (4,26)
1986	EPAS-CENSO VIVIENDA	—	—	—	454
1991	CENSO NAC. POB. Y VIVIENDA	2835 (◇)	s/disc.	—	889 (3,18)

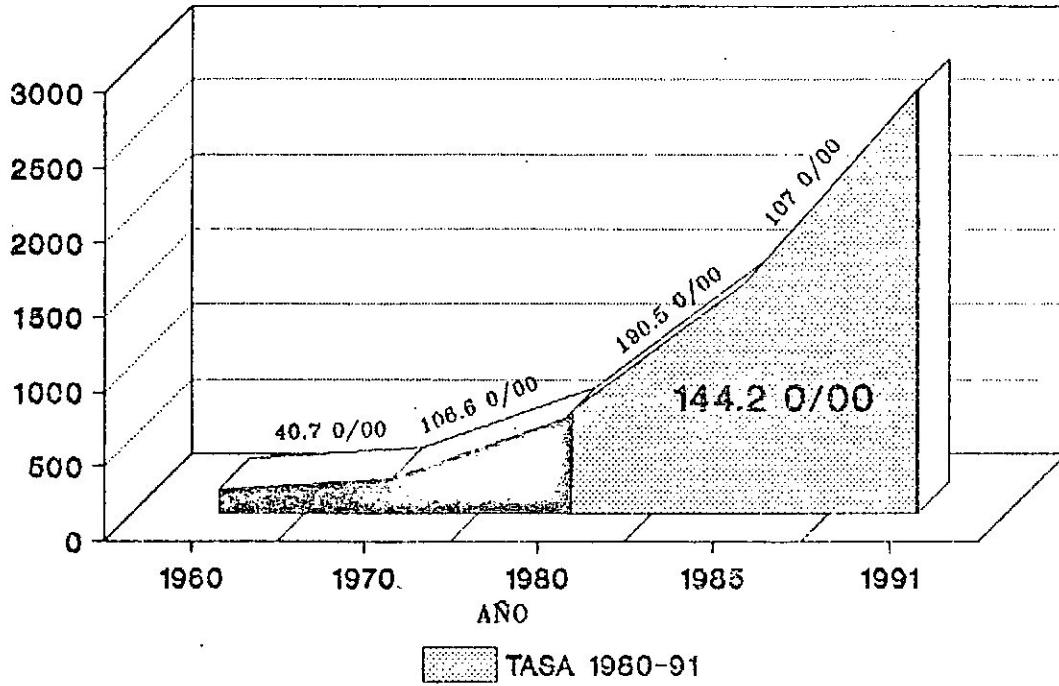
(◇) FUENTE : Dirección Estadística y Censo Pcia. Dato oficial provisorio

(*) Índice Habitantes/Vivienda

CUADRO 2
POBLACION - TASAS INTERCENSALES

AÑO	POBLACION	TASA CRECIMIENTO	
		‰	
1920	63	22,8	
1960	155	40,7	
1970	231	108,6	
1980	638	180,6	144,2
1985	1517	107,1	
1991	2835		

GRAFICO 7
EVOLUCION HISTORICA DE LA POBLACION
POBLACION



EVOLUCION DE TASAS INTERCENSALES

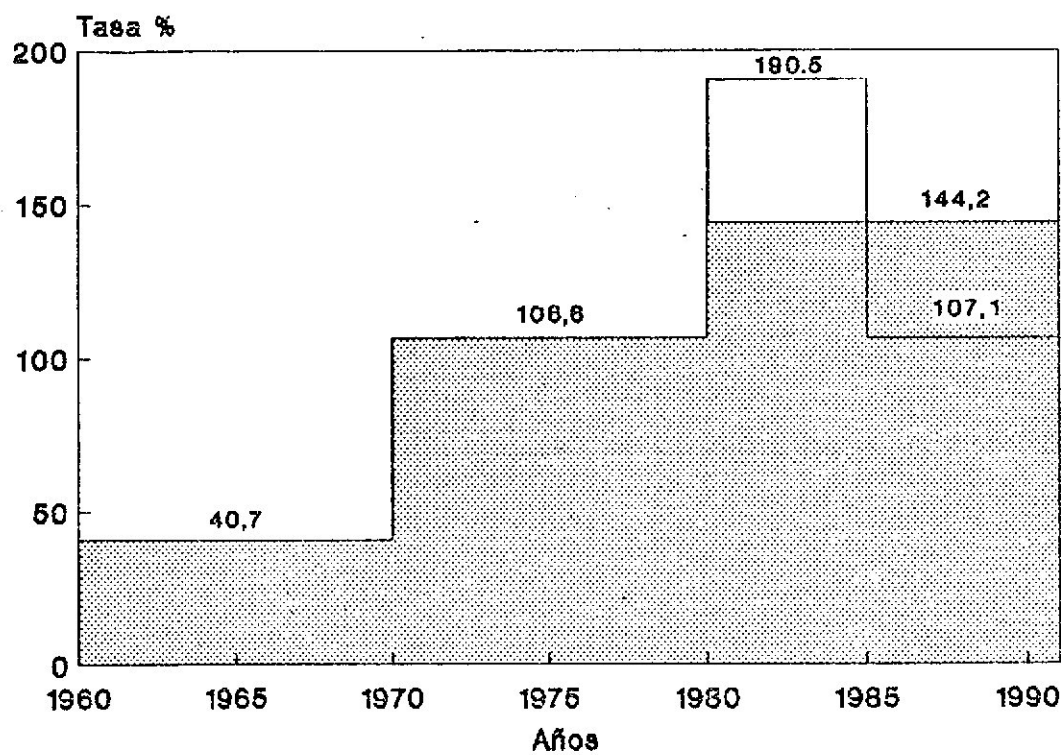


Gráfico N° 8

glomerado sufrió un incremento poblacional acorde con la tasa vegetativa de la época, que se entiende no puede haber superado el 20%.

El lapso comprendido entre 1960-1991, además de contener una buena base de información demográfica, registra los impactos de una localidad que evoluciona de caserío a centro urbano importante a nivel regional.

En la década del sesenta se advierte el primer fenómeno migratorio probado, que acompaña a nivel local el comienzo del auge neuquino; entonces se desencadena la inmigración desde distintos puntos del país y de la R.de Chile, que reconocen como principales agentes a la explotación de hidrocarburos y las primeras grandes obras hidroeléctricas: Chocón y Cerros Colorados. A nivel local, la consolidación definitiva de Bariloche y las tareas de prefactibilidad en Alicopa demandan servicios de posta para el turismo de los lagos y las comisiones de trabajo, respectivamente. El índice de 40,7 registrado en el período está cerca de duplicar el crecimiento vegetativo supuesto para entonces (entre 20-25%).

La década 1970-80 muestra el impacto de los mismos factores, en toda su dimensión. La tasa crece al 106.6, como producto de la intensificación de aquéllos a nivel regional y al retrazado y pavimentación de la Ruta Nacional N°237, que consolida a la localidad en la prestación de servicios, como se señala en (COPADE, 84) (1).

El período 1980-91 interesa fundamentalmente dado que en la comprensión de la evolución demográfica en este manifestada, debe fundarse la prospectiva al corto y mediano plazo. Respecto a la base de información, además de romperse a nivel nacional la periodicidad decenal, HIDRONOR S.A. realizó un censo de población y vivienda en 1985 (COPADE, 1986) (4), restringido a la planta urbana. Esto permite contar con un dato casi central que posibilita el análisis desdoblado del período.

En principio cabe puntualizar como condición general para 1980-91, la de lapso caracterizado por el impacto localizado en Piedra del Aguila del factor micro regional Alicopa-Limay Medio. Esta situación trasciende el

período y se manifestará hasta la conclusión de Pichi Picún Leufú.

En el Gráfico N°9 puede visualizarse el desarrollo de las obras de las dos grandes represas. En el caso de Piedra del Aguila, se observa el cronograma real de una obra demorada con un muy bajo nivel de actividad en 1990, que se mantiene en la actualidad. Según se indica extraoficialmente, de retomarse el ritmo originalmente previsto para esta etapa, se está a un año de su finalización. Puede asumirse para su ejecución un tiempo real total de 10 años.

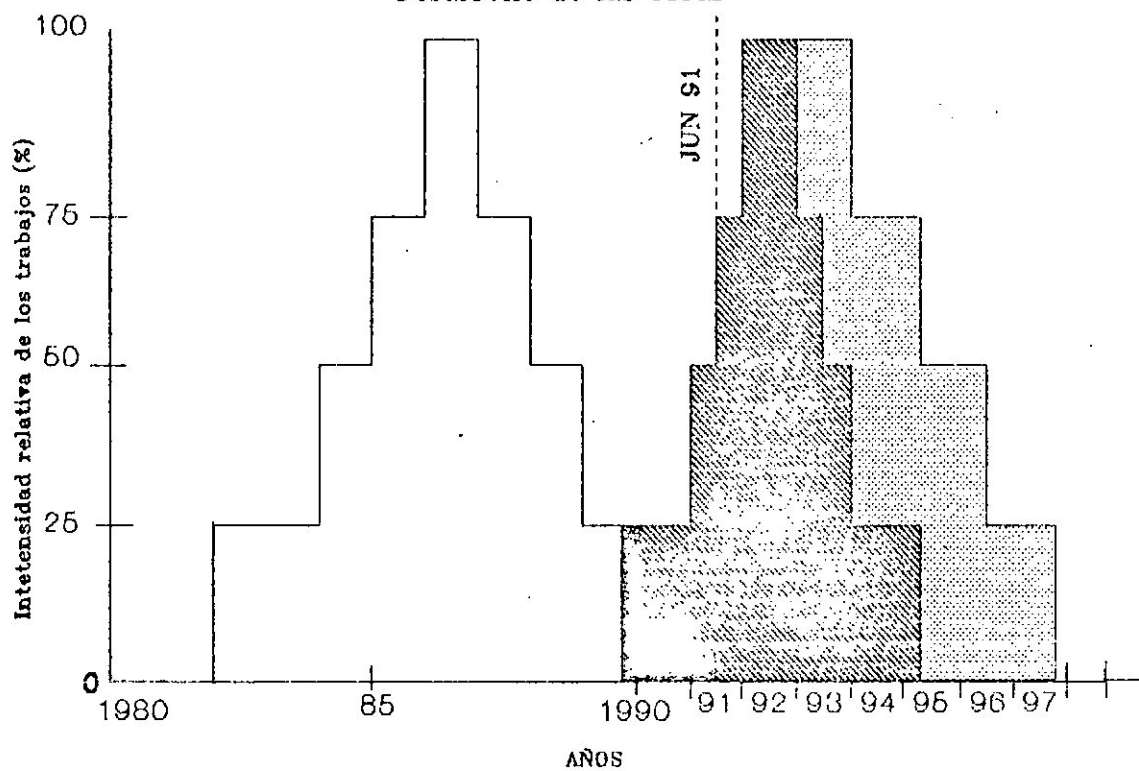
La represa de Pichi Picún Leufú tiene un cronograma original de 64 meses, contados a partir de su fecha formal de iniciación, el 1° de diciembre de 1989. A la fecha se han desarrollado buena parte de las obras de infraestructura en obrador y villa temporaria para personal soltero. Actualmente se ejecutan, de acuerdo a información verbal de funcionarios de HIDRONOR S.A., las obras civiles de desvío del Río Limay, 1ª etapa y puente de servicio sobre éste. En general, puede considerarse aún en etapa de "tareas previas".

La observación de los Gráficos N°s. 7, 8 y 9 revela asociaciones causa-efecto y permite la lectura del impacto. Considerado el período globalmente, el Gráfico N°8 da cuenta de su magnitud respecto al del período anterior. Desglosado, puede ligarse el período de mayor aceleración del crecimiento (1980-85), a la primera mitad de la construcción (1982-86), a pesar del pequeño desfase indicador de que en realidad a ese intervalo le corresponde una tasa mayor aún. A éste sobreviene la desaceleración 1987-1991 ($i=107,1\%$), coincidente con la segunda mitad de la construcción de Piedra, cuya disminución de ritmo respecto al previsto, puede haber tenido compensación con la ejecución de las tareas previas de Pichi Picún Leufú y la actividad por ello generada.

Retomando la consideración global del período, resulta en definitiva legítimo asociar su tasa de crecimiento ($i=144,2\%$) al impacto de la construcción de Piedra del Aguila, con arreglo a compensar según se indicó, el pequeño desfase con su cronograma real (1982-92(?)).

GRAFICO 9 PIEDRA DEL AGUILA Y PICHICUN LEUFU

Desarrollo de las obras



REFERENCIAS

OBRA: Represa Piedra del Aguila

□ Desarrollo aproximado según cronograma real

OBRA: Represa Pichi Picun Leufu.

▨ Cronograma oficial original (*)

▤ Cronograma hipótesis de este estudio

▩ Superposición Pda-PPL

2.2 Prospectiva al Año 2011

El punto de partida del análisis lo constituye el año 1991, para el que se asume la población registrada por el Censo Nacional de Población y Vivienda en mayo de ese año, que indicó provisionalmente 2.835 habitantes (COPADE, Comunicación verbal).

Previo a la consideración de la evolución de la población en el período de diseño 1992-2011, surge como ineludible una referencia a la particular situación que plantea la perspectiva demográfica local. Está dada por la presencia de dos horizontes de proyecto, que pueden asimilarse a dos máximos. El primero asociado casi seguramente, al pico constructivo de Pichi y el segundo a la finalización del período de diseño.

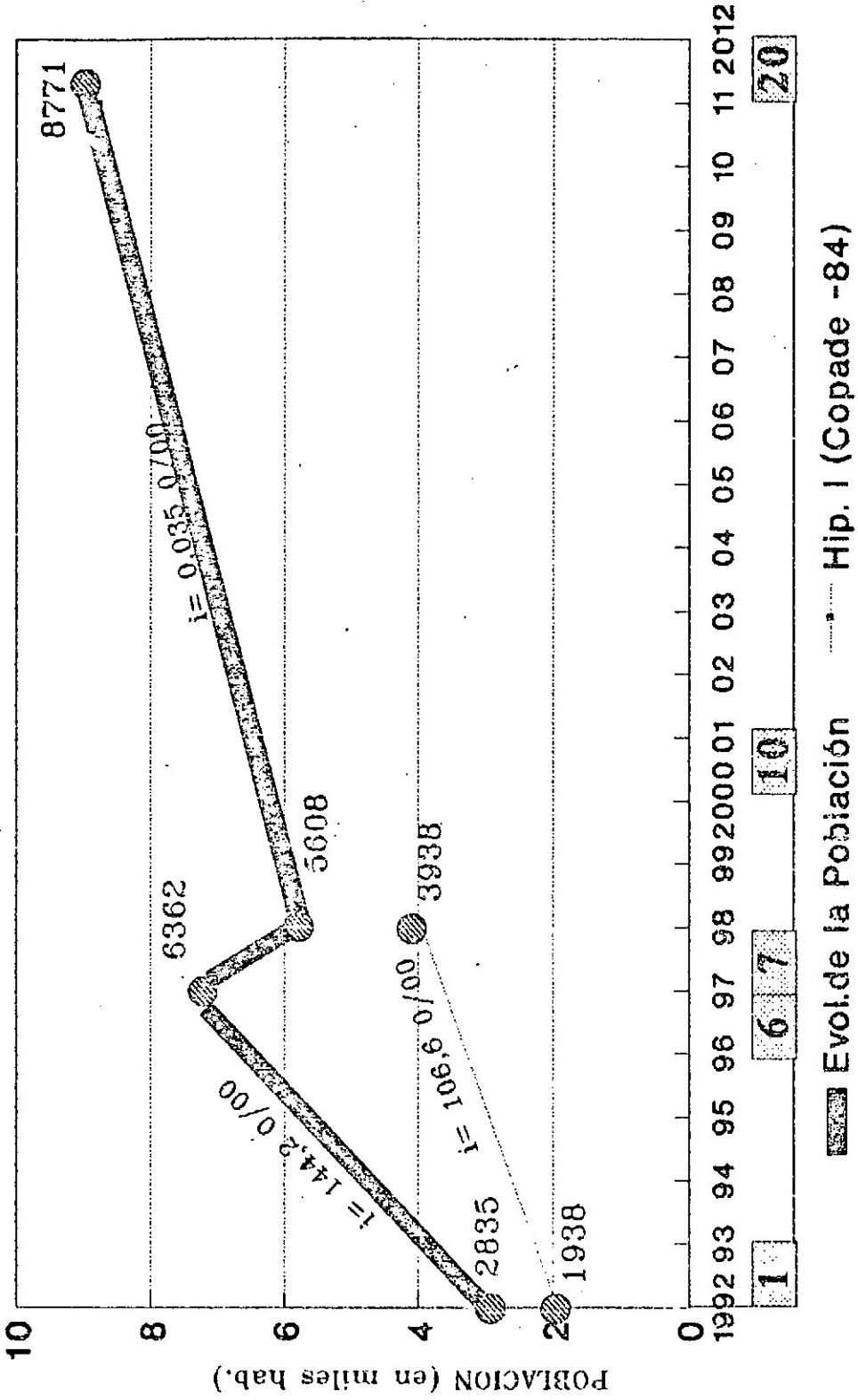
2.2.1 El Impacto de Pichi Picún Leufú

El análisis de este evento puede hacerse en función de dos criterios. Uno es en base a datos o parámetros específicos de la obra como personal ocupado, viviendas solicitadas, etc., donde por aplicación de índices se traduce en valores de población de proyecto o sea un método deductivo. El otro es a través de fenómenos similares cuya respuesta es conocida, tratándose en este caso de un método analógico. Para este caso y en función de considerarse que existen elementos que lo validan, se seleccionó el segundo.

El eje de discusión es la dimensión del impacto en la localidad, respecto al de Piedra del Aguila. Igualmente gravitante resulta definir en qué tiempo distribuirlo.

Se entiende que el impacto sobre la localidad de Pichi Picún Leufú será mayor en términos de actividad-económico-social por caso, que el de la obra anterior. El solo hecho de radicarse directamente en Piedra del Aguila aproximadamente 300 personas y sus familiares, entre personal comitente, consul-

GRAFICO 10
 PROSPECTIVA DEMOGRAFICA AL AÑO 2011



CUADRO N 3
 PROYECCION DE LA POBLACION DE PIEDRA DEL AGUILA

AÑO	TASA ANUAL (%)	POBLACION	OBSERVAC.
1991	144,2	2835	
92	144,2	3244	
93	144,2	3712	
94	144,2	4248	
95	144,2	4859	
96	144,2	5560	
97	(-) 118,5	6362	(TASA NEGATIVA)
98	35,0	6608	
99	35,0	5804	
2000	35,0	6007	
01	35,0	6218	
02	35,0	6435	
03	35,0	6661	
04	35,0	6894	
05	35,0	7135	
06	35,0	7385	
07	35,0	7643	
08	35,0	7910	
09	35,0	8188	
2010	35,0	8474	
11	35,0	8771	

tor y contratista (COPADE 84, op.cit., pág.47) (1), que requieren otras tantas viviendas, así lo indicaría. Sin embargo, debe computarse que la oferta de infraestructura y servicios actual respecto del impacto anterior, está mucho más consolidada y puede absorber buena parte de la demanda adicional. Otra razón es subjetiva, pero quizás más poderosa y tiene que ver con el horizonte posterior a Pichi Picún Leufú. Por delante no hay otra gran represa cercana a construir. A partir de su ejecución el baricentro de Limay Medio se traslada a Picún Leufú. Las razones expuestas llevan a considerar al "impacto Pichi" como de igual orden de magnitud que el de Piedra del Aguila.

Asumir el mismo impacto significa reproducir para Pichi Picún Leufú una tasa coincidente con la del impacto anterior o sea, por asociación, la del período 1980-91. A su vez, esta se aplica a un lapso mayor en un 50% al cronograma original, entendiendo a esta extensión como muy acorde con obras de esta naturaleza y magnitud. De este modo, el cronograma de Pichi Picún Leufú va de 64 meses a 96, con lo que la obra finalizaría a fines de 1997. Este año detenta un pico de población hipotético que asciende a 6.362 personas.

