

34643

1792
II



H1112
x12
F3319

PROVINCIA DEL NEUQUEN
ESTUDIO DE FUENTES EN JUNIN DE LOS ANDES

TOMO I

PROVINCIA DEL NEUQUEN
ESTUDIO DE FUENTES EN JUNIN DE LOS ANDES

Corresponde al

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

TOMO I

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Secretaria General

Ing. Juan José Ciácerá

Dirección de Cooperación Técnica

Ing. Susana Blundi

Area Actividad Económica

Lic. Francisco L. del Carril

Departamento Aprovechamiento de Recursos

Lic. Roberto Sarudiansky

Buenos Aires, setiembre 1990.

Personal Técnico

Coordinación técnica e Hidrogeología: Lic. Rubén Patrouilleau (*)

Hidrogeología: Lic. Alfredo Césare (*)

Lic. Raúl H. Pérez Spina (*)

Lic. Mariel Clark (**) (1)

Luis Rossi (*)

Geofísica: Lic. Boris Calvetty Amboni (*)

Lic. Rosa Lino (**) (1)

Hidrometeorología: Ing. Andrés Pozzebón (**) (2)

Análisis Químicos: Ing. María del Carmen G. de Barceló (**) (3)

Lic. Silvia G. de Negrín (**) (3)

Lic. Nora Pérez (**) (3)

Téc. Qca.: María Esther Orellano (**) (3)

Téc. Rubén Villar (**) (3)

Lilliana Raimondi (**) (3)

Marcela Hernández (**) (3)

Dibujo: Alejandro Galimberti (*)

Dactilografía: Haydée E. B. de Gallino

Compaginación y armado: Alba Villar (*)

(*) C.F.I.

(**) E.P.A.S. (1) Dirección de Perforaciones

(2) Dirección de Estudios y Proyectos

(3) Dirección de Laboratorio

I N D I C E

Pág.

INTRODUCCION	1
1. <u>ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO.</u>	
1.1. MARCO ADMINISTRATIVO	4
1.2. MARCO TECNICO	4
2. <u>PLANTEO Y DESARROLLO DE LAS TAREAS TECNICAS.</u>	
2.1. UBICACION Y EXTENSION DEL AREA DE ESTUDIO	9
2.2. ADECUACIONES METODOLOGICAS	9
2.3. DESCRIPCION DE TAREAS REALIZADAS.	
2.3.1. <u>Recopilación y evaluación antecedentes</u>	9
2.3.2. <u>Fotointerpretación y Reconocimiento hidrológico</u>	12
2.3.3. <u>Censo de manifestaciones hidrológicas</u>	12
2.3.4. <u>Mediciones geoelectricas de reconocimiento.</u>	
2.3.4.1. Metodología	13
2.3.4.2. Instrumental	14
2.3.4.3. Presentación de resultados	15
2.3.5. <u>Ensayos de bombeo en captaciones preexistentes</u>	16
2.3.6. <u>Análisis químicos</u>	18
3. <u>DESCRIPCION FISICA DEL AREA DE ESTUDIO.</u>	
3.1. DESCRIPCION DE LA CUENCA	20

3.2. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

3.2.1. <u>Hidrografía</u>	22
3.2.2. <u>Clima</u>	22
3.2.3. <u>Geología</u>	24
3.2.4. <u>Hidrogeomorfología.</u>	
3.2.4.1. Lomas y Colinas	26
3.2.4.2. Piedemonte	27
3.2.4.3. Piso de Valle	28

4. CARACTERIZACION DE LAS FUENTES ALTERNATIVAS.

4.1. AGUAS SUPERFICIALES

4.1.1. <u>Río Currhué</u>	31
4.1.2. <u>Río Chimehuín.</u>	
4.1.2.1. Caracterización hidrológica	32
4.1.2.2. Caracterización física	35
4.1.2.3. Caracterización química	36
4.1.2.4. Caracterización bacteriológica	38
4.1.3. <u>Lago Huechulafquen</u>	39

4.2. AGUAS SUBTERRANEAS.

4.2.1. Hidrogeología.

4.2.1.1. Carácter de las formaciones geológicas ...	41
---	----

4.2.1.2. Geometría de la cuenca subterránea	41
4.2.2. <u>Hidrología Subterránea.</u>	
4.2.2.1. Hidrodinámica	48
4.2.2.2. Hidráulica.	
4.2.2.2.1. Carácter del acuífero	50
4.2.2.2.2. Parámetros hidráulicos	51
4.2.2.3. Hidroquímica	56
4.2.2.4. Reservas	57
4.2.2.5. Aptitud para uso humano.	
4.2.2.5.1. Características Físicas	58
4.2.2.5.2. Características Químicas	60
4.2.2.5.3. Características Bacteriológicas	61
5. <u>PRESELECCION DE LA FUENTE.</u>	
5.1. CRITERIOS DE SELECCION	65
5.2. PARAMETROS DE SELECCION.	
5.2.1. <u>Calidad.</u>	
5.2.1.1. Aspectos químicos	66
5.2.1.2. Aspectos físicos	66
5.2.1.3. Aspectos bacteriológicos	67
5.2.2. <u>Cantidad</u>	67
5.2.3. <u>Permanencia de Cantidad y Calidad</u>	68 a 70

INDICE DE GRAFICOS

Nº 1 - METODOLOGIA - Diagrama de Flujo.

Nºs. 2-4 - HIDROGRAMA CARACTERISTICO RIO CHIMEHUIN - Caudal Medio,
Máximo Medio y Mínimo Medio Mensual.

Nº 5 - Ubicación de S.E.V., Secciones Geoeléctricas y Captaciones
Subterráneas Preexistentes.

Nºs. 6-13 - SECCIONES GEOELECTRICAS A, B, C, D, E, F, G y H.

Nº 14 - MAPA DE ISOPACAS DE CAPAS CON RESISTIVIDADES MAYORES DE
100 ohmios-metro.

INTRODUCCION.

De acuerdo al avance registrado en el cronograma del "Estudio de fuentes para el abastecimiento de agua potable a las localidades de Junín de los Andes, Piedra del Aguila y Taquimilán", se está en condiciones de presentar a la consideración provincial, el presente Informe Parcial.

Al presente, se han cumplimentado las tareas de campo y gabinete correspondientes al Estudio de Fuentes en Junín de los Andes, primera etapa. Como es sabido, y de acuerdo a Plan de Trabajos, este será el alcance final para esta tarea de optarse por fuente superficial para el proyecto de adecuación y ampliación del sistema para el período 1992-2012. En cambio, supone tareas adicionales para acceder a un nivel de diagnóstico de la fuente subterránea, en caso de involucrarse a esta como fuente única o mixta.

A corto plazo, se pondrá a disposición provincial la propuesta de alternativas de proyecto del futuro sistema de provisión, el que contendrá a nivel de identificación, cuatro opciones técnicas que involucran a ambas fuentes.

AGRADECIMIENTOS.

Se desea expresar un sincero agradecimiento a las autoridades y técnicos de la contraparte, el Ente Provincial para el Agua y Saneamiento, por el apoyo brindado en la ejecución de las tareas de campo y gabinete que hasta aquí demandara el estudio. A las Direcciones de Perforaciones y Estudios y Proyectos de la Gerencia de Ingeniería y a la Dirección de Laboratorio dependiente de la Gerencia General.

También y de manera muy especial, se quiere resaltar el apoyo técnico, logístico y la inmejorable predisposición puesta de manifiesto por el señor Jefe de la Seccional Junín de los Andes y Zona Sudoeste, Ingeniero Rodolfo Lacava y su personal administrativo.

1. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO



1. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO.

1.1. MARCO ADMINISTRATIVO.

El presente documento forma parte de la cooperación técnica denominada "Estudio de fuentes para la provisión de agua potable a las localidades de Junín de los Andes, Piedra del Aguila y Taquimilán", que bajo el Expediente N° 1691, realiza el Consejo Federal de Inversiones por solicitud provincial.

El origen de la solicitud data del 20 de febrero de 1989, en que por nota remitida a la Secretaría General del C.F.I., la Secretaría de Estado del COPADE formula el requerimiento. En respuesta, el 22 de setiembre del mismo año se remite el Plan de Trabajos; este es "aprobado en términos generales" por el E.P.A.S. y trasladado al C.F.I. por el COPADE, siendo recepcionado con fecha 21 de diciembre de 1989. Cabe consignar que la restricción aludida en la aprobación, tiene que ver con una contrapropuesta relativa a la asignación de tareas y afectación de personal, que aunque no ha ya tenido respuesta formal, fue implícitamente aceptada por el C.F.I.

1.2. MARCO TECNICO.

El soporte técnico del estudio lo constituyó el Plan de Trabajos, del cual la Provincia aprobara explícitamente objetivo, alcance y metodología propuesta. En este punto se transcribirá lo planteado respecto a estos tópicos, en virtud de que no han variado en lo sustancial, producto de una correcta identificación del problema. A los efectos de que se visualice la secuencia de tareas y los productos intermedios y finales identificados

oportunamente, se hará lo propio con el diagrama de flujo en aquella oportunidad presentado (Gráfico N° 1).

Se decía en el Plan de Trabajos:

I. OBJETIVO: Conocer la aptitud de las fuentes de provisión de agua potable e identificar la solución técnica para su captación.

II. ALCANCE:

PARCIAL: Estudio de fuentes alternativas de provisión con evaluación económica preliminar que permita su selección (fuente única o mixta).

FINAL: Identificación de proyecto del subsistema de captación con evaluación económica a nivel de prefactibilidad.

IV. METODOLOGIA:

Se seguirán los lineamientos metodológicos tradicionales, tanto en la investigación básica del recurso hídrico orientado al suministro de agua potable como a la atención de aquellas tareas de Ingeniería Sanitaria que condicionan la identificación del proyecto. Lo propio con la evaluación económica preliminar que sirva a la toma de decisión sobre la fuente seleccionada.