2.2.2 El tiempo post-empresarios

Importa aclarar en principio que los niveles de certidumbre, nunca altos en esta disciplina, disminuyen notablemente en esta prospectiva a partir de 1998. El criterio adoptado para el período 1998-2011 asumirá en lo conceptual la condición de HIPOTESIS DE MAXIMA y no se elabora una alternativa a ésta, por entenderse que no hay antecedentes ni parámetros que permitan formularla con asidero.

Para el año subsiguiente a la hipotética finalización de Pichi Picún Leufú, 1998, se adoptan los lineamientos de la "Tercera Hipótesis" formulada en (COPADE, 84; op.cit., Apart.73) (1). De acuerdo a ella, al culminar la ejecución de la presa, el 50% de la población de arrastre se afinca y el

resto emigra. Técnicamente, esta se entiende en esa hipótesis, como la diferencia entre la población proyectada para ese año con la tasa de impacto ($i=144.2\%$) y la que correspondería si la población del año 1980 hubiera continuado creciendo hasta 1998 con la inercia del período 1970-80 ($i=106.6\%$). Esto encierra aparentemente dos situaciones de máxima: el propio porcentaje -50- y la tasa "sostén" (106.6%), que proviene de una situación de alto impacto como la registrada en 1970-80, cuyas motivaciones desaparecerían, al menos en parte.

Producida la emigración, la tarea es detener el impacto negativo post-Pichi. Existen en el ámbito regional y local proyectos de infraestructura y/o productivos con distinto grado de viabilidad, que podría sumarse a la provisión de servicios del corredor turístico-comercial. El ya mencionado corredor Interoceánico con paso por Michihua, proyectos relacionados con producción primaria bajo riego, el Centro o Ente de Mantenimiento y Servicio Permanente, que de ser creado por HIDRONOR se asentaría en la localidad, etc.

Cualquiera fuera la vía, aparece como máxima aspiración poder generar fuentes de trabajo para evitar la migración. Adoptando este criterio, se toma para el lapso 1999-2011 una tasa de crecimiento del 35%, por asimilarla con la vegetativa departamental, que entre 1977 y 1983 creció de 26,1 a 34,4% (1) como producto de reducir a cero la mortalidad infantil. Con esto se llega al final del período de diseño y de acuerdo a la Hipótesis de Máxima adoptada, a 8.771 habitantes. En el Gráfico N°10 puede visualizarse el comportamiento demográfico previsto.

3.- PAUTAS DE DESENVOLVIMIENTO DE LA POBLACION

En el período comprendido entre setiembre de 1989 y julio de 1990 en el que se generó el grueso de la información primaria, pudieron corroborarse tendencias del comportamiento cotidiano de la población, de innegable incidencia sobre el consumo de agua potable.

En primer lugar, cabe puntualizar que se ha percibido el "efecto Pichi" en el desenvolvimiento global de la población. Esta obra tiene su inicio formal el 1º/12/89 y en general, puede decirse que se manifestaron diferencias entre 1989 y 1990. Hasta el inicio de la construcción de la represa, se entiende que la actividad de la población en relación con el consumo, estaba dada por un reflejo de los ritmos del Obrador y Villa Temporaria de la represa de Piedra del Aguila, sobrepuesto a los resultantes de los dos rubros dominantes en el ámbito local: administración comunal y comercio-servicios, los que a su vez, presentaban un claro desfasaje entre sí.

El año 1990 trajo aparejado un incremento general del nivel de actividad, pero además y como consecuencia fundamentalmente de los turnados y diversos ritmos relacionados con Pichi Picún Leufú, se observó un nivel de base permanente, que aunque lógicamente reducido, no se interrumpió ni en horas de la noche. Estos ritmos se sumaron a los antecedentes, pero por su intensidad, imprimieron un cambio cualitativo perceptible.

III - ESTUDIO DE FUENTES

III.- ESTUDIO DE FUENTES

1.- CARACTERIZACION DEL MEDIO NATURAL

1.1 Ubicación y extensión del área de estudio

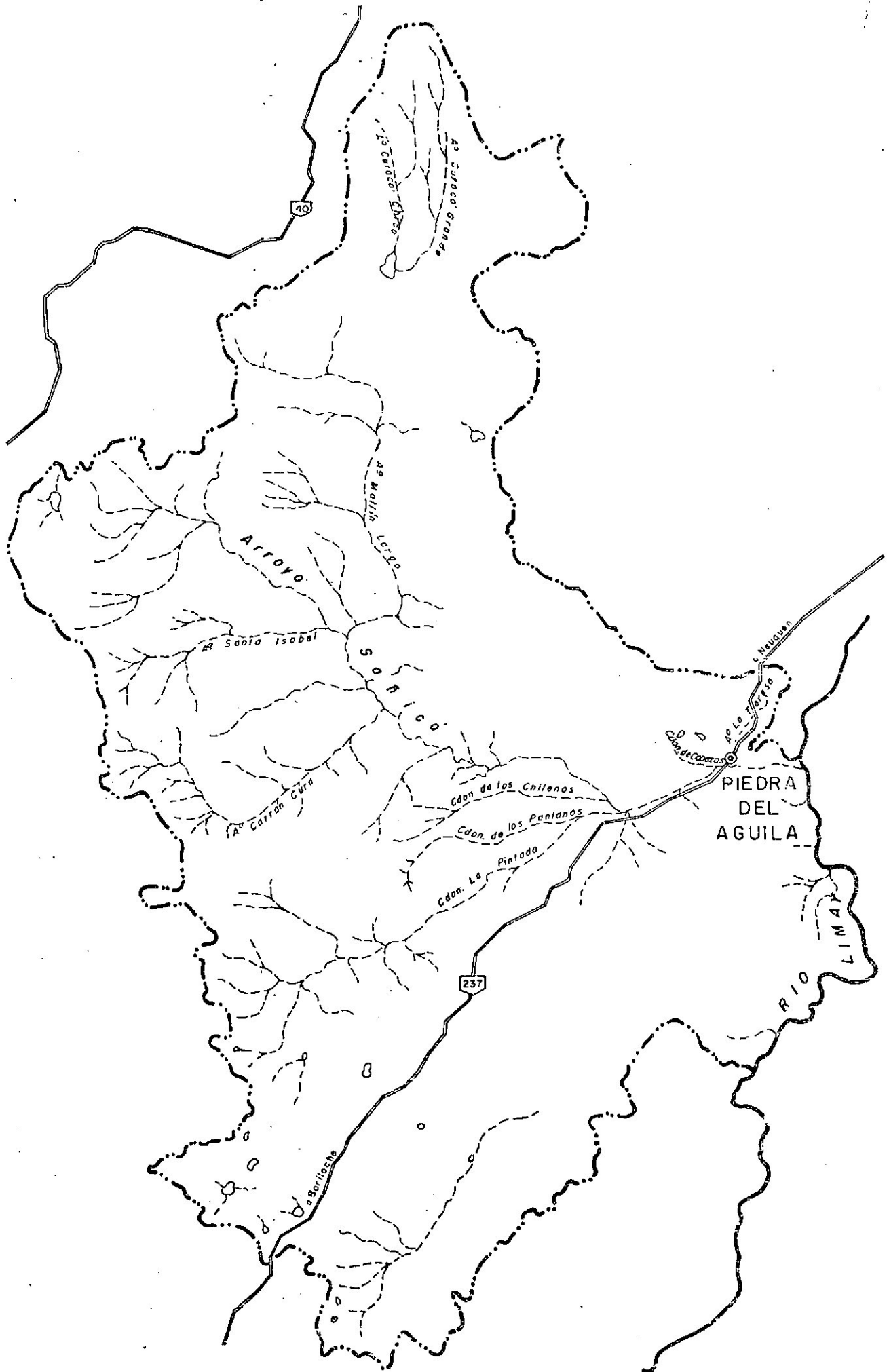
Esta referencia apunta a delimitar el área comprendida por los estudios hidrológicos en general y geohidrológicos, en particular. Los primeros tuvieron como ámbito la Cuenca del Arroyo Sañicó. Los relevamientos geohidrológicos intensivos involucraron un área sensiblemente menor, coincidente con la baja cuenca de este curso, en la que en una posición aproximadamente central se ubica la localidad de Piedra del Aguila. Los límites aproximados de este área son: Latitud Sur 40°00 y 40°07' y Longitud Oeste 70°00 y 70°10'. (Ver Mapa N°1)

1.2 Hidrografía

La zona está comprendida por la extensa cuenca del río Limay y como se dijo en el apartado anterior, el área de estudio está comprendida íntegramente en la cuenca hidrográfica del Arroyo Sañicó. (Gráfico N°11)

El Sañicó nace en el "Cañadón de las verticales", ubicado al Este de la divisoria con la cuenca del Río Catán Lil. Su cuenca tiene una superficie del orden de 1.400 km² y su régimen es francamente aluvional. En la zona más restringida (Mapa N°1), en la que se realizaron los estudios geohidrológicos intensivos, merecen destacarse algunos cursos. En su borde occidental, el Arroyo Sañicó recibe en forma prácticamente convergente en el "Mallín de los Cañadones", los aportes temporarios de los homónimos de: Los Chilenos, Los Pantanos y La Pintada. A la altura de la planta urbana de Piedra del Aguila, confluyen en el curso principal el Cañadón de Cabezas y el Arroyo La Teresa, tributarios de la Subcuenca del Escorial.

CUENCA DEL ARROYO SAÑICO - Grafico nº II



1.3 Clima

El clima del área de estudio es semiárido. La clasificación que más se ajusta a la realidad local es la de Thornthwaite (1948), que lo clasifica como "Semiárido, Mesopotámico. Poco o nada de exceso de agua. Concentración estival de la eficiencia térmica". (U.N.C. - Dpto. Geografía, 1985 "Carta del Medio Ambiente...") (5)

Las precipitaciones se concentran en otoño-invierno, acumulándose en marzo-setiembre el 85% del total. Los vientos soplan con marcada dominancia del sector sudoeste. Respecto al Balance Hídrico, este es negativo. Predominan los meses deficitarios, siendo este mayor de 100 mm en diciembre-enero. Tienen excesos mayo, junio y julio. En el Cuadro N°4 pueden visualizarse los valores de los parámetros fundamentales.

1.4 Geomorfología

La zona se encuentra enclavada en el ámbito de la Patagonia extrandina, siendo su característica geomórfica más conspicua el relieve mesetiforme. Este se desarrolla sobre formaciones geológicas de distinta litología y edad y es interrumpido solamente en el área, por la red hidrográfica de la cuenca del Arroyo Sañicó.

Desde el punto de vista del relieve y privilegiando los aspectos descriptivos a la rigidez sistemática, las unidades geomórficas pueden agruparse en:

- | | | |
|--------|---|-------------------------------------|
| Meseta | (| - Mesetas Basálticas |
| | (| - Lomadas suaves Pre-Colloncurenses |
| | (| - Serranías Rojas del Sañicolitense |
| | (| - Antiguas superficies pedemontanas |
| | (| |

CUADRO N°4
PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ESTACION PIEDRA DEL AGUILA : LS 40 02' LD 70 03'		
	1632/77 (*)	1980 /84(**)	1980/86(*)
PRECIPITACION MEDIA ANUAL	173.1 mm	234 mm	
TEMPERATURA MEDIA ANUAL			11.4 C
TEMPERATURA MEDIA MES MAS FRIO (JULIO)			3.8 C
TEMP. MEDIA MES MAS CALIDO (ENERO)			20.1 C
VARIACION MEDIA ANUAL			16.3 C
TEMPERATURA MAX. MEDIA		26.0 C	
TEMPERATURA MIN. MEDIA		-4.0 C	
TEMPERATURA MAX. ABSOLUTA			40.0 C
TEMPERATURA MIN. ABSOLUTA			-16.5 C
DEFICIT HIDRICO GLOBAL (S/THORNTHWAITE)		508.2 mm	

FUENTE: (*) HIDRONOR 1989 "Impacto Ambiental de Piedra del Aguila..." (5)

(**) U.N.C- Dpto Geografia 1985 (4)

- | | | |
|-------------------|---|--------------------------------------------|
| | (| - Mallín del Cañadón Cabezas |
| Piso de Valle | (| - Mallín del Arroyo La Teresa |
| | (| - Planicie Aluvial del Arroyo Sañicó |
| | (| - Laderas con procesos de Remoción en Masa |
| Zonas vinculantes | (| - Superficies pedemontanas |
| | (| - Taludes de detritos |

1.5 Hidrogeología

El área de estudios presenta un buen potencial geohidrológico, que supera la expectativa que genera la observancia de los parámetros hidrometeorológicos representativos del ciclo actual. Como respuesta a lo que constituye prácticamente un precepto de la disciplina, en una área de geología compleja y diversa, el recurso se encuentra en las formaciones más modernas, aunque en este caso con particularidades de interés.

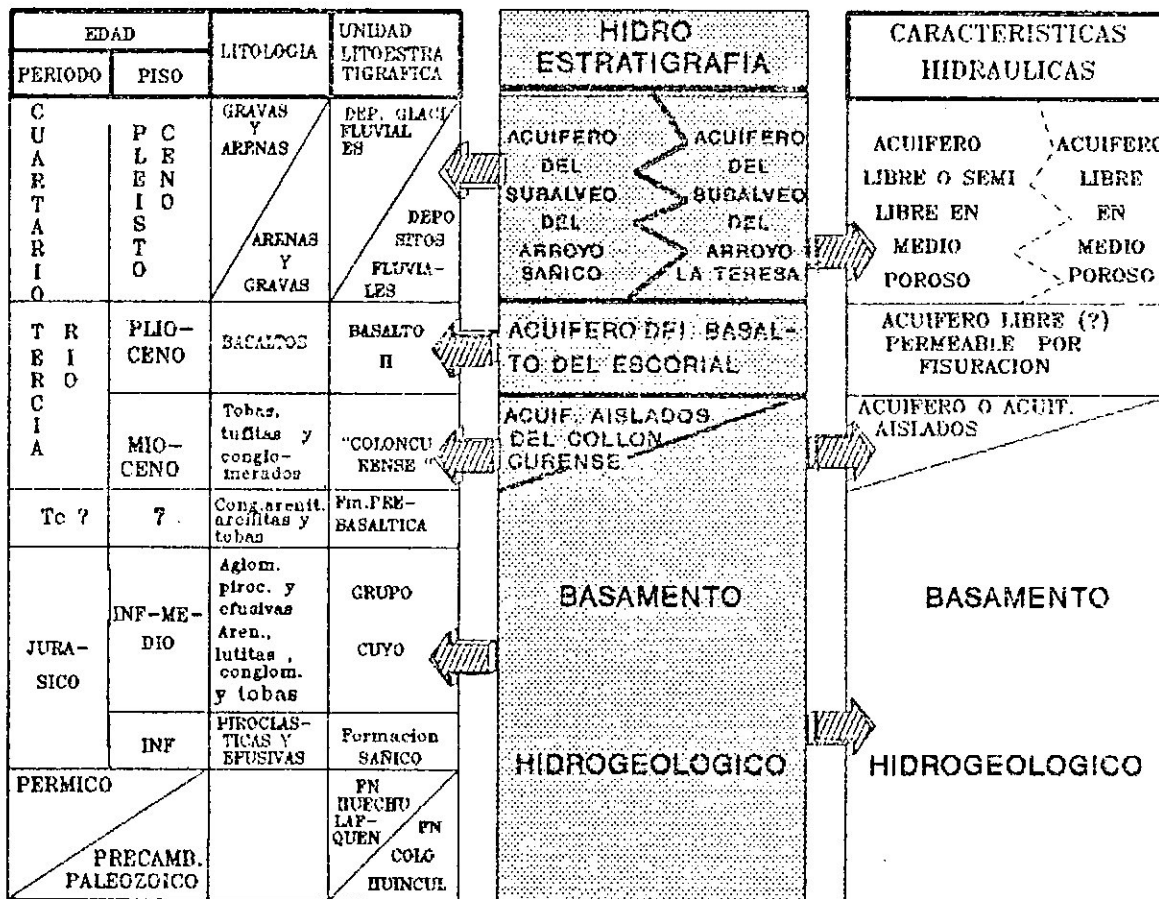
En el Gráfico N°13 puede visualizarse un intento de sistematización geohidrológica de la cuenca del Arroyo Sañicó. Algunas de estas unidades exceden este ámbito geográfico, por lo que por dificultades de agrupación no se ha abordado la máxima categoría sistemática, el sistema acuífero. Esto implica un grado de síntesis mayor que requiere el conocimiento de las relaciones hidráulicas y espaciales de estos acuíferos en el ámbito regional, incluyendo a cuencas vecinas en las que se desarrollan.

2.- DIAGNOSTICO DE LAS FUENTES

2.1 Identificación de las Fuentes

Fueron identificadas para su estudio aquellas que por antecedentes válidos de distinto tipo o por presunción geohidrológica en el caso que no

GRAFICO N 13
HIDROESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA DEL A SAÑICO



los hubiere, tuvieran posibilidades de aportar su oferta, tal que esta a abasteciera total o parcialmente la demanda del sistema.

Las dos fuentes que al segundo semestre de 1989 estaban aportando al sistema, ambas subterráneas, obviamente merecían su atención a fin de detectar su potencial remanente. Se trata del Manantial La Teresa y el Subálveo del Valle del A° La Teresa. El primero, es uno de los principales de los que en buen número surgen de las bardas o laderas contiguas a la formación geológica Basalto II, que franquea la localidad por el Norte. A los fines de su estudio como fuente, en conjunto serán denominados como "Manantiales del Escorial". El conjunto nucleará fuentes surgentes del acuífero de fisuras constituido por los basaltos en su posición original de yacencia (Manantial La Teresa y Manantial del Cañadón Cabezas) y otras provenientes de acuíferos aislados o colgados, sitios en las laderas y constituidos por materiales originados principalmente por procesos de remoción en masa, en los que bloques de basaltos derrumbados son su principal constituyente. (Manantiales del Cementerio, del Autódromo y del Montecito).

La inclusión como objeto de estudio del acuífero subyacente al valle del Arroyo Sañicó, respondió a indicios hidrogeológicos, geológicos y paleoclimáticos favorables. El E.P.A.S. había ejecutado en terrenos de Vialidad Provincial una perforación, la que no había sido ensayada en su respuesta hidráulica, pero la existencia de una capa acuífera de agua potable estaba documentada (18.14/29.7.87 según EPAS o PEE para el presente).

Las fuentes superficiales que debían estudiarse, eran obviamente el Río Limay y el Arroyo Sañicó. El punto de partida era distinto para ambas. El río Limay en gran medida debía ser estudiado por analogía, ya que su situación a corto plazo será la de lago-embalse de la represa de Pichi Picún Leufú. Por su parte, el Arroyo Sañicó, si bien no constituía en principio una fuente calificada, no se disponían de elementos objetivos (y cuantitativos) que posibilitaran su descarte.

En suma, las fuentes identificadas inicialmente para proveer el recurso fueron:

Fuentes Superficiales:

- 1) Río Limay - Lago Embalse Pichi Picún Leufú
- 2) Arroyo Sañicó

Fuentes Subterráneas:

3) Manantiales del Escorial:

- a) Manantial La Teresa
- b) Manantial del Cañadón Cabezas
- c) Manantial del Cementerio
- d) Manantial del Montecito

- 4) Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa
- 5) Acuífero del Subálveo del Arroyo Sañicó

2.2 Fuentes Superficiales

2.2.1 Río Limay

Esta fuente fue analizada bajo dos situaciones: la actual y la futura condición de embalse, en la que, según el cronograma oficial de la empresa Hidronor S.A., estará a partir de 1995.