Importa destacar con qué niveles de investigación o márgenes de confiabilidad y en qué momento se producirán los cruces entre proyectos identificados que utilicen una u otra fuente. Ilustrativo del procedimiento de análisis a seguir, es el estudio de la localidad de

Junín de los Andes, donde la opción es válida.

Superada la etapa de inventario y evaluación de toda la información secundaria pasible de relevar relacionada con el recurso, el medio físico como soporte del proyecto y la infraestructura actual, se comenzarán los estudios complementarios necesarios para obtener la primera aproximación de la idea-proyecto, que permitirá ingresar en la evaluación económica de las alternativas utilizando una u otra fuente.

El nivel requerido en la investigación hidrogeológica que permita acceder a esta instancia es el de prediagnóstico del área proyecto, entendiendo a ésta como aquella que soporte una explotación, no ya al horizonte de planificación predeterminado (usualmente entre 20 y 30 años), sino tendiente a asegurar un recurso permanente no afectado en sus reservas geológicas.

La investigación de la fuente superficial, mucho mejor conocida en su potencial y aptitud físico-química como insumo, deberá prestar énfasis a la identificación de las soluciones técnicas alternativas que optimicen su condición física en épocas críticas, a la sazón, motivo del estudio.

En ese momento, igualadas las aptitudes de ambas fuentes a nivel de idea-proyecto, se confrontarán costos de inversión en infraestructura y funcionamiento del subsistema de captación al horizonte de proyecto, verbigracia, año 2010. De este cotejo surgirá la fuente alternativa, que podrá ser mixta.

En lo que puede considerarse como una segunda etapa y en el caso de que la decisión haya recaído en la utilización de la fuente sub-

terránea, se profundizará la investigación hasta un nivel de diagnóstico hidrogeológico. En el caso de que la fuente superficial fuera la adoptada, los estudios complementarios de esta etapa requerirán mucho menor profundización sobre la alternativa técnica seleccionada para la corrección que requiere el recurso.

Con este grado de avance para cualquier alternativa de fuente y/o proyecto seleccionado, se procederá a la identificación definitiva del proyecto, sobre la que se realizará la evaluación económica final a nivel de prefactibilidad.

Debe advertirse que la secuencia y alcance de las tareas involucradas en la metodología enunciada pueden conducir a una corrección del camino crítico elegido. Esta circunstancia puede darse, por ejemplo si seleccionada la fuente subterránea como única alternativa, una vez alcanzado el nivel de diagnóstico en la investigación respectiva, se evidencian condiciones más desfavorables respecto a la aptitud del recurso, que implique reconsiderar como válida la alternativa mixta. Si así ocurriera, muy escaso sería el tiempo y costo remanente para acceder a la identificación del proyecto con fuente mixta. El camino elegido en cambio, significa un importante ahorro en ambos órdenes, dado que con un prediagnóstico del recurso se realiza la selección de la fuente.

El ejemplo descrito debe entenderse como factible dada la variabilidad intrínseca del medio físico subterráneo y las limitaciones tecnológicas del instrumental y equipos a utilizar, sin siquiera computar la impericia del evaluador".

2. PLANTEO Y DESARROLLO DE LAS TAREAS TECNICAS

2. PLANTEO Y DESARROLLO DE LAS TAREAS TECNICAS.

2.1. UBICACION Y EXTENSION DEL AREA DE ESTUDIO.

El estudio tuvo como epicentro la localidad de Junín de los Andes, cabecera del Dpto. Huiliches de la provincia del Neuquén, cuyas coordenadas geográficas son: 39° 57' Latitud Sur y 71° 04' Longitud Oeste.

Por razones de dominio topográfico y de ubicación de la infraestructura sanitaria existente, que en definitiva responde a igual causa, las investigaciones fueron realizadas en el marco hidrográfico de la cuenca del río Chimehuín, en su totalidad, aguas arriba de la localidad.

Dentro de las disciplinas involucradas, las que cubrieron una mayor extensión fueron las tareas geológicas y geofísicas; es así que el reconocimiento geológico y la prospección geoeléctrica se extendieron por el Valle de San Cabao, hasta su encuentro con la quebrada del Puesto La Alpargata, por el Oeste, el paraje El Tropezón por el Norte, el límite de la localidad de Junín de los Andes por el Sur y el Río Chimehuín en su tramo norte-sur, por el Este.

En coordenadas geográficas, el estudio se enmarca entre los 39° 52' y 40° 00' de Latitud Sur y los 71° 03' y 71° 10' de Longitud Oeste.

2.2. ADECUACIONES METODOLOGICAS.

Cabe puntualizar algunas modificaciones realizadas al planteo original, descrito en el capítulo anterior. En general se siguió la secuencia de ta

reas previstas y los productos hasta aquí alcanzados, tienen el mismo contenido y grado de definición previstos.