El río Limay es el principal tributario del sistema hidrográfico del Negro. Su cuenca tiene una superficie de 56.185 km². Su potencial se debe exclusivamente a los aportes de precipitaciones acueas y níveas que son consecuencia de los vientos húmedos del Oeste, provenientes del anticiclón del Pacífico Sur. El área activa de la cuenca está restringida por el oriente a la confluencia con el Collón Curá; al Este, los aportes pueden cuantitativamente desestimarse.

El módulo del Limay es en Estación Paso Limay de 723,6 m³/seg. y en Estación Piedra del Aguila de aproximadamente 750 m³/seg. Su régimen hidrológico es compuesto, con dos picos de distinta génesis y morfología. Un máximo bien marcado en junio-julio determinado por precipitaciones pluvio-nivales y otro más atenuado, mesetiforme, ubicado en primavera (setiembre-noviembre), coincidente con el deshielo en los Andes Patagónicos.

Respecto a su aptitud como fuente, es preciso señalar su comportamiento referido a distintos aspectos referenciados a la altura de la confluencia Limay-Sañicó:

Hidrométrico: no se dispone de información relativa a su situación actual, regulado aguas arriba por las represas de Alicurá y Piedra del Aguila, lo cual va a estar sujeto obviamente a la operación de los embalses que desarrolle Hidronor S.A. Desde el punto de vista hidrométrico de su caracterización como fuente, deben preverse variaciones de nivel máximas del orden de 5-10 metros y niveles mínimos compatibles con su uso como fuente.

Químico: la calidad química global es óptima. El río incrementa su concentración salina a partir de su confluencia con el Collón Curá, la que determina una cantidad de sólidos disueltos totales del orden de 400 ppm, sin variación estacional marcada. Esto determina su condición de Hipohalino. Su composición iónica permite caracterizar sus aguas como bicarbonatadas cálcicas, blandas y neutras o levemente alcalinas.

Físico: su condición se presenta favorable, obedeciendo fundamentalmente a la presencia de los dos inmensos depósitos de sedimentación ubicados aguas arriba, las represas de Alicurá y Piedra del Aguila. Estos también regularían en gran medida su deterioro producto de crecientes extraordinarias.

Microbiológicos: óptimo en general, con el deterioro absolutamente local impuesto por el aporte del pequeño caudal del Sañicó, contaminado por descargas cloacales de la población.

Como conclusión, puede definirse al Río Limay como fuente Apta -observada- para el abastecimiento de agua potable. Su limitación se restringiría a eventos de baja frecuencia y corta duración, vinculados a fuertes crecientes. La prevención de estos fenómenos debiera conducir a neutralizar la variabilidad hidrométrica otorgando ductilidad y versatilidad a la toma. El deterioro de la condición física por un lapso que en principio podría aceptarse como superior a las 24 horas, obligaría al diseño de un sistema que previese capacidad de almacenamiento sobredimensionada o fuente alternativa.

2.2.1.1 Embalse Pichi Picún Leufú

Esta situación plantea algunos cambios respecto a la aptitud como fuente del río Limay. Son de naturaleza menor, pero implican situaciones de proyecto a considerar.

Hidrometría: situación cualitativamente superior a la actual. La variación máxima prevista en operación es de un metro (477-478 m.s.n.m.). La máxima crecida probable de proyecto es de 480,2 m.s.n.m.

Química: lo factible de predecir es en función de analogar su comportamiento con el observado en el embalse Ramos Mexía. (HIDRONOR, 1986 "Plan de Est. Ecológicos...") (6). Se prevé un incremento de la salinidad respecto al río del orden del 10-20%, con lo que el agua cruda del embalse contendrá en los primeros años una salinidad total de 450-500 ppm. Esta sufrirá un leve aumento con el tiempo producto de la evaporación y el intercambio con el sedimento inundado. Lo propio, producto de un mayor equilibrio con la atmósfera, ocurre con la alcalinidad y el pH. La composición iónica no variará.

Física: su situación cambiará. Tendrá seguramente atenuados los eventos críticos por crecidas, pero probablemente la condición media sufra un leve deterioro. Esa situación estará dada por la carga coloidal que los

vientos del cuadrante W-SW aportarán, favorecida por la orientación coincidente con el eje longitudinal del lago; esto será más ostensible en verano, pero de magnitud inferior respecto a El Chocón, dada la diferente conjunción geografía-clima respecto a la dirección predominante de los vientos. Como dato indirecto puede apuntarse la transparencia media observada en el lago Ramos Mexía: 3,3 metros, habiéndose detectado extremos de 0,8 y 6 metros, que revelan una variabilidad importante del parámetro.

Microbiología: la situación se resiente respecto del río. Deben preverse mayores inconvenientes con el foco aportado por el Sañicó, lo que implicará instalaciones de toma cuyo diseño y ubicación tengan especialmente en cuenta esta situación o un saneamiento total del curso antedicho.

En resumen, la calificación de la fuente lago-embalse Pichi Picún Leufú es Apta, con reservas.

2.2.2 Arroyo Sañicó

En función de su utilización como fuente de provisión de agua potable será evaluado bajo distintos aspectos, destacándose el alcance de prediagnóstico con la que se lo caracterizará hidrológicamente. Esto se debe a que no existían antecedentes hidrométricos, por lo que su análisis se realizó en base a la información generada en este estudio, según consta en I-2-2.

Como se ha generado información de diversa índole a lo largo del desarrollo del Arroyo Sañicó, en función del uso específico requerido, se hará referencia para su caracterización al comportamiento observado en las inmediaciones de la localidad, aguas arriba de ésta, donde podría radicarse por caso una planta potabilizadora.

El módulo del A° Sañicó es de aproximadamente 80 litros/seg. Su régimen es de carácter permanente recargado principalmente por flujo superficial y subsuperficial proveniente de los manantiales del Escorial. Su carácter

aluvional se manifiesta con picos relacionados con tormentas regionales o micro regionales que descargan precipitaciones acueas y/o níveas. En la última década se registraron episodios aluvionales de distinta magnitud en 1980, 82, 84 y 1990. El 12 de febrero de 1990 se produjo un fenómeno de gran magnitud que fue estudiado a partir de marcas de creciente (ver I-2-1). Se calculó para esa ocasión un caudal asociable al pico máximo de 200 m³/seg.

Una revisión de los principales parámetros para caracterizar su aptitud como fuente, arroja este detalle:

Hidrometría: aunque con reservas impuestas por la base de información, puede considerarse la disponibilidad de caudales como permanente. La variabilidad hidrométrica impuesta por los episodios aluvionales determina variaciones del orden de varios metros, que a la altura de la localidad llegan a 10 metros, respecto al pelo de aguas medias. Dado que la frecuencia observada para la última década es trianual, el carácter aluvional es una situación que condiciona absolutamente su viabilidad como fuente, por lo que hacer factible su aprovechamiento significa la corrección del torrente o apelar a diseños de planta que permitan derivar los caudales de crecientes extraordinarias.

Química: presenta aguas de media a elevada mineralización. Su salinidad total es variable espacial y estacionalmente. En el puente sobre la Ruta Nacional 237 el Residuo Seco medido osciló entre 906 y 1.125 ppm. Son Sulfatadas-Bicarbonatadas sódico-cálcicas, pudiendo invertirse la predominancia tanto del anión como del catión. No presenta variaciones estacionales de significación. Los valores más comprometidos corresponden a la Dureza, dado que siempre se excede el máximo tolerable. El Manganeseo excede los límites máximos en época invernal, bajando a tenores admisibles en verano. Hierro, Flúor y Sulfatos se encuentran en valores límites respecto a los máximos tolerables. (Ver Cuadro N°5)

Física: son aguas de aceptable condición en períodos normales. La turbidez osciló en el acceso a la localidad entre valores de 4 a 17 U.N.T., los

CUADRO N 5
 ARROYO SAÑICO
 Parámetros hidroquímicos críticos

PARAMETRO	VALORES EXTREMOS (p.p.m)		MAXIMO TOLERABLE (p.p.m) (◇)
	menor	mayor	
DUREZA	411	510	400
MANGANESO	0.10	0.10-0.23	0.1
FLUORUROS (F-)	1.9	2.1	2.0
HIERRO		0.20	0.20
SULFATOS (SO4=)	263	350	

(◇) SEGUN NORMAS PARA AGUAS DE BEBIDA (O.S.N.)

que al superar el máximo tolerable, hacen necesario su tratamiento.

Respecto a situaciones aluvionales, es obvio resaltar el deterioro absoluto de esta condición. Pero lo más importante a considerar es la duración y frecuencia de los fenómenos. De acuerdo a comunicación verbal de pobladores, la restitución de la condición previa demanda entre 24 y 72 horas. La frecuencia puede asumirse de acuerdo a lo expresado en este apartado, como trianual.

Microbiología: la condición es francamente deficitaria en la actualidad. La contaminación se acentúa al atravesar la localidad debido a descargas cloacales, basura y residuos de todo tipo que hoy se arrojan. Aguas arriba el riesgo de contaminación está dado por la carga animal de los campos de pastoreo de la Estancia Piedra del Aguila S.A., que atraviesa el curso.

En definitiva, se consideraron la suma de restricciones que imponen las cuatro condiciones expuestas y la fuente fue considerada INAPTA para el suministro de agua potable. Esto se determinó a nivel de preselección de las fuentes, no obstante lo cual se prolongaron las mediciones hidrométricas y determinaciones hidroquímicas hasta la finalización de los estudios geohidrológicos.

2.3 Aguas Subterráneas

2.3.1 Manantiales del Escorial

Como se señaló en 2.1, no tiene este agrupamiento identidad espacial ni hidrológica en sentido estricto, pero sí constituye una unidad de estudio muy concreta por su afinidad geohidrológica general e hidráulica en particular. De acuerdo a esto se la tratará globalmente en su diagnóstico como fuente, particularizando sólo la productividad de los distintos manantiales.

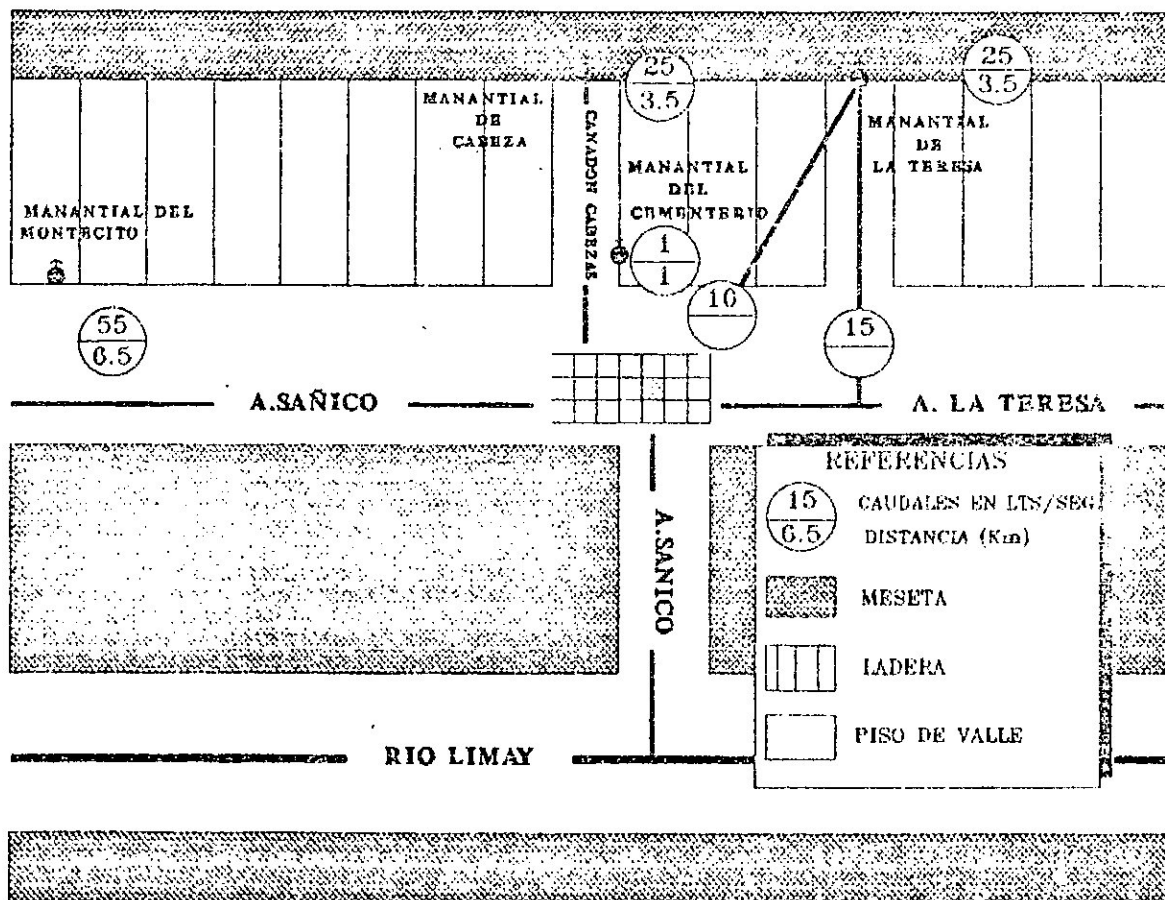
Aptitud física: óptima. No requiere ningún tipo de tratamiento. El Manantial La Teresa, captado para abastecimiento, no recibe ningún tipo de tratamiento y sus análisis demuestran que los parámetros Color y Turbidez se encuadran dentro de las normas.

Aptitud química: excelente en todos los casos. Existe una diferencia perceptible entre el agua proveniente del Acuífero de fisuras del Escorial y la de aquellos acuíferos aislados o colgados de la ladera. Las primeras son bicarbonatas cálcicas; las segundas, son más sódicas, siempre bicarbonatadas pero variando de calco-sódicas a sódicas. Son por naturaleza algo duras. En el Manantial La Teresa se han determinado valores comprendidos entre 119 y 125 ppm, siendo el rango para aguas duras de 100-200 ppm y el máximo tolerable de 400 ppm. No tienen en suma ninguna restricción ni variaciones estacionales significativas.

Microbiología: su condición es inmejorable si son captadas y aisladas de factores contaminantes en sus nacientes. Prueba de ello es que actualmente el manantial La Teresa surte al sistema sin desinfección mediante, aunque esto no sea prudente.

Caudales: los aportes son significativos. No pueden separarse los caudales erogados de la distancia manantial-localidad. En el Gráfico N°12 se presenta una visión esquemática de esta relación para aquellas fuentes de ma-

GRAFICO N 12
MANANTIALES DEL ESCORIAL--CAUDALES



yor relevancia por caudal y/o cercanía a Piedra del Aguila. Las cifras han sido redondeadas en ambos casos.

Cabe consignar una condición destacable de esta fuente, inherente a su carácter subterráneo. Es la escasa variabilidad de su producción, motivada por su naturaleza de sistema hídrico regulador de alcance plurianual. Esto no impide que puedan manifestarse pequeñas variaciones intraanuales, que de acuerdo a lo medido están comprendidas en un 10-20%.

Un cómputo aproximado con la finalidad de resaltar órdenes de magnitud, da cuenta de una productividad global de los manantiales del Escorial de 50 y 130 litros/seg., para radios de 3,5 y 7 km respecto a Piedra del Aguila.

El manantial La Teresa, fuente principal de abastecimiento del sistema de provisión hasta la fecha, fue monitoreado con mayor énfasis en su comportamiento hidrométrico e hidroquímico. De su comportamiento hidrométrico puede señalarse que:

- Existe un ligero desfase respecto a la partición por mitades de los caudales entre Municipio y la Estancia La Teresa. Con reservas propias del método de medición, puede estimarse que ese desfase es del 5-10% y en desmedro del Sistema.
- Los caudales máximos y mínimos aforados como aporte al sistema fueron de 11,7 y 10,8 litros/segundo. Ambos medidos en cisterna vieja de 200 m³ (C1). Se entiende que la variación anual es mayor, pero se carece de mediciones confiables de época invernal debido a que, ante la disminución del consumo, el aporte es regulado en la captación mediante válvula esclusa.
- El caudal de proyecto del Manantial La Teresa -porción Municipio- puede considerarse igual a 10 litros/segundo. Este caudal es sostenible en el período de diseño y se considera comprometido, sólo en parte, por un evento excepcional de recurrencia mayor a dicho período, como una sequía histórica.

En resumen cabe consignar la excelente aptitud de la fuente en general y del manantial La Teresa en particular. Los problemas para sumar aportes de aquella al sistema, radican en cuestiones económicas y dominiales. Ambas se relacionan biunívocamente con la distancia fuente-localidad y la propiedad de la tierra, respectivamente.

2.3.2 Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa

El acuífero así definido se desarrolla en el subsuelo del piso del valle amallinado que surca el arroyo La Teresa.

Su geometría sigue la planta del valle, con un ancho variable estimado a través de prospección geoelectrica, al que puede asignársele un valor medio de 300 metros; el espesor acuífero, en los lugares que fue reconocido en forma directa, fue de 10 a 15 metros. La longitud total es de aproximadamente 5.000 metros, desde sus nacientes hasta que confluye con el subálveo del Arroyo Sañicó.

Desde el punto de vista hidrogeológico, es un acuífero de permeabilidad originada por porosidad intergranular, conformado por sedimentos modernos pertenecientes al piso pleistoceno del período cuartario. Su génesis debe atribuirse al agente fluvial -y probablemente fluvioglacial- que con mayor energía que la actual, talló el valle homónimo y depositó los sedimentos que lo constituyen: arenas y gravas más o menos arcillosas.

El piso del acuífero lo constituyen sedimentos de distinta litología y edad. Evidencias geológicas de superficie permiten inferir que el hidroapoyo lo constituirían, además de las tobas e ignimbritas alteradas del Sañicolitense reconocidas en subsuelo, sedimentos del Colloncureense -básicamente tobas- y aún areniscas y limolitas de la formación Prebasáltica (Galli, C.A., 1969 "Hoja Geológica Piedra del Aguila", D.N.G.M.) (7)

El acuífero es recargado en forma local y directa por los manantiales surgentes del acuífero de fisuras del Escorial y obviamente por las precipita-

ciones, preferentemente acuañas, que recepta. Su descarga se da por evapotranspiración del área mallinosa siendo cuantitativamente significativa, así como por transfluencia al acuífero del subálveo del Sañicó. Los parámetros hidráulicos calculados indican transmisividades (T) de 250-350 metros/día, coeficientes de permeabilidad de 20-30 metros/día y coeficientes de almacenamiento de 4×10^{-2} . El acuífero es libre, aunque no se descarta localmente un comportamiento de semi-libre. Los niveles estáticos están muy cercanos a superficie, sufriendo importante oscilación estacional debido a las pérdidas estivales por evapotranspiración.

Respecto a su aptitud como fuente puede calificarse de acuerdo a los distintos parámetros, según este detalle:

Aptitud física: óptima como fuente, la respuesta como captación también debe serlo de no presentar problemas constructivos y/o de diseño. Las perforaciones PE3 y PE4 (ver Mapa N°1) del EPAS pertenecientes aún al sistema de provisión actual, presentan valores de color y turbidez totalmente admisibles.

Aptitud química: las aguas de este acuífero son bicarbonatadas sódicas, composición reveladora del intenso intercambio catiónico con el sedimento acuífero dado en su breve desarrollo, ya que preferentemente es recargado por aguas muy alcalino-térreas. Respecto a las normas de potabilidad de O.S.N. para aguas de bebida, puede decirse que:

- es muy dura; sus valores actuales son algo inferiores al máximo tolerable (400 ppm) y están comprendidos entre 347 y 385 ppm. Datos de 1986 indican que superaba levemente el límite máximo.
- supera el máximo tolerable de Manganeseo (0,10). Se determinaron entre 0,11 y 0,18 ppm.
- el Fluor es algo elevado. Se ubica entre 1,0 y 1,6 ppm.

Microbiología: la condición de libre del acuífero, la muy escasa profundi-

dad de su techo y la carga animal y humana que soporta, determinan una condición potencial de alta vulnerabilidad.

Caudales: en base al Coeficiente de Transmisibilidad (T) calculado para perforaciones totalmente penetrantes, 50% eficientes y correcto diseño, pueden obtenerse caudales característicos de 5 m³/h.m y una producción de 40 m³/hora (11,1 lt/seg.) por cada captación tipo en la zona central del valle. De todos modos, una explotación racional autosostenida no debe exceder un caudal total ubicado entre 5-10 lt/seg. que se estima es el orden de magnitud de la recarga total del acuífero. Vale consignar que actualmente las perforaciones PE3 y PE4 aportan al sistema algo más de 10 litros/segundo.

Como conclusión, debe señalarse la baja aptitud de la fuente desde el punto de vista químico, su alta vulnerabilidad a la contaminación bacteriana y su limitada capacidad de producción.

2.3.3 Acuífero del Subálveo del Arroyo Sañicó

Se localiza en el subsuelo del valle homónimo. Su génesis es fluvioglacial, como respuesta al derretimiento de casquetes continentales, como el ubicado seguramente en el macizo de Sañicó, 40 km al Oeste de Piedra del Aguila. Su origen data del Pleistoceno superior, en coincidencia con el retiro de los hielos.

Su geometría sigue en forma aproximada el piso de valle del colector y se extiende como ramificaciones al subsuelo de tributarios como los cañadones La Pintada, Los Chilenos, Los Pantanos y obviamente, el del Arroyo La Teresa. La longitud del área reconocida fue del orden de 10 kilómetros, comprendidos entre la localidad y el Mallín de los Cañadones. El ancho es variable entre 300 y 500 metros.

Desde el punto de vista hidroestratigráfico estricto, se trata en realidad

de un acuífero complejo conformado por un subacuífero superior de carácter libre a semi-libre, de escasa permeabilidad y un subacuífero inferior semi-libre a semi-confinado, altamente permeable, ambos con espesores del orden de 10 metros. El superior está formado por limos carbonáticos a veces muy cementados y se extiende desde el nivel freático ubicado entre -3 y -5 metros. En él se han determinado permeabilidades del orden de 5-15 metros/día y sus aguas son bicarbonatadas.

El acuífero inferior, objetivo de estudio, se ubica en jurisdicción de la localidad entre -13 y -23 metros y está conformado por arenas y gravas. En general presenta una porción superior arenosa y una inferior conformada por gravas con matrix arenosa. Se han calculado permeabilidades de 400 metros/día con transmisividades de 3.000-3.500 m²/día y coeficientes de almacenamiento de 1×10^{-2} . Los caudales característicos de ensayo son de 90-100 m³/h.m. Las aguas son bicarbonatas-sulfatadas sódicas con calcio-magnesio subordinados.

Desde el punto de vista de su caracterización como fuente, obviamente el interés se restringe al subacuífero inferior, el que puede caracterizarse de esta manera:

Aptitud física: es óptima cuando la captación tiene buen diseño, engravado y desarrollo.

Aptitud química: son aguas de "excesiva mineralización", según su clasificación formal. El Residuo Seco oscila en 800-900 ppm y el límite admitido para aguas de bebida es de 2.000 ppm, por lo que no presenta absolutamente ningún inconveniente en ese sentido. La atención debe colocarse en su Dureza que es alta (361-378 ppm) pero no alcanza el máximo tolerable (400 ppm) y el Fluor, que toma valores medio-altos (1,2-1,6 ppm), que no comprometen su potabilidad. Más lejos de constituirse en problema, debe señalarse a los Sulfatos (189-202 ppm), que rondan el límite aceptable. Como conclusión debe calificarse al agua como apta para consumo y de calidad media-baja.

Microbiología: dos factores influyen para que presente un muy bajo riesgo de contaminación, existiendo un buen manejo y desarrollo: su profundidad que coincide con la indicada como límite inferior de desarrollo de bacterias patógenas y la circunstancia de que subyace a un acuífero de muy baja permeabilidad. Debe resaltarse especialmente sin embargo, un ejemplo de mal manejo que se ha dado en la llamada Batería de Bombeo N°1 (BB1) en este estudio. Este pozo ha sido explotado por la Empresa IFICO en la construcción de la obra de 98 viviendas FONAVI. Por uso inadecuado se ha ingresado al acuífero aceites lubricantes y grasas, con el agravante de que es utilizado también para consumo humano.

Caudales: como se destacara anteriormente la alta permeabilidad del acuífero es factor determinante de su elevada producción específica. Lo importante es resaltar su potencial aprovechamiento en función de que este puede sostenerse mediante la recarga natural. Preliminarmente pueden manejarse cifras tales como 30 litros/segundo para el ingreso total por cabeceras y una recarga neta en el área de 20-30 litros/segundo. Ambos se explicitan como indicadores de potencial.

Como resumen, se señala la fuente acuífera inferior del subálveo del Arroyo Sañicó, como apta y sin contraindicaciones para ser utilizada en la provisión de agua potable a Piedra del Aguila, a pesar de su calidad química media-baja.

IV - SISTEMA DE PROVISION EXISTENTE

IV - SISTEMA DE PROVISION EXISTENTE

La descripción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable a Piedra del Aguila considerará dos situaciones: antes de la ejecución de la obra "Ampliación 2da. Etapa de la Red de Agua Potable", y después de su puesta en marcha. El proyecto y obra mencionado fue ejecutado por el Ente Provincial del Agua y Saneamiento de la Provincia del Neuquén (E.P.A.S.), por administración y contrato, respectivamente. A los fines de su descripción y diagnóstico estas situaciones se referenciarán como "hasta abril de 1991" y "situación actual".

1. SITUACION HASTA ABRIL '91

1.1 Descripción

El sistema "antes" de la Ampliación contaba con dos subsistemas que atendían con deficiencias las necesidades del servicio. (Ver Gráfico N°14)

El más importante concentraba la atención del 95% de la demanda -aproximadamente 60 manzanas-, utilizando el aporte de dos fuentes de agua subterránea: el Manantial La Teresa (M1) y el acuífero del subálveo del arroyo La Teresa.

El 5% restante, correspondiente a 4 manzanas ubicadas al suroeste de la localidad, recibía el aporte del Manantial del Cementerio (M5 del Mapa N°1).

En el Cuadro N°6 pueden observarse los componentes del Sistema, incluyendo fuentes e infraestructura.



1.1.1 Captación y Conducción

En virtud de que la descripción y caracterización de las fuentes fue agotada en el Capítulo III, no se repetirá en este punto. Servirán no obs-

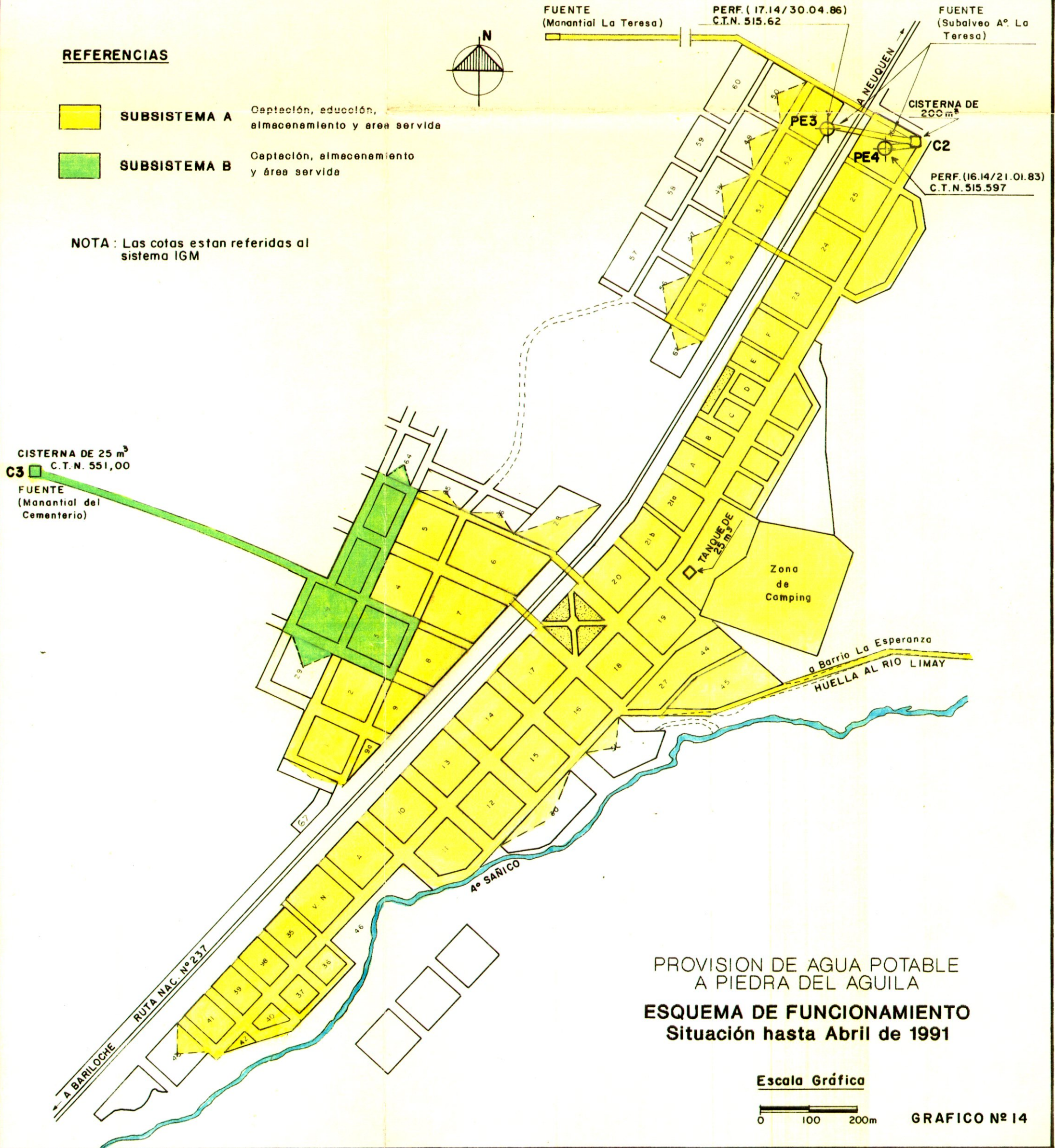
CUADRO N 6
SISTEMA DE PROVISION HASTA 1991

SUB-SISTEMA	FUENTE	INFRAESTRUCTURA			
		CAPTACION	ADUCCION	ALMACENAMIENTO	AREA SERVIDA
A	MANANTIAL LA TERESA	CAPT. CON MURO PARTIDOR	ACUEDUCTO PVC-C10 D 0,110 m	RESERVA 200 m ³	60 MANZANAS
	ACUIF. SUBALVEO ARROYO LA TERESA	PERF. PE3	H G DE D 0,076m	(C2)	
		PERF. PE4	H G DE D 0,076m		
B	MANANTIAL DEL CEMENTERIO	CAPTADO EN CISTERNA	PVC D 0,050 m	CISTERNA 26 m ³ (C3)	4 MANZANAS

REFERENCIAS

-  **SUBSISTEMA A** Captación, educación, almacenamiento y área servida
-  **SUBSISTEMA B** Captación, almacenamiento y área servida

NOTA : Las cotas están referidas al sistema IGM



tante como elemento ordenador de la exposición relativa a su captación y conducción.

a.- Manantial La Teresa (M1):

La fuente está ubicada 3,50 kilómetros al Norte de Piedra del Aguila en predio de la Estancia La Teresa, de la Empresa Sudestancia S.A.; tiene una cota de 630 metros (I.G.M.), lo que la ubica 90 metros por sobre la media de la planta urbana. El Caudal de diseño adoptado para esta fuente es de 10 litros/seg. La obra de toma capta el caudal erogado mediante un muro partididor ubicado en la posición media respecto al "ojo" en el que alumbra el flujo. Se intenta con este dividir el caudal en partes iguales de acuerdo a lo establecido por convenio entre Sudestancia S.A. y el Municipio de Piedra del Aguila. Un 50% se destina al uso interno de la estancia y el 50% restante se conduce por acueducto a la localidad, mediante aducción de D°=0110 m. de material PVC clase 10. En su desarrollo existen 2 tanques reguladores de presión ubicados a distintos niveles, con el objeto de permitir una hidráulica más racional en el escurrimiento.

b.- Manantial del Cementerio (M5):

Está ubicado a 800 metros del centro de la localidad, a una cota aproximada de 551,00 metros (I.G.M.). La captación no es visible y mediante cañería enterrada se la conduce a una cisterna (C3). El caudal medido en la entrada de cisterna es del orden de 1 litro/seg.

c.- Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa

Captación y conducción: es captado mediante 2 perforaciones ubicadas en las manzanas 26 y 51 de la planta urbana. Sus características se resumen en las fichas siguientes:

Perforación PE3 (17.14/30.04.86 del E.P.A.S.)

Ubicación	: manzana 51 de Piedra del Aguila
Cota	: 515,62 (I.G.M.)
Profundidad	: 16,00 metros

Diámetro del entubamiento: 10"
 Ubicación de los filtros : -5,60 a -8,60 y -11,60 a -12,60 metros
 Caudal Aforado : 22,35 m³/h = 6,20 litros/seg.
 Nivel Estático : -2,20 metros
 Caudal Característico : 4,2 m³/h.m
 Equipo Electrobomba : centrífuga sumergible marca CLEM de 20 HP

Perforación PE4 (16.14/21.01.83 del E.P.A.S.)

Ubicación : manzana 26
 Cota : 515,60 (I.G.M.)
 Profundidad : 17,46 metros
 Diámetro del entubamiento: 8"
 Ubicación de los filtros : -5,86 a -7,86 y -13,50 a -14,50 metros
 Caudal Aforado : 15,50 m³/hora = 4,30 litros/seg.
 Nivel Estático : -1,86 metros
 Caudal Carcterístico : 3,8 m³/h.m.
 Equipo Electrobomba : Centrífuga CAS-LUC de 7,5 HP

Ambas perforaciones se vinculan con la cisterna C2 mediante cañería de H°G° de D°=0,075 m.

1.1.2 Almacenamiento y distribución

d.- Reserva de 200 m³

La reserva principal (ubicada en la manzana 26) es una cisterna (C2) de planta cuadrada (10 x 10 m), emplazada en una lomada a cota aproximada en su base de 526,00 m (I.G.M.).

La cisterna está dividida en dos compartimientos interconectados, con un volumen del orden de 100 m³ cada uno. El ubicado al Oeste recibe el aporte del manantial La Teresa y de PE4. El orientado al Este es alimentado por la perforación PE3. La bajada a la distribución se efectúa por medio de dos cañerías, que tienen salida independiente de cada depósito, de diámetro 0,110 m de material PVC clase 4. En los primeros tramos corren paralelas a la Ruta Nacional N°237, para luego servir a zonas ubicadas a ambos lados de la ruta.

e.- Tanque Elevado de 25 m³

Existe un tanque elevado de 25 m³ de capacidad ubicado en la manzana 22. Este es alimentado desde la red en Lanín y Las Rocas, previéndose su funcionamiento como tanque de cola; su bajada se estima es de PVC de D^o=0,063 m y lo vincula a otro tramo de red abierta de 0,075 m que conduce el agua hasta el barrio La Esperanza, del que dista aproximadamente 900 m. Además, dentro del radio de su bajada, abastece al sector destinado a Campamento.

f.- Cisterna de 25 m³

La cisterna de 25 m³ (C3) que colecta el agua del manantial del Cementerio (M5), opera como tanque distribuidor de agua a las manzanas ubicadas al suroeste de la localidad; lo hace mediante una cañería de D^o=0,050 m, de PVC clase 6.

1.2 Funcionamiento

Como se mencionó en el apartado anterior el sistema estaba integrado por dos subsistemas, A y B, que aunque no se presentaban físicamente aislados funcionaban de hecho de ese modo, sobre todo en épocas de mayor consumo.

En el Subsistema A, parte casi excluyente del conjunto, el agua captada del Manantial La Teresa y conducida hasta la cisterna C2, de 200 m³, se mezclaba con la proveniente de las perforaciones PE3 y PE4. Se disponía así de abastecimiento por Fuente mixta, ambas de naturaleza subterránea. La cisterna C2 funcionaba como distribuidor-regulador en todo el subsistema, o sea, prácticamente en toda la red.

En el Subsistema B, el agua colectada en la cisterna C3 proveniente del Manantial del Cementerio es conducida a las manzanas 29, 62, 63 y 64 por la reserva que actúa como tanque distribuidor.

1.3 Diagnóstico

La situación del sistema a diciembre de 1989 puede discriminarse de acuer-

do a la respuesta a aquella demanda o a su posicionamiento respecto al período de diseño 1992-2011.

Respecto a la situación en aquel momento, debe destacarse que:

- Se midió un Gasto total del sistema equivalente a una dotación de 470 litros/día habitante, considerando una población (hipótesis máxima) de 2.500 habitantes para la fecha arriba referenciada.

- El problema manifestado en los períodos diciembre-febrero no eran provocados por insuficiencia de las fuentes ni de los volúmenes captados. Debían imputarse indiscriminadamente a las pérdidas en la red, derroche y riego, probablemente en ese orden.

- El Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa se observó como vulnerable a la contaminación en general y particularmente a la de origen orgánico, dada las actividades productivas que sobre el mallín se desarrollan. También se visualizó un elevado tenor en la concentración del ion Manganeso (Mn^{++}) cuyo efecto se atenuaba al mezclarse con la de óptima calidad del Manantial La Teresa.

- Se detectaron graves insuficiencias de la distribución en zonas alejadas o topográficamente elevadas, causadas por la altimetría relativa de la cisterna C2 respecto a la planta urbana. Esta situación se agravaba al norte de la Ruta Nacional N°237 y en el sector sudoeste de la localidad al sur de esta ruta.

- Se verificó como deficitaria la capacidad de almacenamiento del sistema (225 m³) para el gasto medido. No obstante, ante una demanda racional ese volumen hubiera resultado suficiente, aunque sin potencial remanente.

Considerando al sistema proyectado al período de diseño, sus falencias en los aspectos señalados obviamente se acrecentaban. A estos había que sumarle la insuficiencia de las fuentes, dado que:

- Se hacía recomendable reemplazar la fuente Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa, por lo anteriormente señalado.

- El Manantial La Teresa no tenía capacidad remanente, al menos en el marco del Convenio Sudestancia S.A.-Municipalidad.

2. SITUACION ACTUAL

2.1 Descripción

El sistema actual (después del 8 de abril de 1991) utiliza las fuentes e infraestructura existentes descritas en 1.1, en algunas ocasiones con modificaciones y/o ampliaciones que conforman la obra nueva. En este caso, aquellos componentes que no se mencionan en la descripción, siguen vigentes según lo indicado en 1.1. (Ver Gráficos N°s. 15 y 16)

2.1.1 Captación y conducción

a.- **Manantial La Teresa:** La fuente y la obra de toma no han sufrido modificaciones; la traza de la aducción se mantiene hasta la posición del tanque regulador de presión ubicado a mayor nivel. Esta se vincula con la reserva incorporada de 500 m³, por medio de una nueva traza de acueducto de D°=0,110 m de material PVC clase 10.


b.- **Manantial del Cementerio:** Sin modificaciones.

c.- **Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa:** Para esta nueva situación, el acuífero y las perforaciones quedan desafectadas en época invernal.

2.1.2 Almacenamiento y distribución

d.- **Reserva de 200 m³:** ya no recibe el aporte de M1, solamente el de PE3 y PE4. Modificaciones funcionales.