En la investigación geohidrológica se introdujeron algunas correcciones con posterioridad a la recopilación y evaluación de antecedentes disponibles y del reconocimiento de campo. De acuerdo a esto, se obvió la realización de un balance hidrológico de cierto rigor, teniendo en cuenta la potencialidad del recurso y su relación con el requerimiento planteado por éste proyecto. Contribuyó además la posibilidad real de ubicar captaciones muy cercanas a la barrera positiva Río Chimehuín, con lo que los cálculos convencionales de Reservas también perdieron trascendencia. Por imposibilidad de conseguir medios acordes con el presupuesto previsto para el rubro, no se realizó el Reconocimiento Aéreo planteado en la metodología original.

Respecto a la fuente superficial, en una gran proporción, la información utilizada fue de naturaleza secundaria. Para aproximar parámetros de diseño de alcantarillas, en la zona cercana a la Planta de Tratamiento donde colapsa el Canal de alimentación en 1984, se realizó el cálculo pertinente aplicando el método del Hidrograma Unitario Sintético (1).

2.3. DESCRIPCION DE TAREAS REALIZADAS.

2.3.1. Recopilación y evaluación de antecedentes.

La información utilizada en Hidrología Superficial fue muy reducida. La caracterización hidrológica del Río Chimehuín se realizó en función de la información proporcionada por el Inventario de los Recursos Hídricos pro-

vinciales, A.P.A.-HIDRONOR (2), inédito. La descripción de las particularidades químico-bacteriológicas fueron tomadas de los análisis respectivos, realizados por el Laboratorio Químico del E.P.A.S.

El tratamiento de los aspectos hidrometeorológicos del área de estudio, implicaron la utilización de diversos antecedentes. Anuarios estadísticos del Servicio Meteorológico Nacional, 1973 (3) e INTA, 1978 (4); Balances Hidrológicos inéditos del C.F.I., 1989 (5) y las "Cartas de Precipitación de la Zona Oeste ... ", UNCo-C.N.P., 1963 (6), fueron utilizados para la caracterización climática del área.

La información de base utilizada en Geohidrología provino de los antecedentes obrantes en el E.P.A.S. y la Hoja Geológica "Junín de los Andes", 1973 (7).

Del organismo contraparte se obtuvo toda la información relacionada con las perforaciones que ejecuta la Dirección pertinente, más los análisis químico-bacteriológicos correspondientes a alguna de ellas. Los datos consignados habitualmente en los antecedentes son: perfil litológico, tiempo de avance de la máquina, entubamiento de las captaciones y los datos de niveles y caudales característicos producidos en ensayos hidráulicos por cuchareo.

La crítica a esta información debe puntualizar la falta de control geológico en boca de pozo y las limitaciones propias del método de ensayo hidráulico practicado, que impide la determinación analítica de la Transmisividad.

2.3.2. Fotointerpretación y reconocimiento hidrogeológico.

Para la fotointerpretación se utilizaron los fotogramas del vuelo Plan Cordillerano, volado en 1962-63 por Aero Exploración - IFTA, para la Dirección Nacional de Fabricaciones Militares, escala 1:50.000. Se realizó una interpretación expeditiva de aquellos rasgos geológicos y geomorfológicos que pudieran incidir en los aspectos geohidrológicos y en la comprensión del fenómeno aluvional. En cuanto a este último, se verificó la situación a nivel de la alta cuenca por su incidencia en la calidad de agua del río y a nivel más local, en el frente de barda de su margen derecha, en la zona surcada por el canal de alimentación a la planta.

Con posterioridad a ésta tarea se realizó un reconocimiento geológico de campo, también de carácter expeditivo, con el fin de confirmar las evidencias surgidas en la fotointerpretación, relacionadas con los dos objetivos arriba mencionados.

2.3.3. Censo de manifestaciones hidrológicas.

En diciembre de 1989 se realizó un censo geohidrológico que tuvo como objetivos fundamentales, la seriada hidrométrica y el muestreo hidroquímico. En total, se identificaron 15 captaciones de agua subterránea, cuya ubicación puede observarse en el Gráfico N° 5. Se determinaron los niveles estáticos y en algunas de ellas, después de minutos de bombeo, se extrajo muestra para su análisis químico. Si bien no se contó con la nivelación topográfica en boca de pozo, con la información altimétrica existente, pudieron inferirse comportamientos hidrodinámicos.



2.3.4. Mediciones geoeléctricas de reconocimiento.

Como parte del estudio geohidrológico del Valle del río Chimehuín, aguas arriba de la ciudad de Junín de los Andes, en abril de 1989 se inició un programa de reconocimiento geoeléctrico. Se midieron 27 sondeos eléctricos verticales (SEV), de 500 m de longitud máxima, cuya finalidad fue la de aportar, en base a contrastes de la resistividad, información indirecta relativa a la naturaleza hidrogeológica del subsuelo.