REFERENCIAS

 Area servida desde cisterna de 500 m³ (C1)

NOTA : Las cotas estan referidas al sistema IGM

CISTERNA DE 25 m³
C3  C.T.N. 551,00

FUENTE
(Manantial del Cementerio)

FUENTE
(Manantial La Teresa)

PERF. (17.14/30.04.86)
C.T.N. 515.62

FUENTE
(Subalveo A° La Teresa)

CISTERNA DE
200 m³

PERF. (16.14/21.01.83)
C.T.N. 515.597

CISTERNA DE 500 m³
COTA FUNC. 557.56
COTA FONDO 554.56
CTN 554.36

C1

TANQUE DE
25 m³

Zona
de
Camping

a Barrio La Esperanza
HUELLA AL RIO LIMAY

A° SAÑICO

RUTA NAC. Nº 237

PROVISION DE AGUA POTABLE
A PIEDRA DEL AGUILA

SITUACION ACTUAL
Esquema de Funcionamiento
en Temporada Invernal

Escala Gráfica

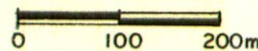
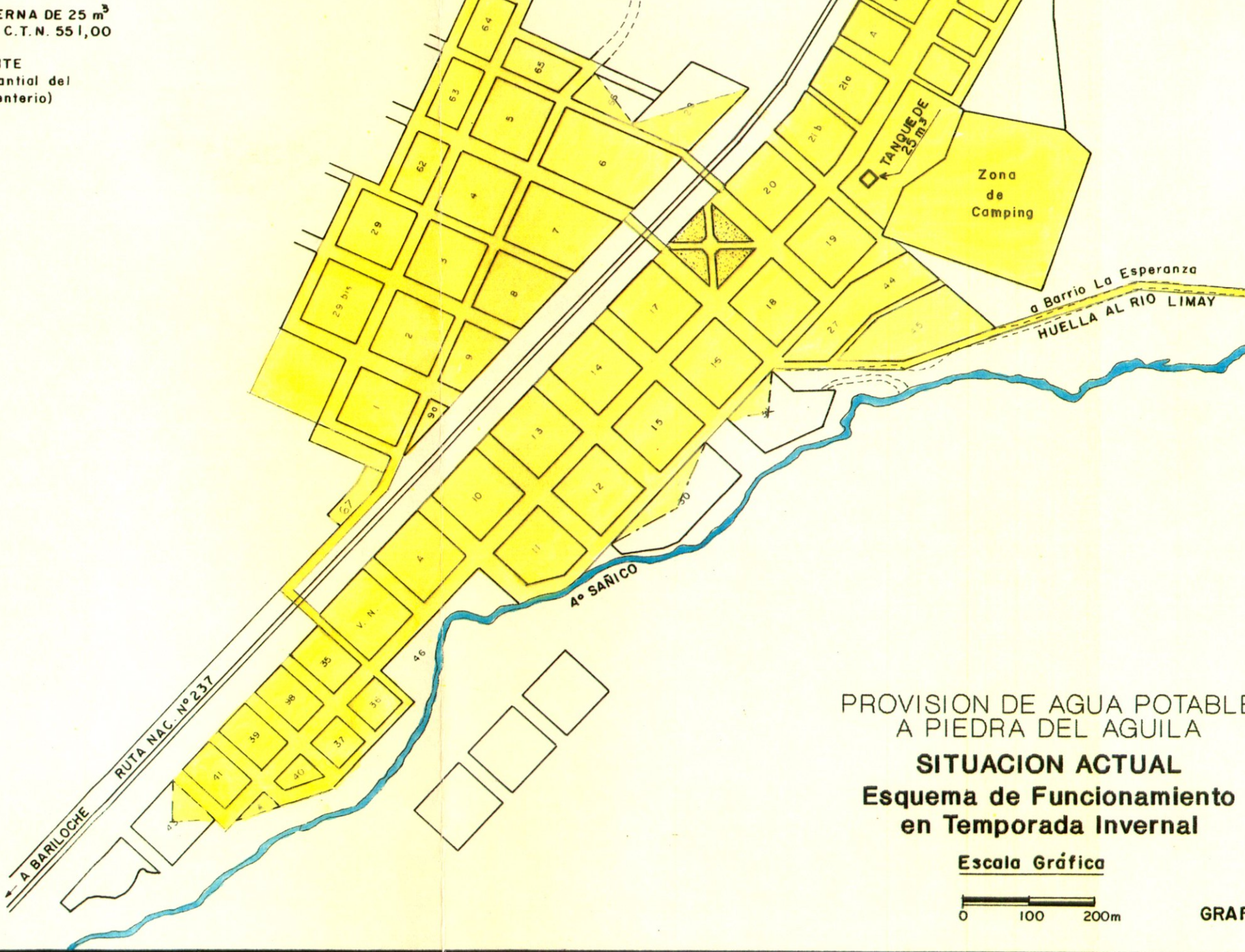
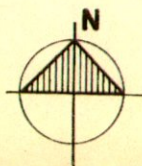




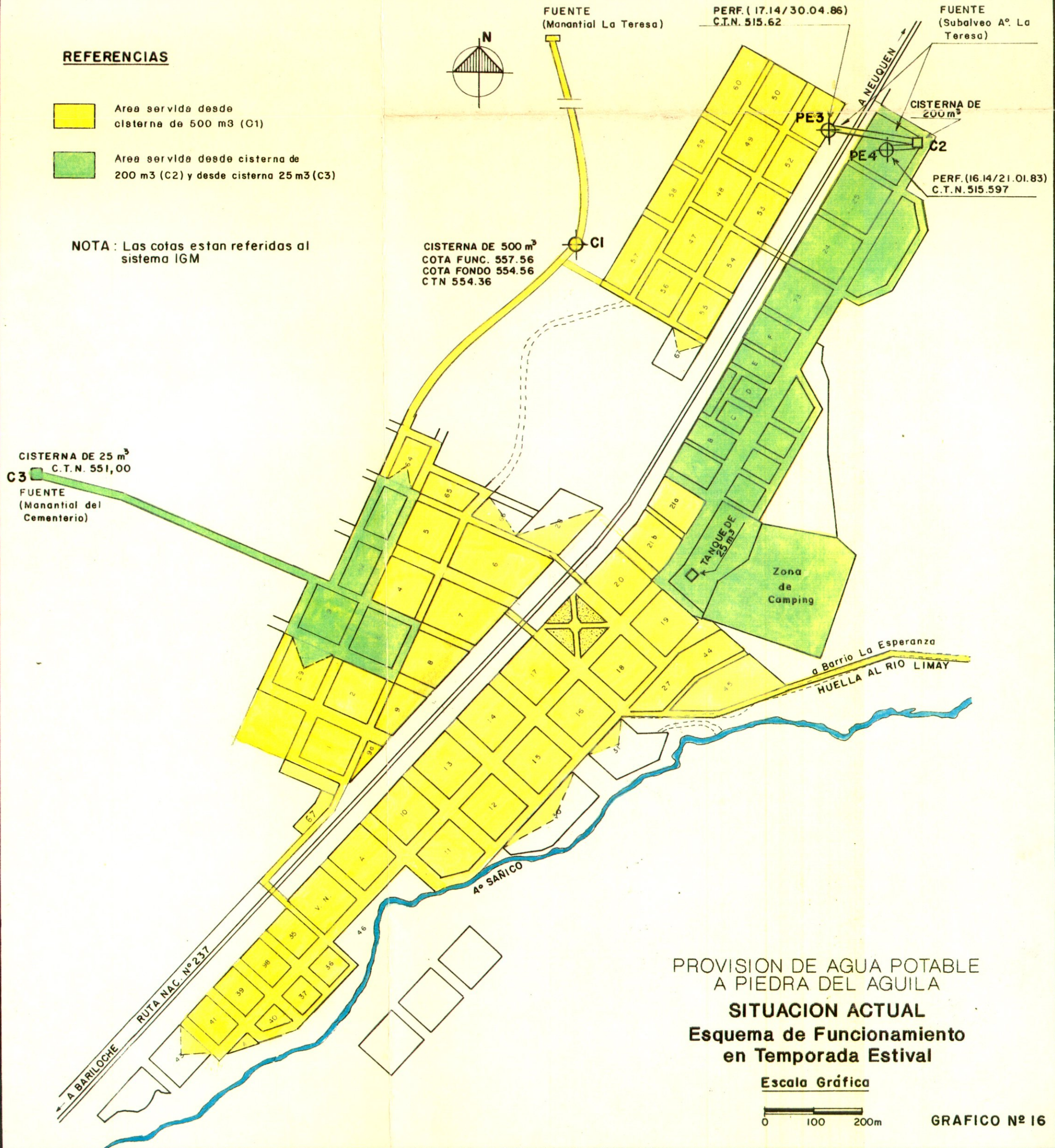
GRAFICO Nº 15



REFERENCIAS

-  Area servida desde cisterna de 500 m³ (C1)
-  Area servida desde cisterna de 200 m³ (C2) y desde cisterna 25 m³ (C3)

NOTA: Las cotas están referidas al sistema IGM



PROVISION DE AGUA POTABLE
A PIEDRA DEL AGUILA

SITUACION ACTUAL
Esquema de Funcionamiento
en Temporada Estival

Escala Gráfica

0 100 200m

GRAFICO Nº 16

e.- Tanque elevado de 25 m³: Sin modificaciones.

f.- Cisterna de 25 m³: Sin modificaciones.

g.- Reserva de 500 m³: Es una cisterna (C1) construida como obra nueva de H°A° apoyada sobre el terreno, de 15 m de diámetro y 3 m de tirante de funcionamiento. Está ubicada en una zona de topografía accidentada a una cota IGM de 554,36 m al suroeste de la manzana 57 del barrio de 50 viviendas del FONAVI.

La cota dominante señalada está por encima de la media de la localidad aproximadamente 38 metros. Está alimentada con el aporte del agua del manantial La Teresa, que utiliza el acueducto modificado. La bajada a la distribución se efectúa a través de una cañería de D°=0,200 m de material PVC clase 6.

h.- Red de distribución: Cuenta al presente con más de 19.000 m de cañerías de PVC de diámetro 0,200 m, 0,110 m, 0,075 m, 0,063 m y 0,050 m que sirven más de 70 manzanas.

2.2 Funcionamiento del sistema. Situación actual.

El sistema funciona a la fecha con las modificaciones y ampliaciones de la 2da. etapa de la red de agua ejecutada. La operación de la aducción desde el manantial a la cisterna de 500 m³ y la distribución a la red, exclusivamente desde esta reserva, ha sido prevista por el E.P.A.S. para épocas de bajo consumo, como ocurre en la actual temporada invernal.

Para situaciones extremas de máxima demanda, en el verano, la operatoria prevé efectuar la distribución zonificada por intermedio de la reactivación de la cisterna de 200 m³, alimentada por alguna de las perforaciones existentes al pie del tanque, PE3 o PE4.

Esta variante en la operación ha sido prevista para el caso de no contar antes de la temporada estival 1991-1992, con la obra emergente del presente Estudio de Fuentes e Identificación de Alternativa de solución técnica.

2.3 Diagnóstico del sistema. Situación actual.

Al igual que en el apartado 1.3 del presente Capítulo, la situación actual del sistema puede referirse a la actual demanda o a su capacidad de respuesta frente al período de diseño 1992-2011.

Al mes de junio de 1991, puede puntualizarse que se han corregido con la obra reciente, los problemas de falta de agua en las zonas críticas mencionadas en el apartado 1.3 de este Capítulo, así como se ha solucionado con creces el déficit de almacenamiento del sistema. El contar con el adicional de presión aportado por la nueva cisterna de 500 m³, C1, puede no obstante actuar negativamente en el balance oferta-demanda, al constituirse en factor potencial de aumento de las pérdidas en la red y del incremento del consumo.

Respecto a la situación del sistema con relación al período 1992-2011 en el que habrá de recibir la localidad un nuevo impacto demográfico como producto de la construcción de la represa de Pichi Picún Leufú, puede manifestarse que la Obra "Ampliación 2ª Etapa..." ha mejorado notablemente su posición. El "impacto Pichi" requerirá atender especialmente la reducción del gasto para llevarlo a valores racionales compatibles con los utilizados en este proyecto y al mismo tiempo, ampliar la oferta de las fuentes.

V - SELECCION DE ALTERNATIVAS

V - SELECCION DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO

1.- PLANTEO PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS

A raíz de la información requerida en junio de 1990 por la Subsecretaría del COPADE de la Provincia del Neuquén, se esbozó un planteo preliminar de alternativas de proyecto para el rediseño y ampliación del sistema de provisión de agua potable. El móvil del requerimiento provincial lo constituía por entonces conseguir la legalización de la Villa Temporaria de la represa de Pichi Picún Leufú en Piedra del Aguila, para lo cual se negociaba con HIDRONOR S.A.

La generación de alternativas preliminares de solución se nutrió del Estudio de la Población - Análisis Demográfico - 1ra. Etapa y de la Preselección de Fuentes - Prediagnóstico, partiendo de la Identificación del Problema. Con esta información básica se realizó una Preselección de Parámetros de Diseño, que permitió en esa instancia efectuar algunas especulaciones; éstas dieron origen al planteo de las alternativas que involucraban a la fuente superficial río Limay, en su futuro carácter de Lago Embalse Pichi Picún Leufú y a las fuentes subterráneas, a través de captación de manantiales y perforaciones de los acuíferos del Escorial y los subálveos de los arroyos Sañico y La Teresa.

1.1 Información Base utilizada

Los elementos centrales que a ese momento se contaban como base de información eran el Censo de Población y Vivienda ordenado por HIDRONOR en 1985 (3), el Censo de Vivienda (E.P.A.S., 1988), la medición del Gasto Total y de la oferta de las fuentes (CFI, aforo del 4/12/89) y la información general y temática específica que se llevaba relevada. Con el conocimiento que entonces se tenía sobre el potencial subterráneo, se especulaba podía abastecerse una demanda de 7.000 habitantes; una hipótesis que superara en el período esta cifra podía justificar el uso de fuente superficial por

lo que a los fines de su planteo la hipótesis consideró un máximo de 10.000 habitantes.

Los datos que se utilizaron en el planteo de las alternativas fueron:

Población inicial	:	2.500 habitantes (estimada)	
Población máx.período - Hip.1	:	7.000 habitantes (para fuente subterránea)	
Población máx.período - Hip.2	:	10.000 habitantes (para fuente superficial)	
Dotación media	:	300 lts/hab.día (Adoptada; no incluye pérdidas)	
Consumo medio	:	48,86 m3/hora	(Aforo 4/12/89)
Consumo pico	:	80,00 m3/hora	(Calculado)
Oferta verano (*)	:	65,00 m3/hora	(Aporte del Manantial La Teresa y la PE3)
Oferta resto del año (*)	:	65,00 a 80,00 m3/hora	(Aporte del Manantial La Teresa y la PE4)

(*) La diferencia radica en que en verano se acentúan los problemas de funcionamiento de PE4 por ser operada con insuficiente profundidad de aspiración.

1.2 Alternativa con fuente subterránea Mixta

Consistía en captar todo el potencial subterráneo que a ese momento se consideraba compatible con un aprovechamiento sostenible. A su vez, el planeamiento de las captaciones se realizaba con las limitaciones propias del avance de la investigación. La fundamental consistía en el desconocimiento hidráulico del Acuífero del subálveo del Arroyo Sañicó, por lo que se asimilaba su respuesta a la del subálveo del Arroyo La Teresa.

Dar abasto a una demanda de hasta 7.000 habitantes suponía, además de mantener las fuentes Manantial La Teresa y las perforaciones PE3 y PE4, habilitar la perforación PE1 que capta el acuífero del subálveo del Arroyo La Teresa y 4 perforaciones en el correspondiente al del Arroyo Sañicó, para las que se estimaba un rendimiento de 20 m3/hora.

1.3 Alternativa con fuente superficial

La idea proyecto de captar el agua del río Limay, en un sitio adecuado del futuro lago embalse de la obra hidroeléctrica Pichi Picún Leufú, potabilizarla y conducirla por acueducto a presión hasta la posición de la reserva de 500 m³, surgió de tomar en cuenta aquellas situaciones de proyecto que superaban la cobertura otorgada por la solución con fuente subterránea, la que en un primer análisis, aparecía como más accesible y ciertamente, requiriendo menor inversión inicial.

Las situaciones mencionadas respondían a:

- Hipótesis de crecimiento demográfico que proyectadas al fin del período de diseño, indicaban para Piedra del Aguila una población de aproximadamente 13.000 habitantes. (COPADE, 84; Hipótesis III, pág.29) (1).

- Posibilidad cierta y aún sin definición en ese momento, de una explosión demográfica de magnitud por la radicación en el Ejido Municipal de la totalidad del personal vinculado a la construcción de la represa de Pichi Picún Leufú. Esto hacía más verosímil la Hipótesis III de COPADE. (1)

- La que entonces se entendía como limitada oferta de la fuente subterránea, que se calculaba podía abastecer una demanda del orden de 7.000 habitantes.

- Las dificultades de índole jurídico-económicas e incluso políticas, que suponían la situación dominial de algunas fuentes subterráneas que pretendían ser captadas.

Estos condicionantes de la alternativa subterránea fortalecían la solución con fuente superficial ya referida, a pesar de la elevada inversión que demandaba y algunas situaciones de proyecto no muy acotables, como las variaciones hidrométricas y el vertido de desechos cloacales no tratados, a las que se hiciera referencia al caracterizar la fuente (Cap. III - 2-2-1).

La ficha técnica de la idea proyecto apenas desarrollada, daba cuenta de:

- Planta Potabilizadora para un Q_{max} . diario de 162 m³/h, con estación elevadora de Q_{bombeo} de 250 m³/hora.

- Acueducto a presión de $D^{\circ}=0,300$ m de A[°]C[°] C10 para salvar una altura de elevación, incluidas las pérdidas de carga por fricción, de aproximadamente 83 metros; incluía sistema antiarriete para una longitud de 4.300 metros hasta cisterna de 500 m³.

La conclusión de la etapa de generación de información primaria puso de manifiesto las características de excepción del Acuífero del Subálveo del Arroyo Sañicó y fue determinante para la posterior selección de las fuentes y alternativa de proyecto, siendo la presente descartada.

2. PLANTEO DEFINITIVO DE ALTERNATIVAS

Esta instancia contó con la resolución técnica a nivel de diagnóstico, de los soportes más importantes del proyecto: los estudios de población y fuentes. El primero permitió conocer dos horizontes fundamentales para el diseño: el pico demográfico producido por el "impacto Pichi" y el eventual, según hipótesis de máxima, del final del período, el año 2011. La Selección de las fuentes determinó la utilización de fuentes subterráneas que, con distintos índices de calidad y cantidad, aportaron a una solución de fuente mixta con mezcla de aguas crudas.

En este apartado se expondrá la resultante de los estudios básicos que posibilitaron la toma de decisión para la selección de las fuentes y los que fundamentaron el ajuste de los parámetros de diseño. El estudio de población fue desarrollado íntegramente en el Capítulo II, por lo que sólo se transcribirán los datos de la población que permitieron calcular los caudales de diseño.

2.1 Selección de las Fuentes

El proceso de selección de las fuentes tiene dos etapas, cuyos objetivos en sí, explican el proceso de decisión. La primera es el posicionamiento de las fuentes ante los requerimientos de calidad y cantidad que demanda el sistema. La calidad está regida por las normas de agua para bebida de Obras Sanitarias de la Nación, en tanto la cantidad se relaciona con la demanda máxima del período de diseño, a la que las fuentes individual o conjuntamente deben dar respuesta. De estas aptitudes se requiere su permanencia en el tiempo. A la segunda etapa acceden las fuentes igualmente posicionadas ante el requerimiento de aptitud, ya sea por su condición natural o mediante corrección ingenieril. En estas condiciones se realiza su evaluación económica, que como se ve, involucra no sólo la fuente sino por lo general, la ingeniería de su captación y conducción. Se resalta la naturaleza iterativa del proceso y la vigencia del cotejo económico, aunque aparezca implícito dada la obviedad de su resultado, como en este estudio.