Efectuada una primera interpretación de las curvas de resistividad aparente, los resultados se presentan en secciones geoeléctricas esquemáticas. Estas secciones podrán ser reelaboradas a la luz de la información todavía en etapa de procesamiento.

2.3.4.1. Metodología.

El método utilizado en las mediciones es el de Schlumberger de cuatro electrodos, AMNB. Los electrodos A y B, interconectados a través de una fuente de corriente eléctrica y un miliamperímetro con la porción de terreno involucrada, constituyen el circuito de emisión. Los de potencial, MN, conectados a un milivoltímetro conforman el circuito de recepción.

Como es sabido, un SEV consiste en una serie de determinaciones de la resistividad aparente con la distancia AB creciente. El dispositivo empleado se caracteriza por mantener durante toda la medición la distancia MN despreciable frente a AB. En la práctica: $MN < AB/5$, (Orellana, 1982)(8).

La resistividad aparente se calcula mediante la expresión:

$$\rho_a = \frac{\pi}{4 \times MN} (AB^2 - MN^2) \frac{V}{I}$$

Donde "V" es la diferencia de potencial medida entre los electrodos MN, cuando por el circuito de emisión circula una corriente "I".

Los valores de resistividad aparente, ρ_a , obtenidos en el campo, se vuelcan en un gráfico bilogarítmico en función del semipartamiento electródico $AB/2$, dibujándose en base a ellos una curva de resistividad aparente (CRA), o curva de campo. Esta curva posee la información necesaria para obtener la distribución vertical de resistividades y espesores en el punto del sondeo.

En el presente caso y para lograr este objetivo se utilizó el método de Zohdy (1974) (9), el que requiere la digitalización de las curvas de campo a razón de seis puntos por ciclo logarítmico. Los pares de números (ρ_a , $AB/2$) así obtenidos, son los datos de un programa en lenguaje FORTRAN perteneciente al mismo autor (Zohdy, 1973) (10), cuya salida proporciona los cortes geoelectricos correspondientes a los sondeos procesados. Agrupando estos cortes según trazas, preestablecidas o no, se elaboran las secciones geoelectricas que facilitan una adecuada visualización del modelo geoelectrico encontrado.

2.3.4.2. Instrumental.

El instrumental empleado en las mediciones, de marca GEOELEC, para corriente continua, fue integrado por las siguientes unidades:

	ALCANCE	RESOLUCION	PRECISION
-Miliamperímetro	200mA, 2000mA y 10A	0.1mA	1 %
-Milivoltímetro	200 mV y 2000 V	0.1mV	1 %

-Convertidor de 250W y salida máxima de 500V (en corr. continua).

Accesorios: una batería de acumuladores de 12 V, electrodos impolarizables y metálicos para el contacto con el terreno de los circuitos de recepción y emisión, respectivamente, y el cable necesario para las conexiones.

2.3.4.3. Presentación de resultados.

La ubicación de los SEV se ajustó a la obtención de ocho secciones geoelectricas, coincidentes con los perfiles dibujados en el Gráfico N° 5 y designados según la referencia siguiente:

SECCION	UBICACION	CANTIDAD DE SEV
A	Perfil casa de Anchorena	3
B	Perfil Piscifactoría	2
C	Perfil Dción. de Ecología	3
D	Perfil Tropezón	4
E	Perfil Casino de oficiales	2
F	Perfil Batallón	4
G	Perfil calle Necochea	3
H	Perfil calle Lonquimay	3

Tales secciones, (Gráficos Nos. 6 a 13), se dibujaron en base a la agrupación de los valores de resistividad en rangos cuyos límites, siendo arbitrarios, no deben ser correlacionados directamente con horizontes hi-

drogeológicos determinados.

En general, las curvas de campo muestran un claro contraste entre capas resistivas superiores y una base o piso conductor. En las secciones geoelectricas, aquellas se identifican mediante rangos de resistividad superiores a $20 \Omega \cdot m$, diferenciándose entre ellas tres niveles de resistividad cuyos límites son 300, 100 y $50 \Omega \cdot m$. El piso conductor tomaría, para este intento de elaboración de un modelo sencillo, resistividades menores de 20 ohmios-metro.

En muchos casos, tal como se observa en los cortes geoelectricos de los distintos SEV, puede diferenciarse un piso de menor resistividad, pero, dado que no todas las curvas son lo suficientemente prolongadas como para generalizarlo, se prefiere en esta etapa, limitar la construcción de las secciones con el rango mencionado.

Descontada una altimetría relativa ajustada, las secciones se representan asumiendo una topografía plana y horizontal, lo que no influye relativamente en los análisis a efectuar dada la escala de trabajo adoptada.

2.3.5. Ensayos de bombeo en captaciones preexistentes.

Se programó la realización de cuatro ensayos de bombeo para ampliar el conocimiento de la hidráulica del acuífero del Valle del Río Chimebúin. La selección se realizó intentando la búsqueda de la mayor cobertura geográfica, compatibilizando las complejidades operativas con la infraestructura disponible y la de las propias perforaciones.

Con el criterio enunciado, se eligió para los bombeos de ensayo a las si-

guientes perforaciones, todas ellas ejecutadas por E.P.A.S.: Escuela N° 187, Vivero de CORFONE, Plaza Primeros Pobladores y Ejército-RIM 26. Por imprevistos que mediaron entre la programación y ejecución de las pruebas, no pudieron efectivizarse las dos últimas; en la perforación de la Plaza porque se construyó una casamata de protección antes de montarse la bomba y en la del Batallón N° 26, porque fue equipada en ese período, sellándose con tapa de acero el espacio anular entre la tubería y la impulsión de la bomba.

El ensayo de bombeo de la perforación 18.13/17.11.88, perteneciente a la Escuela N° 187 se realizó el 27/10/89 con una electrobomba marca Pluvius, de 7 HP, propiedad del EPAS, ya que la perforación no se encontraba equipada. Se aforó un caudal de aproximadamente 30 m³/hora durante 2 horas, realizándose una prueba de recuperación de 24 horas de duración. No se contó con pozo de observación.

El 8/12/89 se realizó el aforo de la perforación 16.13/2.80 del E.P.A.S., propiedad de CORFONE S.E. y ubicada en el Vivero de la empresa. Se realizó un ensayo de bombeo de 24 horas, a un régimen de 64 m³/hora, con una prueba de recuperación de 12 horas. Se contó con dos pozos de observación: la perforación 16.13/25.2.83 (E.P.A.S.) propiedad del Matadero Municipal, ubicada a 142 metros y un segundo, materializado por otra perforación perteneciente a CORFONE, de la que no se cuenta con información, situada a 72 metros del pozo de bombeo.

Por otra parte, aunque no fuera programado, se ejecutó un ensayo de bombeo expeditivo en la Galería Filtrante del Valle de San Cabao, construida por E.P.A.S., a escasa distancia de la Planta de tratamiento. En ésta se realizó un ensayo de recuperación después de 30 minutos de bombeo, a un caudal medio de 45 m³/hora.

2.3.6: Análisis químicos.

Atento a la excelente calidad de agua, tanto superficial como subterránea, se restringió en gran medida la tarea. No se realizó un seguimiento de la variación estacional, ya que existía información antecedente. Por lo expuesto, la tarea se concentró en el Censo de manifestaciones realizado en diciembre de 1989, realizándose un total de 5 análisis químicos "ad-hoc".

El protocolo requerido a la Dirección de Laboratorio implicó agregar a las de rutina, las determinaciones de Hierro y Manganeso disueltos, sílice y el oligoelemento Flúor.

3. DESCRIPCION FISICA DEL AREA DE ESTUDIO

3. DESCRIPCION FISICA DEL AREA DE ESTUDIO.

3.1. DESCRIPCION DE LA CUENCA.

La localidad de Junín de los Andes se encuentra comprendida en la cuenca del Río Chimehuín, importante afluente del Río Collón Cura. Es una unidad hidrográfica de una gran potencialidad hidráulica y está ubicada en el Suroeste de la provincia del Neuquén, lindando con la República de Chile. La cuenca tiene una superficie de aproximadamente 3.400 Km².

En la mitad occidental de la cuenca se localiza una serie de lagos, que en su conjunto cubren una superficie del orden del 10% del total. De Norte a Sur se ubican el Paimún, Huechulafquen, Epulafquen, Currhué Grande y Chico y el Lolog. Estos lagos son una fuente de regulación hidráulica y climática y constituyen cubetas de sedimentación que determinan una excelente calidad física para los ríos que nacen de sus aguas. Es el caso del río Chimehuín y sus afluentes principales, el río Currhué y el arroyo Quilquihue.

El clima de la cuenca presenta una marcada variación en sentido este-oeste, con un incremento de la pluviosidad que determina un carácter semiárido para el Este, con medias de 500-600 milímetros hasta una condición de hiper-húmedo, con promedios superiores a 3000 milímetros, en el límite con Chile.

La geología presenta un modelo de fácil comprensión. Rocas muy antiguas configuran el basamento de la cuenca y caracterizan el Oeste del área, donde afloran y conforman el núcleo de la Cordillera del límite. Mayoritariamente son rocas graníticas (Formación Huechulafquen) y metamorfitas,

preferentemente entre estas últimas esquistos y filitas, (Formación Colohuincul). Al Este de la longitud de $71^{\circ} 15'$ aparece una cubierta sedimentario-volcánica cenozoica, recubriendo al basamento cristalino descrito. Los más antiguos y representativos son los depósitos del Colluncoreense (Groeber, 1929), constituidos por tobas y tufitas del Mioceno, de amplia distribución en el SW neuquino; hay afloramientos saltuarios de vulcanitas pliopleistocénicas en coincidencia con altos topográficos. En las depresiones se localizan depósitos de origen glacial (morenas) y glaci-fluviales, de edad pleistocénica, y arenas y gravas, fundamentalmente fluviales, del Reciente y Actual.