Surgieron en esta instancia aptitudes diferenciales que permitieron establecer un posicionamiento, según este orden: 1) Manantial La Teresa del Acuífero del Escorial; 2) Lago-Embalse Pichi Picún Leufú y Acuífero del Subálveo del Arroyo Sañicó; 3) Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa. Las situaciones más claras fueron obviamente las extremas. Dada su excelente aptitud y condición de fuente actual, el Manantial La Teresa fue en principio seleccionado, a la vez que era desechado el Acuífero del subálveo del Arroyo La Teresa.

El Lago-Embalse y el subálveo del Arroyo Sañicó oponían aptitudes diferenciales, pero una resultante similar de fuente apta con algunas reservas. Mejor aptitud química contra ventajas comparativas en la calidad física y microbiológica (potencial), respectivamente, eran lo más distintivo entre ambas. Se ingresó en la segunda etapa, donde desnivele la evaluación económica, aunque implícita. Al agua subterránea naturalmente potable desde el punto de vista físico-químico y con una longitud poco significativa de conducción, se opone un agua captada mediante obra de toma de diseño espe-

cial, que requiere tratamiento físico ; supone una conducción a presión impulsada por dos etapas de bombeo, del orden de 4.000 metros. Esta vez la alternativa con fuente subterránea no tenía un "techo" como en el planteo preliminar, por lo que obviamente el subálveo del Arroyo Sañicó resultó seleccionado.

Ante la evidencia de contarse con dos fuentes de aptitudes prácticamente complementarias, surgió rápidamente la decisión de montar el proyecto de ingeniería sobre éstas y en función de optimizar en calidad y cantidad el producto final, la de promover su mezcla.

2.2 Parámetros de Diseño

En respuesta a los que se prevén como momentos clave del período de diseño, se valorizan los parámetros en coincidencia con ellos. Estos se identifican convencionalmente con los años 0, 1, 10 y 20 del período y con el máximo demográfico asociado al impacto de la represa de Pichi Picún Leufú y la emigración subsecuente, los años 6 y 7 de la veintena.

2.2.1 Datos de la Población

Según datos aportados por el estudio definitivo de la población (Capítulo II - apart.2) para los distintos períodos de diseño considerados se tiene:

Población actual (Censo 1991)

$P_0 = 2.835$ habitantes

Población inicial de proyecto (1992)

$P_1 = 3.244$ habitantes

Población año de finalización de la presa Pichi Picún Leufú (1997)

$P_6 = 6.362$ habitantes

Población año Post Emprendimiento (1998)

$P_7 = 5.608$ habitantes

Población a los 10 años (2001)

$P_{10} = 6.218$ habitantes

Población a los 20 años (2011)

$P_{20} = 8.771$ habitantes

2.2.2. Estudio de la Dotación

Dotación Inicial: como se mencionara anteriormente (apartados I-2-2 y IV-1-3), se intentó conocer la Dotación de agua potable aforando el consumo en la reserva C2, de 200 m³, el día 4/12/89. La medición se realizó intentando cubrir períodos coincidentes con supuestos máximos y mínimos. Los resultados hallados pueden visualizarse en el Cuadro N°7.

Considerando el promedio aforado y una población de 2.500 habitantes (ver IV-1-3) en crecimiento sostenido, se calculó una Dotación inicial media de:

$$d_{im} = \frac{Q_{im}}{P_i} = \frac{48,86 \text{ m}^3/\text{h}}{2.500 \text{ hab}}$$

$$= 470 \frac{\text{lt}}{\text{hab.día}}$$

El análisis de este valor debe, en primer lugar, relacionar lo medido con la condición climática de ese día. Esta se sitúa mucho más próxima a la condición termométrica media anual (11,7°C), que a la de esa época del año (16-17°C); por otra parte, debe tenerse en cuenta la tendencia estacional del consumo. Por lo expresado, puede considerarse que el gasto medio anual de diciembre de 1989 expresado en términos de dotación, no era inferior a 400 lt/habitante.día. No habiéndose detectado ese día prácticas de riego domiciliario y suponiéndose, salvo la apuntada tendencia, un bajo consumo en relación con la época, se presupone con alto grado de certeza que existen pérdidas importantes en la red de distribución.

Esta conclusión fue posteriormente corroborada por técnicos de la Municipalidad de Piedra del Aguila y ratificada para el funcionamiento actual. Este prevé la distribución desde la reserva de 500 m³ funcionando llena a una cota de 556,56 m (IGM) dando lugar, fundamentalmente en zonas bajas de la localidad, a piezométricas importantes que producen no solamente roturas en las cañerías, sino también pérdidas en las juntas y un elevado derroche domiciliario por desperfectos en las instalaciones internas (fuente: comunicación verbal Municipalidad Piedra del Aguila).

CUADRO N 7
SISTEMA DE PROVISION HASTA 1991

AFORO DEL GASTO

FECHA : 4 Diciembre 1989

TEMPERATURAS

Máxima : 18.0 C

Media : 12.5 C

Minimo : 7.0 C

<u>Hora</u>	<u>Caudal (m3/hora)</u>
7.30 - 8.30	80.52
13.00 - 14.00	67.23
20.30 - 21.30	41.90
23.00 - 24.00	45.78

MEDIA
ARITMETICA 48.86

De acuerdo al análisis efectuado y teniendo en cuenta aspectos específicos como el ritmo de crecimiento demográfico y aún las pautas de desenvolvimiento, se estima compatible fijar una Dotación Inicial Media para el período de diseño 1922-2011 de 250 litros/habitante.día.

Dotación Futura: Para su fijación se consideró, en primer lugar, el impacto de la construcción de la represa de Pichi Picún Leufú. Por otra parte se tuvo en cuenta la muy probable construcción inmediata (2º semestre '91) y con fondos propios del E.P.A.S. de la obra indicada para el año "0" de este proyecto; esto dio lugar a que se contemplara a futuro, además del uso sanitario, el riego doméstico de huertas y jardines.

Las Dotaciones que a continuación se consignan no prevén absorber los caudales generados por derroches y fundamentalmente por pérdidas en la red, las que deberán ser detectadas y eliminadas previo a la puesta en marcha de las obras que se proponen.

Dotación en el año 1992

$$\delta_{(1)} = 250 \text{ lts/hab.día}$$

Dotación en el año 1997 (fecha de terminación esperada de

la presa Pichi Picún Leufú, ver Estudio de la Población 2.2.1)

$$\delta_{(6)} = 285 \text{ lts/hab.día}$$

Dotación en el año 2001

$$\delta_{(10)} = 300 \text{ lts/hab.día}$$

Dotación en el año 2011

$$\delta_{(20)} = 320 \text{ lts/hab.día}$$

2.2.3 Coeficientes de Consumo

Los diagramas de consumo varían según las localidades. Están en relación directa con el tipo de ciudad: si es industrial, residencial o comercial; si tiene medidores, algún tipo de control de gastos o tanques domiciliarios; si posee o no deságües cloacales y fundamentalmente, el clima. En el estudio para Piedra del Aguila, se ha contemplado, además de las condi-

ciones señaladas, los factores concurrentes que han otorgado una mecánica propia a la población.

El aforo del 4/12/89 (Cuadro N°7) mostró además de un elevado consumo, un marcado achatamiento entre la media calculada y los picos medidos. Independientemente de la representatividad del muestreo, que se consideró aceptable por cantidad, duración y condiciones de realización de los aforos, puede inferirse que:

- El achatamiento responde a las pautas de desenvolvimiento de la población (Cap. II-3), por las que se verifica una no simultaneidad en el consumo. Estas, como se refiriera en ese apartado, se han acentuado con posterioridad al aforo, influidas por las tareas previas de la construcción de la represa de Pichi Picún Leufú.

- La escasa variación observada entre la media y los picos está influida por consumos permanentes como los derivados de pérdidas en la red, que determinan un "back-ground" sobre el que recién se dibujan los consumos domiciliarios realmente computables.

Los coeficientes que se indican a continuación intentan representar la situación planteada fundamentalmente en los 10 primeros años (1992-2001), donde la influencia de los impactos tienen máxima incidencia.

$\alpha_1 = 1.3$ permite pasar del caudal medio al caudal máximo diario.

$\alpha_2 = 1.4$ permite pasar del caudal máximo diario al caudal máximo horario.

2.2.4 Cálculo de caudales

- Caudales medios

Para el año 1 (1992)

$$Q_{m_1} = P_1 \cdot \hat{\alpha}_1 = 3.244 \text{ hab} \times 250 \text{ lt/hab.día} =$$

$$Q_{m_1} = 9,40 \text{ lt/seg} = 33,80 \text{ m}^3/\text{h}$$



Para el año 6 (1997)

$$Q_{m_6} = P_6 \cdot d_6 = 6.362 \text{ hab} \times 286 \text{ lt/hab.día} =$$

$$Q_{m_6} = 21,00 \text{ lt/seg} = 75,60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el año 10 (2001)

$$Q_{m_{10}} = P_{10} \cdot d_{10} = 6.218 \text{ hab} \times 300 \text{ lt/hab.día}$$

$$Q_{m_{10}} = 21,60 \text{ lt/seg} = 77,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el año (2011)

$$Q_{m_{20}} = P_{20} \cdot d_{20} = 8.771 \text{ hab} \times 320 \text{ lt/hab.día} =$$

$$Q_{m_{20}} = 32,50 \text{ lt/seg} = 117,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Caudales máximos diarios

Para el año 1 (1992)

$$Q_{\text{max.d}_1} = Q_{m_1} \times \alpha_1 = 9,4 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \times 1,3 = 12,20 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 43,90 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Para el año 6 (1997)

$$Q_{\text{max.d}_6} = Q_{m_6} \times \alpha_1 = 21,00 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \times 1,3 = 27,30 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 98,30 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Para el año 10 (2001)

$$Q_{\text{max.d}_{10}} = Q_{m_{10}} \times \alpha_1 = 21,60 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \times 1,3 = 28,00 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 100,80 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Para el año 20 (2011)

$$Q_{\text{max.d}_{20}} = Q_{m_{20}} \times \alpha_1 = 32,50 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \times 1,3 = 42,25 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 152,10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- Caudales máximos horarios

Para el año 1 (1992)

$$Q_{\text{max.h}_1} = Q_{\text{max.d}_1} \times \alpha_2 = 12,2 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \times 1,4 = 17,08 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 61,50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Para el año 6 (1997)

$$Q_{\text{max.h}_6} = Q_{\text{max.d}_6} \times \alpha_2 = 27,30 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \times 1,4 = 38,22 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 137,60 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Para el año 10 (2001)

$$Q_{\text{max.h}_{10}} = Q_{\text{max.d}_{10}} \times \alpha_2 = 28,00 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \times 1,4 = 39,20 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 141,10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Para el año 20 (2011)

$$Q_{\text{max.h}_{20}} = Q_{\text{max.d}_{20}} \times \alpha_2 = 42,25 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \times 1,4 = 59,15 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 212,90 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

2.2.5 Determinación del volumen de Almacenamiento

Para asegurar la continuidad en el servicio de agua potable es necesario prever la instalación de depósitos de reserva de agua potable, cuya capacidad debe estar adecuada a la seguridad de las distintas etapas de las instalaciones.

Para este caso se considerará en el volumen de almacenamiento los siguientes factores:

- Probables detenciones del equipo de impulsión de las perforaciones o problemas en la fuente.
- Volumen adicional para incendios.

En base a estas consideraciones puede establecerse en general una reserva mínima equivalente al consumo de la población durante 6 horas (Normas COFAPyS).

Cálculo del volumen total de reserva futura:

Volumen diario (2011) = 2.806,72 m³/día

Permanencia P = 6 horas

El volumen de reserva futuro en el año 2011 será:

$$V_{R(2011)} = 701,5 \text{ m}^3$$

Se adopta $V_{R(2011)} = 700 \text{ m}^3$

Volumen de reserva inicial (año 1992):

V_d = 811,2 m³/día

P = 6 hs

$$V_{R(1992)} = 202,8 \text{ m}^3$$

Se adopta $V_{R(1992)} = 200 \text{ m}^3$

Volumen de reserva año 1997

$$V_d = 1.814,4 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$P = 6 \text{ hs}$$

$$V_{R(1997)} = 453,6 \text{ m}^3$$

$$\text{Se adopta } V_{R(1997)} = 500 \text{ m}^3$$

Conclusión: Considerando la cisterna nueva de 500 m³ y la cisterna antigua de 200 m³, el volumen total de almacenamiento es de 700 m³, por lo tanto, se puede observar que el sistema ya posee en su faz inicial la capacidad de almacenamiento requerida para el fin del período de diseño (año 2011).

VI - IDENTIFICACION DE PROYECTO DEL
FUTURO SISTEMA.

VI. IDENTIFICACION DE PROYECTO DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

1 - PAUTAS FUNDAMENTALES DE DISEÑO

La alternativa propone la solución integral al suministro de agua potable de la población para el período de diseño 1992-2011, a partir de pautas fundamentales que a continuación se exponen:

- El énfasis del proyecto de rediseño y ampliación del sistema estuvo centrado en proponer la alternativa de mayor ductilidad y a la vez, lograr el mayor ajuste posible en el dimensionamiento enfocado al horizonte 1997 -o al año que correspondiere al "pico Pichi"--.

- Respecto a la situación actual, se prevé en este proyecto reemplazar la fuente Acuífero del Subálveo del Arroyo La Teresa por el Acuífero del Subálveo del Arroyo Sañicó, dada su vulnerabilidad a la contaminación. Se mantiene como fuente el Manantial La Teresa.

- La calidad y cantidad de agua requerida estará aportada diferencial y complementariamente por las fuentes. De ahí la necesidad, para no resignar calidad, de la mezcla de aguas. En todo momento, salvo determinadas emergencias, el agua potable consumida será de fuente mixta.

- El funcionamiento del sistema se simplificará y aumentará su integración, al contar con un único elemento regulador-distribuidor y desahectarse el subsistema B, alimentado por el Manantial del Cementerio.

- El proyecto no prevé adicionar al sistema capacidad de almacenamiento durante el período de diseño.

- El sistema dispone de seguridad en el suministro. Esto se basa en:

- . abastecimiento de agua por fuente mixta.
- . captación y conducción mediante fuente de energía mixta (gravedad - energía eléctrica).
- . dispone de dos Depósitos de Reserva.
- . consta de reservas remanentes para emergencias en todo el período; 500 m³ en el año 1.
- . cuenta con una tercera fuente para emergencias.

2 - DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

2.1 Funcionamiento Normal

El sistema prevé rescatar casi en su totalidad la infraestructura existente. Respecto a la situación actual (Apart. IV - 2.1), las modificaciones previstas pueden visualizarse en el Gráfico N°17 y son:

Obra a construir

- Perforación de explotación (PA1) orientada a captar el Acuífero del Subálveo del Arroyo Sañicó.
- Aducción de D° 0,250 m desde PA1 hasta Cisterna de 500 m³.

Obra a desafectar

- Perforaciones PE3 y PE4, que captan el Acuífero del subálveo del Arroyo La Teresa.
- Obra de toma y Cisterna de 25 m³ (C3), que captan el Manantial del Cementerio.

FUENTE
(Manantial La Teresa)



REFERENCIAS

- Obra existente y área servida
- Obra existente desafectada
- Obra propuesta

NOTA : Las cotas están referidas al sistema IGM

CISTERNA DE 500 m³
COTA FUNC. 557.56
COTA FONDO 554.56
CTN 554.36

CI

PE3

CISTERNA DE 25 m³
C.T.N. 551,00

C3

FUENTE
(Manantial del
Cementerio)

TANQUE DE
25 m³
Zona de
Camping

QB = 116 m³/h
D₂ = 0,250m ACC7
L = 2.000 m

A^o SAÑICO

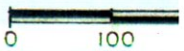
A BARILOCHE
RUTA NAC. Nº 237

PAI

FUENTE
(Subalveo A^o Sañico)
PERF. EXP.
C.T.N. 508.00

PROVISION DE AGUA P
A PIEDRA DEL AGU
ALTERNATIVA PROP
Esquema de Funcionamier

Escala Gráf



- Aducción de 0,050 m que vincula C3 con la red de distribución.

El funcionamiento normal del sistema se prevé alimentando la cisterna de 500 m³ desde la fuente original, el Manantial La Teresa, por medio de la aducción de D° 0,110 m existente y desde la perforación PA1, mediante la aducción de D° 0,250 m a construir. La cisterna C1 de 500 m³ funcionará como único elemento regulador-distribuidor, en función de su capacidad y favorable situación altimétrica respecto a la planta urbana.

El aporte del manantial será continuo y la alimentación desde la perforación de explotación ubicada en el extremo noreste de la manzana 40, se ha previsto opere en forma automatizada, como respuesta al control de flotantes.

El volumen total resultante para la regulación-distribución se integra con la cisterna de 500 m³ funcionando como tanque principal y la de 200 m³ como tanque de cola, alimentado directamente desde la red. Esta reserva funcionando como compensador de caudales, acumulará volúmenes de agua en momentos de baja demanda, especialmente en horas de la noche y los suministrará a la red compensando los picos de consumo (ver Gráfico N°17).

2.2 Funcionamiento en Emergencia

Pueden darse variadas situaciones de emergencia motivadas por factores tales como: corte en el suministro de energía, colapso de la perforación o del equipo de bombeo, rotura de las aducciones, con menor probabilidad rotura o averías en las cisternas, etc. A éstos que son inherentes a la obra de ingeniería, deben sumarse las situaciones críticas de orden ambiental, que aunque no previstas como situaciones de proyecto dada su baja probabilidad de ocurrencia, pueden eventualmente manifestarse; como: contaminación química o microbiológica de la/s fuente/s, sequías extraordinarias que superen la capacidad de regulación del Manantial (disminuyendo su aporte; incendios regionales o locales que demanden abastecimiento adicional, etc.

En estos casos el proyecto prevé contar con fuente y captaciones de emergencia como las perforaciones PE3 y PE4 que captan el subálveo del Arroyo La Teresa y aportan al depósito de reserva C2, de 200 m³. En situaciones extremas, fuera de servicio el Manantial y PA1, C2, que funcionaba como compensador se activa y pasa a constituirse en regulador-distribuidor del sector ubicado al sur de la Ruta Nacional N°237 (ver Gráfico N°18). Funcionando en condiciones de uso restringido y antes del agotamiento de la reserva de seguridad de 500 m³, por accionamiento de válvulas, la totalidad del área servida pasará a ser regulada desde la cisterna C2, de 200 m³. Esta situación será similar a la vigente antes de abril de 1991 (ver Gráfico N°14).

3 - OBRA A CONSTRUIR AÑO "0"

3.1 Caudales Complementarios de Diseño

Es preciso destacar que los caudales de diseño de la obra nueva de captación-conducción del Subálveo del A° Sañicó a la Cisterna de 500 m³, no son los calculados en el Capítulo anterior (apart.V - 3.2.4), que respondían a la demanda total del Sistema. En este caso, se trata de los caudales complementarios al aporte del Manantial La Teresa, el que a los fines del presente proyecto, se estableciera en 10 litros/seg. (ver Apartado III - 2.3.1).

Año "0"

Se interpreta el caudal producido por el Manantial La Teresa como el máximo diario producido por el manantial y aportado a la cisterna de 500 m³ durante las 24 horas del día.

$$Q \text{ máx diario} = 10 \text{ lt/seg} = 36 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$V \text{ diario} = 36 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} \times 24 \text{ hs} = 864 \text{ m}^3/\text{hora}$$

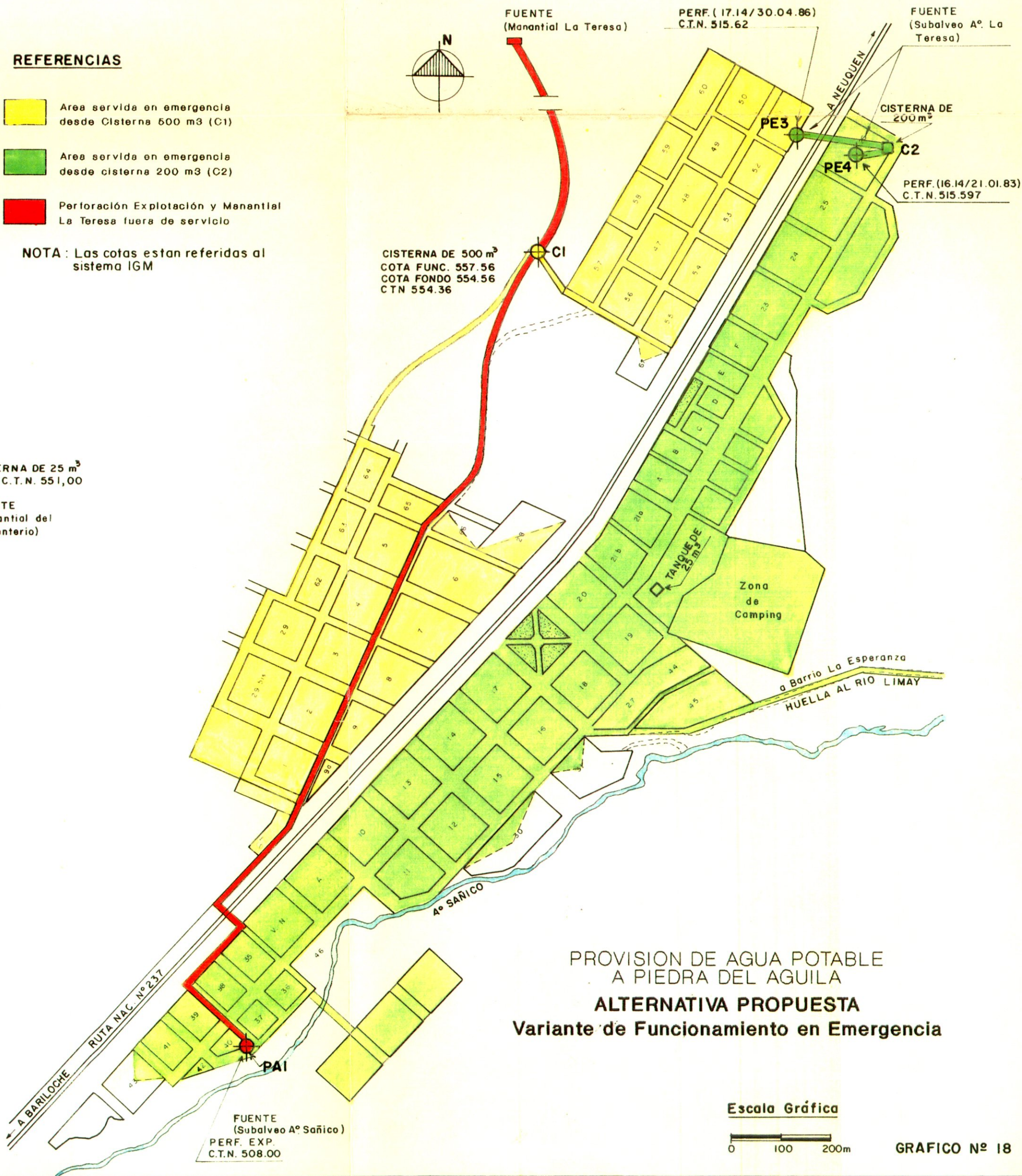
REFERENCIAS

- Area servida en emergencia desde Cisterna 500 m³ (C1)
- Area servida en emergencia desde cisterna 200 m³ (C2)
- Perforación Explotación y Manantial La Teresa fuera de servicio

NOTA : Las cotas estan referidas al sistema IGM

CISTERNA DE 25 m³
C3 □ C.T.N. 551,00

FUENTE
(Manantial del
Cementerio)



PROVISION DE AGUA POTABLE
A PIEDRA DEL AGUILA
ALTERNATIVA PROPUESTA
Variante de Funcionamiento en Emergencia

Escala Gráfica



GRAFICO Nº 18

Situación de proyecto

Para el período 1992-2011, se calcularon los caudales de diseño correspondientes a algunos de los años más representativos del intervalo; para ésto, a los volúmenes diarios necesarios obtenidos a partir de los caudales máximos diarios, se les restaron los producidos por el Manantial La Teresa.

Año 1

Q máx. diario = 43,90 m³/hora

VT₁ = Volumen diario total año 1
= 1.053,6 m³/día

VSAS₁ = Volumen a aportar por el Subálveo del A° Sañicó en el
año 1
= (1.053,6 - 864) m³/día
= 189,6 m³/día

Año 6

Q máx. diario = 98,30 m³/hora

VT₆ = 2.359,20 m³/día

VSAS₆ = 1.495,20 m³/día

Año 10

Q máx. diario = 100,80 m³/hora

VT₁₀ = 2.419,20 m³/día

VSAS₁₀ = 1.555,20 m³/día

Año 20

Q máx. diario = 152,10 m³/hora

VT₂₀ = 3.650,40 m³/día

VSAS₂₀ = 2.786,40 m³/día

3.2 Justificación técnica

El contraste entre la demanda del sistema al Acuífero del Subálveo del Arroyo Sañicó y la respuesta hidráulica de éste, tuvo en consideración que:

- El volumen complementario a abastecer por la obra nueva oscila entre 189,6 y 2.786,4 m³/día para los años 1 y 20, respectivamente.
- Existe una situación de proyecto destacable en el año 6 (1997), que genera un pico de demanda de 1.495,20 m³/día.
- El acuífero tiene un Caudal Característico de ensayo de 100 m³/hm, para un caudal constante de 55 m³/h.
- El máximo caudal demandado al acuífero en el período (116 m³/hora en el año 20), genera una depresión en una captación totalmente penetrante (apart. 3.1.1.2) de 1,50 a 2,00 metros.

Teniendo en cuenta estos datos, existían dos posibilidades para decidir la obra de captación: modular secuenciando obras o hacerlo en función del régimen de bombeo. Teniendo en cuenta las muy especiales características de la demanda y principalmente su crecimiento acelerado hasta el pico del año 6, se optó por la segunda alternativa, propiciando la construcción de una sola perforación de explotación; a través de su aporte creciente esta dará abasto al requerimiento del sistema, vinculándose mediante aducción a construir a la cisterna de 500 m³.

3.3 Memoria Descriptiva

3.3.1 Perforación de Explotación PA1

3.3.1.1 Ubicación

En función del detallado conocimiento hidrogeológico puntual y su favorable ubicación respecto al sistema de provisión y a la planta urbana, se de-

Se decidió ubicar a PA1 en la manzana 40, sobre terreno destinado a vereda pública y aproximadamente a 20 metros de la margen izquierda del Arroyo Sañicó (ver Gráficos 17 y 18). Frente a esta ubicación y a escasos metros sobre margen derecha, se situaron la perforación de Reconocimiento PR5 y la batería de bombeo BB1, por lo que se trata del sitio mejor conocido del acuífero. Su ubicación en la margen opuesta respondió a privilegiar la jerarquía de la aducción (impulsión vs. distribución) dado el riesgo de colapso que implica el cruce de un curso aluvional como el Arroyo Sañicó.

3.3.1.2 Diseño

En el Gráfico N°19 puede observarse el diseño tentativo adoptado para PA1, en función de la información antecedente antes señalada. El diseño final deberá tener en cuenta los datos puntuales recogidos en el sondeo de reconocimiento previo, según lo abordado en las especificaciones del apartado 3.3.1.4, del presente Capítulo.

Diámetro de la Perforación:

Fue definido en función de la elección del equipo electrobomba, de modo de garantizar su fácil instalación, y desmontaje, así como eventuales problemas de verticalidad de la tubería, habiendo resultado de 10" el correspondiente a la cañería porta filtros. Por lo tanto y teniendo en cuenta factores constructivos, se definió de 14" el diámetro de la cañería de aislación.

Índice de Penetración:

Dadas las características del acuífero, se puede considerar comprendido entre -13,0 y -21,0 metros, en jurisdicción de PR5 y BB1. El intervalo -21,0 a -23,0 metros está conformado por gravas con abundante matrix pelítica; estos 2,0 metros no han sido ensayados y a los fines prácticos, el piso acuífero se ubica a los -21,0 metros. De acuerdo a esto, el índice de penetración de BB1 fue del 100%. Para PA1, lo importante será el espesor acuífero que se detecte. Su diseño responde a considerar 8,0 metros para

PERFORACION DE EXPLOTACION P.A.1

- DISEÑO -

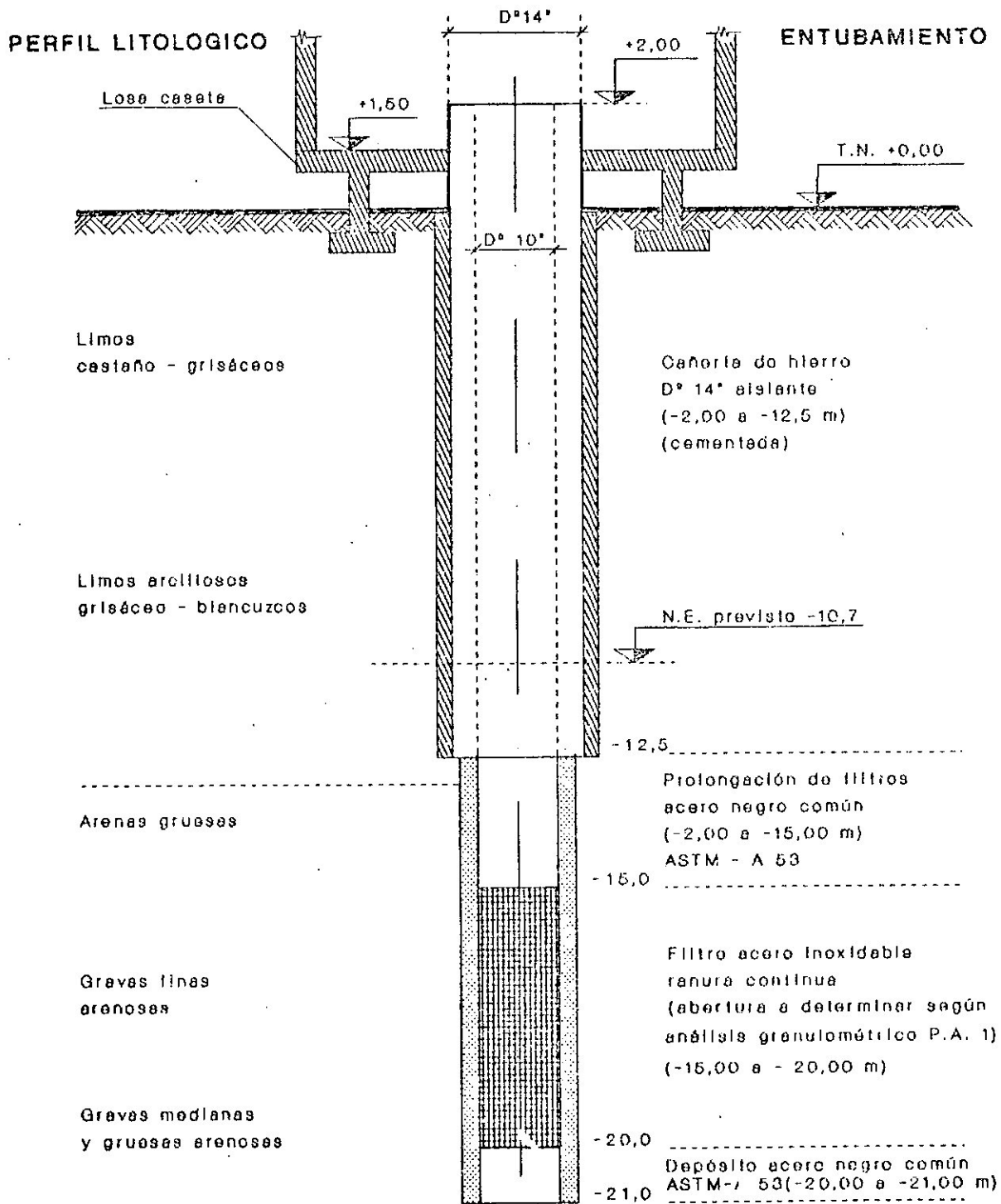


GRAFICO Nº 19

este parámetro. De verificarse un espesor de ese orden, PA1 será totalmente penetrante.

Diseño del Filtro:

Se ubicará en un único intervalo en coincidencia con la mitad inferior del acuífero, de persistir el perfil litológico reconocido en PR5 y BB1. Su parte inferior se situará un metro por sobre el piso acuífero para permitir la instalación del caño depósito. La longitud de los filtros deberá atender prioritariamente la capacidad filtrante específica (caudal por metro lineal) correspondiente al diámetro y tamaño de ranura seleccionado y su relación con el caudal requerido. El resultado no será el simple cociente, dado que deberá contemplarse el factor de oclusión, en previsión a la disminución de superficie filtrante producida por los fenómenos de incrustación-corrosión en la tubería. Pero además, deben atenderse las limitaciones impuestas por el nivel dinámico inferido y la deseable situación de que la electrobomba se ubique por encima de los filtros.

El diseño tentativo se realizó en función de un dato de admisión, según fabricante, de 32 m³/hora por metro lineal de filtro de Acero Inoxidable de 10", ranura de 1,5 mm y considerando un Factor de Oclusión de 0,7 (30%). De acuerdo a esto, correspondió una longitud de cañería filtro de 5,0 metros, con lo que su parte superior se ubicó en -15,0 metros. Entre esta profundidad y el nivel dinámico más profundo previsto para el caudal de 116 m³/hora, -12,7 metros, se ubicará el equipo electrobomba, previéndose el nivel de succión aproximadamente a los -13,50 metros.

La selección del tamaño de ranura se hará en función del análisis granulométrico de la muestra de menor granulometría del acuífero coincidente con el intervalo filtrante. Si el material es relativamente homogéneo, con Coeficiente de Uniformidad (Cu) no mayor de 6, la abertura será la mitad del diámetro correspondiente al 85% de la curva granulométrica o aquella abertura standard inmediatamente menor.

N.de la R: El Coeficiente de Uniformidad (Cu) resulta del cociente entre los tamaños correspondientes al 60 y 10%.

Prefiltro:

En principio no es indispensable salvo su utilización como soporte físico, dado que no se hacen presente las condiciones que lo aconsejan (Ahrens T.P. "Criterios para el diseño de perforaciones de Agua") (8), a saber: acuíferos pobres constituidos por materiales de grano fino, acuíferos muy heterogéneos o acuíferos profundos. De utilizarse, el tamaño de ranura del filtro, deberá elegirse en función del acuífero y no del prefiltro.

Protección sanitaria:

Con este fin se prevé la colocación de cañería de aislación o camisa de 14" de diámetro; esta se prolongará prácticamente hasta el piso de la porción superior del acuífero del Subálveo del Arroyo Sañicó ubicado, a escasa distancia de PA1, a -13,0 metros. El objetivo de esta cañería es impedir el ingreso de agua a la perforación hasta la profundidad mencionada, a la sazón situada en el límite inferior de supervivencia de las bacterias patógenas. De este modo, se considera puede reducirse en gran medida la posibilidad de contaminación por focos urbanos situados aguas arriba.

Protección aluvional:

El emplazamiento de PA1 está en área inundable. Durante el aluvión del 12/2/90, el nivel del agua ascendió más de 1 metro por sobre la cota de terreno natural en este sitio. Por ese motivo y hasta tanto se realicen obras de corrección de torrentes en la cuenca, se prevé elevar 2,0 metros las cañerías de aislación y prolongación de filtros y paralelamente, la caseta de protección de la perforación e instalaciones electromecánicas. (ver Fig.19).

3.3.1.3 Régimen de Funcionamiento:

Se bombeará un caudal constante de 116 m³/hora, a demanda inducida por control de flotantes desde la Cisterna de 500 m³. Esto provocará un funcionamiento discontinuo en la mayor parte del período de diseño. Únicamente

se hará continuo en el año 20, en que el caudal máximo diario coincidirá con el de bombeo. Así, en el año 1 el tiempo diario de bombeo previsto sería algo mayor de 1,5 horas, en el año 6 de 12,8 horas, para el año 10 de 13,3 horas y como se dijo, de 24 horas en el año 20.

3.3.1.4 Especificaciones Técnicas para su construcción

A fin de intentar optimizar el diseño y construcción de PA1 se propone atender a la siguiente secuencia de tareas en su ejecución; variaciones a este índice podrán verificarse de manifestarse situaciones geohidrológicas en algún modo diferentes a las que se supone encontrar, por analogía con PR5 y BB1. Se hace notar que las tareas de perforación indicadas reconocen un único eje vertical.

- Perforación de reconocimiento litológico, de 4"; se profundizará hasta superar en por lo menos 2,0 metros el piso acuífero. Se muestreará metro a metro o en coincidencia con cada cambio litológico.
- Perfilaje eléctrico con medición de Potencial Espontáneo (SP) y registro de resistividad por dispositivo normal (N) y lateral (L), desde fin del sondeo hasta el nivel estático de agua en el pozo.
- Descripción litológica del perfil.
- Análisis granulométrico del intervalo acuífero inferior, más productivo.
- Perforación y ensanche hasta 18" desde el nivel del terreno hasta 0,50 metros por sobre el techo acuífero.
- Colocación y cementación de la cañería de aislación de 14", con hincado en caso de localizarse sedimento en mayor o menor grado arcilloso.
- Reperforación y ensanche hasta 8" desde techo hasta piso acuífero, con muestreo metro a metro o ante evidencia de cambio litológico.

- Perfilaje eléctrico con registro de SP, resistividad N y L y caliper (C) del intervalo acuífero.
- De existir diferencias notorias, Análisis granulométrico del intervalo más fino del acuífero.
- Diseño definitivo de cañería porta filtro, filtro y depósito; decisión sobre colocación (o no) de prefiltro y elección del tamaño de ranura de filtro.
- Perforación hasta diámetro definitivo del intervalo acuífero.
- Entubamiento y engravado con circulación de agua de la perforación.
- Desarrollo mediante distintas técnicas como inyección de aire o agua a presión, pistoneo, bombeo. Se recomienda utilizar al menos dos de ellas.
- Ensayo de bombeo.