La cuenca presenta un relieve maduro, peneplanizado y disectado. Morfológicamente se presenta un paisaje de lomadas y colinas, más elevadas al Oeste, en el que la erosión glaciaria talló y ensanchó valles preexistentes, con intensidad decreciente hacia el Este.

Los rasgos dominantes de la cuenca en su mitad occidental, son los de origen glacial. Los grandes lagos embalsados por morenas y los valles en U, como expresiones más conspicuas de las glaciaciones pleistocénicas, son los que la caracterizan morfológicamente. En la mitad oriental la influencia glacial es menos dominante y se restringe a algunos valles, donde se preserva el perfil en U. Se acrecienta la influencia fluvial en el paisaje, enmascarando en algunos valles la glacial y otro tanto ocurre con el agente endógeno por excelencia, el vulcanismo, cuyos representantes petrográficos, los Basaltos II y III, conforman relieves en algunos casos de mesetas y bardas y en otros, constituyen culminaciones topográficas.

3.2. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

Como se indicara en 2.1., el área de estudio se encuentra enmarcada por las coordenadas geográficas de 39° 52' y 40° 00' de latitud Sur y 71° 03' y 71° 10' de longitud Oeste. Esto determina una superficie de 150 Km², dada por 15 Km de extensión norte-sur y un ancho de 10 Km. Dentro de ésta zona, la mayor parte de los estudios realizados se concentran en el valle del río Chimehuín, en el sector comprendido entre la latitud del Cerro Santa Julia y el límite sur del ámbito urbano de Junín de los Andes.

3.2.1. Hidrografía.

Englobada integralmente en la cuenca del Río Chimehuín, en el sector estudiado se destaca el colector principal y su afluente más conspicuo, el Río Currhué, que desagua en aquél en el límite sur del área. En los 20 Km recorridos por el Chimehuín solo recibe el aporte de cursos menores (de naturaleza temporaria) nacidos en elevaciones que coronan los relieves mesetiformes de las bardas, como los cerros de las Piedras Paradas y del Portezuelo y el alto de El Toscal por la margen derecha y el Cerro Santa Julia por margen izquierda. Estos tributarios rara vez superan los 5 Km de longitud.

3.2.2. Clima.

En lo que respecta al clima del área de estudio, o sea la condición local, es importante consignar que existe poca uniformidad en la valorización del parámetro Precipitación, de acuerdo a las distintas fuentes consultadas. Obviamente, se verifica un incremento sostenido en sentido

E-W en función del incremento del contenido de humedad de los vientos provenientes del Pacífico, como así también, en función directa con la altitud.

Con respecto a los valores asignados al parámetro, hay un divorcio entre lo medido y la traza actualmente aceptada para las isohietas del sector ubicado al oeste del meridiano de 70° LW. A ésta se llega por distintas vías, que por una u otra metodología de cálculo, conducen a su retrazado. Tal es el caso de los productos por convenio A.P.A.-HIDRONOR (2) y Universidad Nacional del Comahue-Centro Nacional Patagónico - CONICET (6).

Se acepta en éste trabajo que la pluviometría media anual de la zona varía entre 800 y 1000 milímetros para el sector comprendido entre el tramo Norte-Sur del Río Chimehuín y por el oeste, la longitud de la presa derivadora, donde nace el canal que abastece la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

En el Cuadro N° 1 se pueden visualizar los valores de los principales

CUADRO N° 1

PARAMETROS CLIMATICOS DE LA ZONA DE JUNIN DE LOS ANDES

	Junín de los Andes (773 m.s.n.m.)			Ea. Cullun-Co (890)	Ea. Chacayal (740)	Ea. Palithué (850)
	*	**		***	***	***
Prec.Media (mm)	540	634 (21-50)		866	538	687
Temp.Media Enero(°C)		17,3(41-50)		16,8	17,4	17,3
Temp.Media Julio(°C)		3,9(41-50)		3,7	3,7	3,8
E T R (mm)	471	-		-	-	-
Excesos (mm)	69	-		-	-	-
Déficit (mm)	176	-		-	-	-

Fuente: (*) C.F.I. (5)

(**) INTA (4) 1921-50 para Precipitación; 1941-50 para Temperatura.

(***) UNCO-CNR (6)

parámetros, de acuerdo a diversas fuentes. En él se han consignado los valores medios de Precipitación y Temperatura de tres estancias cercanas al área de estudio, para la mejor comprensión de las variaciones altitudinales y longitudinales. (Fig. 1)