3.3.2 Aducción

Cálculo Hidráulico

La cañería de impulsión que vinculará PA1 con la cisterna C1 de 500 m³, tendrá un diámetro que contemplará el caudal de bombeo constante para todo el período de diseño. El cálculo que conduce a la fijación de los parámetros de diseño de la aducción será el siguiente:

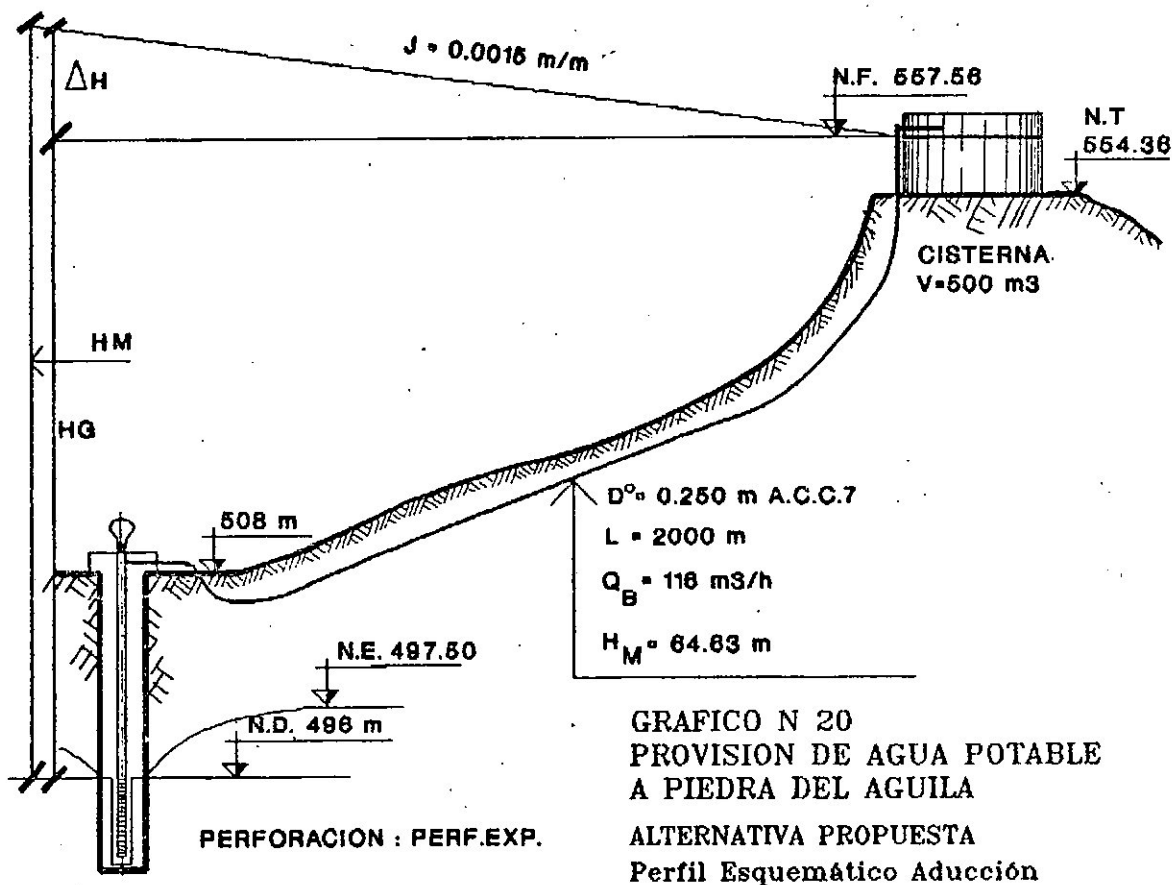
Datos

$$Q_b = 116 \text{ m}^3/\text{hora} = 0,03222 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$L = 2.000 \text{ metros}$$

$$H_G = 557,56 - 496,00 \text{ metros (IGM)}$$

$$= 61,56 \text{ metros}$$



Incógnitas

$$j = \text{pérdida de carga unitaria (m/m)}$$

$$v = \text{velocidad (m/seg.)}$$

$$D^{\circ} = \text{diámetro (m)}$$

$$L_c = \text{longitud de cálculo (m)}$$

Fijando un diámetro $D^{\circ} = 0,250$ m para cañería de A.C.C.7, según la expresión de Scimemi es:

$$Q = 50,5 D^{2,68} j^{0,56}$$

de donde:

$$j = 0,0015 \text{ m/m}$$

Por otra parte:

$$\begin{aligned} L_c &= L + 200 D^{\circ} \\ &= \sqrt{2.000 + (200 \cdot 0,250)} \text{ m} \\ &= 2.050 \text{ m} \end{aligned}$$

Resulta entonces:

$$\begin{aligned} AH &= j \cdot L_c = 0,0015 \text{ m/m} \times 2.050 \text{ m} \\ &= 3,07 \text{ m} \end{aligned}$$

Por lo que:

$$\begin{aligned} HM &= HG + AH = (61,56 + 3,07) \text{ m} \\ &= 64,63 \text{ m} \end{aligned}$$

Resulta de esto una

$$v = 0,65 \text{ m/seg.}$$

Dispositivo antiarriete

Compatible con el alcance del presente estudio, se previó la protección de la cañería de impulsión de D° 0,250 m. En ese sentido, por consulta a fabricantes de cañerías de ^{fibro-}cemento, la clase 7 de ese material responde adecuadamente a presiones de trabajo del orden de 140 m.c.a. No obstante la presente situación de proyecto estar alejada de estos valores (65 m.c.a.), se decidió adoptar esa clase y además prever un dispositivo antiarriete para neutralizar las eventuales sobre-presiones derivadas de la interrupción del bombeo.

3.3.3 Obra Electromecánica

Consiste en la provisión de dos equipos electrobomba de motor sumergible destinados a impulsar el agua desde PA1 hasta la cisterna de 500 m³, constituyendo uno de ellos el equipo de emergencia.

La elección del equipo requirió la fijación del caudal a bombear (Q_b) y la altura total de elevación (H_M). A su vez, fue un condicionante primario del diseño de PA1, fundamentalmente del diámetro de la cañería porta filtros y transitivamente, de la de aislación. El Q_b fue el Caudal Máximo Diario del año 20 o sea, 116 m³/hora y la altura adoptada, 70 metros, algo mayor a la altura manométrica calculada (H_M = 64,63 m).

Los equipos que responden al requerimiento planteado tienen características muy distintas. Las de mayor incidencia variaron de acuerdo a los rangos siguientes:

$$Q - H = 116-120 \text{ m}^3/\text{hora} - 70 \text{ m}$$

$$\text{Potencia Motor} = 40 \text{ a } 60 \text{ HP}$$

$$\text{Diámetro de la perforación} : \text{mínimo } 8'' \\ \text{aconsejable } 10''$$

3.4 Presupuesto

En función de que no existe cotejo de alternativas de acuerdo a lo fundamentado en el Capítulo V y a que de acuerdo a comunicación verbal de funcionarios del E.P.A.S. la obra será realizada con fondos propios, no se realizó la pertinente evaluación económica.

A los fines de dimensionar la inversión inicial requerida por la alternativa propuesta, se presenta un presupuesto tentativo de la obra de captación-impulsión del acuífero del subálveo a la cisterna de 500 m³. El criterio utilizado para su confección es el de obra realizada por terceros, por lo que a los costo-costo resultantes de cada rubro se los afectó de un factor 1,7 que engloba gastos generales, impositivos, financieros y beneficios empresarios.

Los detalles del Presupuesto se describen en planilla específica.

OBRA AÑO "0" - PRESUPUESTO TENTATIVO

N°	Partida Denom.y Especificaciones	Unid.	Cant.	Precio Unitario	Importe	
					Parcial	Total
<u>OBRA CIVIL</u>						
1	-PERFORACION DE EXPLOTACION:					
-	Construcción de una (1) perforación de 21,00 m de prof., con diseño y entubamiento según Gráfico N° 19. Incluye materiales, m. de obra, comb. y lubricantes, reparaciones y repuestos, transporte y amortización de equipos. .	Global			25.393,00	
2	-ADUCCION:					
	Provisión, acarreo, excavación y colocación de cañería de A.C.C.7 de 2.000 metros de longitud, inc. piezas especiales y dispositivo antiarriete.-					
	D° 0,250 m	Global			114.852,00	
						Subtotal 140.245,00
<u>OBRA ELECTROMECHANICA</u>						
3	-EQUIPO DE BOMBEO					
	Provisión de dos (2) Electrobombas sumergibles para elevar 120 m3/hora a 70 metros de altura (Hm) con motor de aprox. 60 HP. Incluye electrobomba, cable, tablero e instalaciones complementarias.	Global			28.870,00	
						Total 169.115,00

Son: DOLARES ESTADOUNIDENSES CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL CIENTO QUINCE.-

4 - OBRA EVENTUAL

De producirse algún desfase respecto a las previsiones de este estudio entre oferta y demanda del sistema éstos deberán corregirse; se expondrán sucintamente algunos criterios para la ejecución de las obras que eventualmente podrían realizarse en esa dirección durante el período 1992-2011.

4.1 Fuente y Captaciones

El incumplimiento de las previsiones puede ser originado por una oferta inferior o una demanda superior.

La oferta inferior podría responder a un menor aporte de las fuentes. El Manantial La Teresa es susceptible, como todas las surgencias subterráneas, de sufrir mermas en su producción por desplazamiento parcial o total de su eje de afluencia; esta posibilidad se incrementa por la precaria técnica de partición a la que por convenio está sometido. Importa consignar que esta situación desfavorable puede trocarse en favorable casi con idéntica probabilidad.

En el caso del acuífero del subálveo del Arroyo Sañicó, la fuente garantiza aún en mayor grado la permanencia de cantidad y calidad, pero el déficit respecto a lo previsto puede deberse a problemas constructivos, de diseño o a algún factor adicional relacionado con la perforación PA1.

Por otra parte, es obvio que la situación de que la demanda real supere la de diseño es factible, aunque se estima que con muy baja probabilidad.

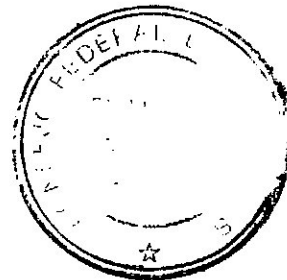
Cuando no se supere sensiblemente el caudal máximo diario del año 20, toda oferta potencial remanente del sistema podrá provenir de captaciones ubicadas en el subálveo del Arroyo Sañicó. Perforaciones complementarias de PA1 deberán ubicarse a una distancia de ésta no menor a 500 metros y en situación aguas arriba. Ubicaciones probadamente favorables la constituyen las coincidentes con PEG (13.14/29.7.87) y PR3. (ver Mapa N°1).

Cuando el aporte adicional a la previsión de proyecto fuese mayor en un 10-20% a dicho caudal, se aconseja captar otra fuente y en este caso las prioridades deberán atender el ordenamiento siguiente:

- 1) aumentar el aporte del Manantial La Teresa mediante mejoramiento de su producción y/o de los términos contractuales de su participación.
- 2) Otra fuente perteneciente a los Manantiales del Escorial como el Manantial del Arroyo Cabezas, del Cementerio y del Montecito.

4.2 Almacenamiento

El requerimiento de una mayor capacidad de almacenaje respecto a los 700 m³ de que dispone el sistema, puede demandar la construcción de una nueva reserva. Se indica como sitio favorable la lomada adosada por el norte a la Ruta Nacional N°237, ubicada frente a terrenos de Vialidad Provincial y con cotas superiores a 550 metros (IGM)



BIBLIOGRAFIA

- CITADA EN EL TEXTO

- (1) COPADE, 1984, "Lineamientos provinciales para la relocalización de la Villa correspondiente a la represa de Pichi Picún Leufú en la localidad de Piedra del Aguila", Neuquén, Argentina.
- (2) DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO URBANO, 1985. "Zonificación urbana de Piedra del Aguila", MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, Provincia del Neuquén.
- (3) E.P.A.S., 1991, Recopilación de informes internos sobre el sistema de provisión de agua potable a Piedra del Aguila confeccionados por la Dirección de Estudios y Proyectos pertenecientes a los años 1986, '87, '89 y '90. Inédito.
- (4) COPADE, 1986, Censo Municipal de Población y Vivienda de la localidad de Piedra del Aguila, HIDRONOR, Neuquén, Argentina.
- (5) U.N.COMAHUE - Departamento Geografía, 1985, "Carga del Medio Ambiente y su Dinámica de Piedra del Aguila", COPADE, Neuquén.
- (6) HIDRONOR, 1986, "Plan de Estudios Ecológicos", Informe Final 3ra. Etapa. Resumen - Convenio HIDRONOR S.A. - Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", CIPOLETTI, Río Negro.
- (7) GALLI C.A., 1969, "Hoja Geológica 38c - Piedra del Aguila", D.N.G.M. Buenos Aires.
- (8) AHRENS, T.P., "Criterios para el diseño de captaciones de Agua". Traducido del inglés por M. Auge. CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES, Buenos Aires, 19 .

- CONSULTADA

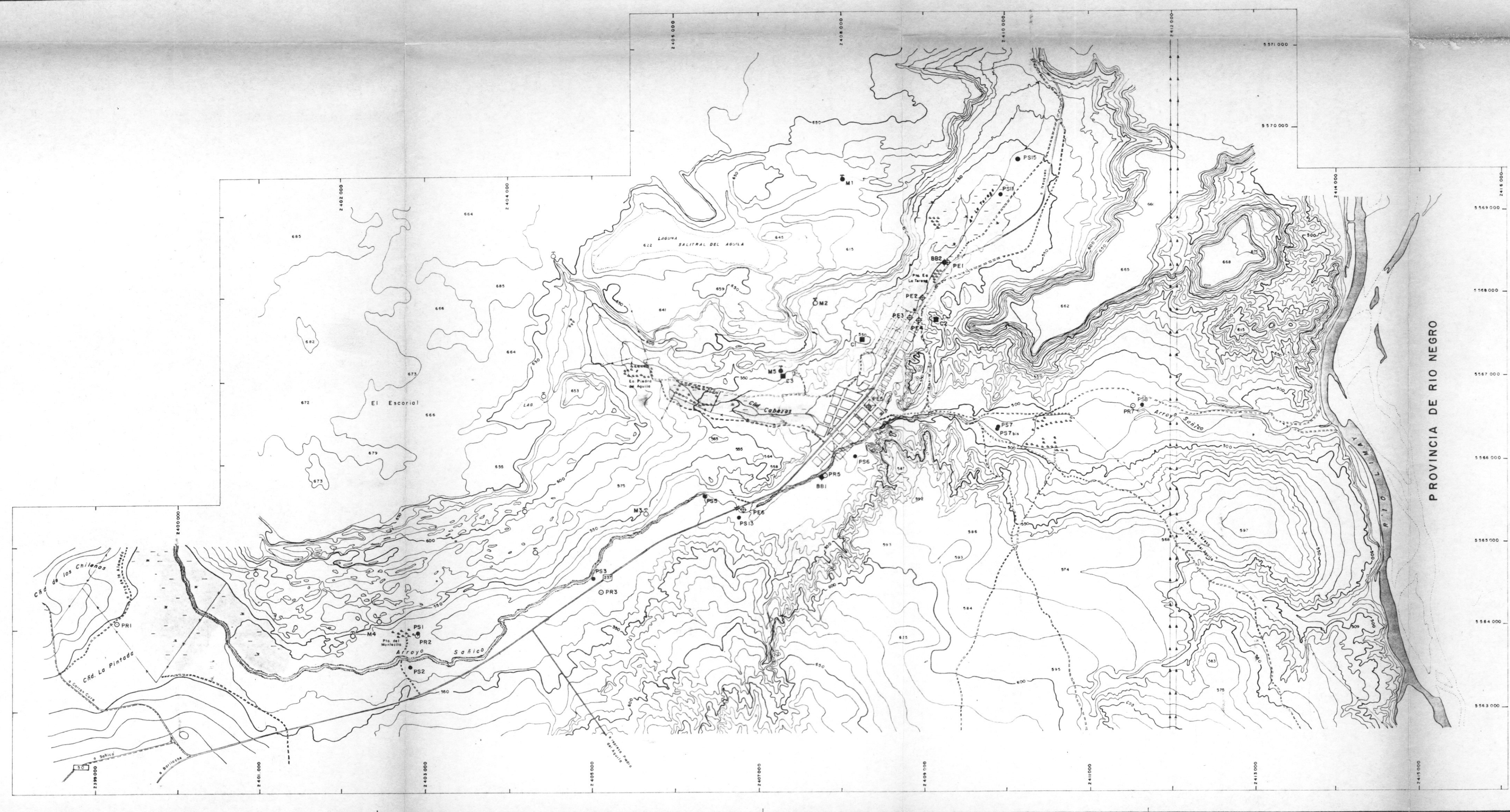
WRONG, D.H., 1962, "La Población". Biblioteca del Hombre Contemporáneo, Buenos Aires.

ROLLERI, E.O. y otros, 1974, "Informe geológico de la zona del vaso del embalse Piedra del Aguila" - U.N.L.P. Facultad de Ciencias Naturales y Museo - FUNDACION BARILOCHE.

GULISANO, C.A. y otro, 1980, "Estratigrafía y facies de los depósitos Jurásicos entre Piedra del Aguila y Sañicó, Departamento Collón Curá, Provincia del Neuquén", YPF, Neuquén. Informe inédito.

COPADE, 1985 - "Lineamientos provinciales para la relocalización de la Villa correspondiente a la represa de Pichi Picún Leufú en la localidad de Piedra del Aguila - Ampliación de estudios demográficos y económicos", Neuquén, Argentina.

HIDRONOR, 1989, "Impacto Ambiental de Piedra del Aguila - Estudios Climatológicos", CIPOLETTI, Provincia de Río Negro.



SIGNOS CARTOGRAFICOS

- Curva de nivel directriz
- Curva de nivel intermedia
- Curso de agua permanente
- Molin
- ▲ Monte implantado
- Ruta Nacional 237
- Ruta Provincial 50
- Huella
- Línea de Alta Tensión
- Alambre
- Manantial
- Manantial captado
- Barranca
- Cisterna agua potable
- Pueblo

REFERENCIAS TEMATICAS

- PS1 Pozo somero n°1
- PR1 Pozo reconocimiento n°1
- ◆ BB1 Bateria de bombeo n°1
- ⊕ PE1 Perforación del E.P.A.S. n°1 (17.14/18-4-86)
- ⊕ PE2 " " " n°2 (17.14/25-5-86)
- ⊕ PE3 " " " n°3 (17.14/30-4-86)
- ⊕ PE4 " " " n°4 (16.14/21-1-83)
- ⊕ PE5 " " " n°5 (16.14/3-2-83)
- ⊕ PE6 " " " n°6 (13.14/29-7-87)
- M1 Manantial de La Teresa
- M2 Manantiales del Anfiteatro
- M3 Manantial del autódromo
- M4 Manantiales del montecito
- M5 Manantial del Cementerio
- C1 Cisterna 500 m³
- C2 Cisterna 200 m³
- C3 Cisterna 25 m³

FUENTE	Cota T.N. (m)	FUENTE	Cota T.N. (m)
PS1	531.26	PR7	481.78
PS2	531.98	PB	507.89
PS3	521.49	PO	507.79
PS5	514.09	PB	525.10
PS6	504.13	PO	526.38
PS7	490.01	PE1	525.10
PS7 bis	489.89	PE2	519.95
PS8	478.59	PE3	515.62
PS11	-	PE4	515.60
PS13	-	PE5	502.56
PS15	-	PE6	511.70
PR1	544.71	M1	630.00 aprox.
PR2	531.27	M3	545.00 aprox.
PR3	521.17	M4	545.00 y 560.00 aprox.
PR5	507.79	M5	550.00 aprox.

Nota: Las cotas de terreno estan referidas al I.G.M. sistema INCHAUPE

FUENTES PARA LA ELABORACION DEL MAPA BASE

El CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES tuvo a su cargo la interpretación, compilación y cartografiado a través del Tec. Alejandro Galimberti

- La información de base utilizada corresponde a las siguientes fuentes:
- Entre coordenadas Planas Gauss Krüger 5 563 000 - 5 569 000 N-S y 2 401 000 - 2 414 500 W-E
COPADE, 1984 Restitución Planialtimétrica del ejido municipal de Piedra del Aguila. Esc. 1:25000 equidistancia 10m. Ejecutado por la Dirección General de Catastro de la Provincia del Neuquén.
 - Entre coordenadas Planas Gauss Krüger 5 563 500 - 5 565 000 N-S y 2 398 500 - 2 401 000 W-E
C.F.I., 1991 Relevamiento planialtimétrico en base a levantamiento taquimétrico expeditivo Esc. 1:25 000, equidistancia 10m.
 - Entre coordenadas Planas Gauss Krüger 5 569 000 - 5 571 000 N-S y 2 401 000 - 2 413 000 W-E
HIDRONOR, 1985 Relevamiento aerofotogramétrico Lic. 195/84 - Zona Piedra del Aguila Esc. 1:5000 equidistancia 5m. Reducción a Esc. 1:25000 de hojas 1, 2, 3 y 4

PROVINCIA DEL NEUQUEN

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
ENTE PROVINCIAL PARA EL AGUA Y SANEAMIENTO

ESTUDIO DE FUENTES PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A PIEDRA DEL AGUILA	EXPTe N° 1691
-------------------------------------------------------------------------------	------------------

INFORMACION GEOHIDROLOGICA
-UBICACION PLANIALTIMETRICA-

REALIZO: Lic. Rubén PATROUILLEAU - Lic. Raúl Hector PEREZ SPINA	Escala: 1:25.000	MAPA N° 1
DIBUJO: Tec. Alejandro GALIMBERTI	Equidistancia: 10m	