ESTACIONES METEOROLOGICAS CROQUIS DE UBICACION

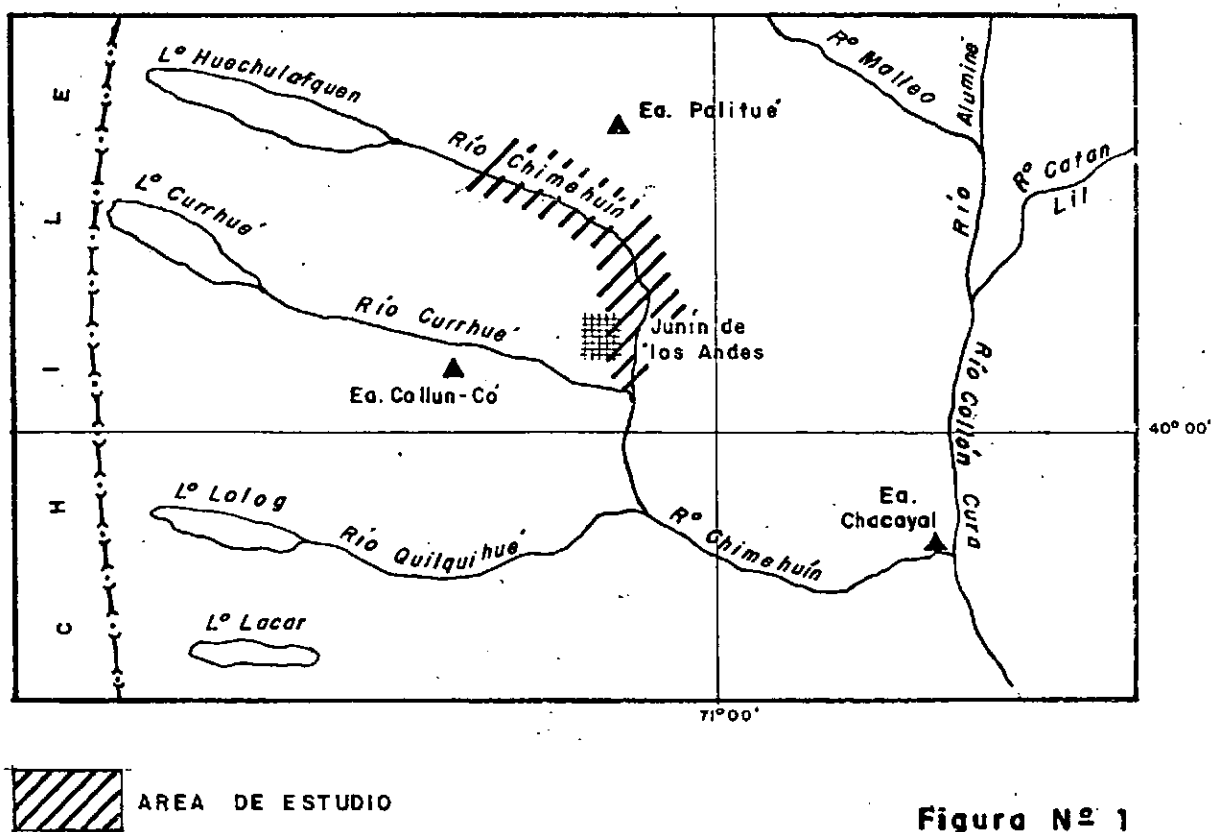


Figura N° 1

3.2.3. Geología.

Los rasgos geológicos de los alrededores de Junín de los Andes presentan

particularidades respecto a la cuenca. La más saliente es que todas las formaciones aflorantes son relativamente modernas, del cenozoico.

En efecto, la mayor parte de los terrenos del área de estudio pertenecen a sedimentos mayoritariamente tobáceos, que junto a tufitas y algunas intercalaciones de coladas basálticas, conforman la formación Chimehuín (Turner 1973) (7), representante local de una serie de sedimentos contemporáneos, afines genética y petrológicamente, que constituyen la unidad cronoestratigráfica denominada Colloncurense.

Con mucho menor representatividad areal, se presentan afloramientos de rocas volcánicas pertenecientes a tres ciclos, dos de ellos terciarios y uno del cuartario. Entre los primeros se destacan las coladas basálticas, brechas y aglomerados de la formación Rancahué, que remata el Cerro Media Luna, situado río mediante al Este de la localidad, a la altura del vivero CORFONE. Es de edad miocena. Algo más modernas, pliocenas, son las coladas andesíticas y basálticas de la formación Tipilihuque, que conforman el cono y base del Cerro Santa Julia, asimilables al Basalto II de Groeber. Por último, se debe mencionar a la Formación Hueyelthué, coladas de basaltos olivínicos que afloran frente a Junín, al Norte del Cerro Media Luna, en las colinas de Los Cerrillos; muy probablemente esta sea responsable de la desviación al Sur del río Chimehuín.

Completan la secuencia estratigráfica afloramientos de sedimentos del pleistoceno superior y reciente, conformados por los depósitos glacifluviales alojados en los valles de los ríos Chimehuín y Currhué, y los aluviales que rellenan depresiones menores, como las del paraje Tropezón, surcadas por tributarios del colector principal.

3.2.4. Hidrogeomorfología.

Localmente se destaca la influencia glaciaria en el paisaje, presente en el rasgo más conspicuo del área, el Valle del río Chimehuín, que se considera (7) preexistente a la acción de los hielos. Lo que puede afirmarse según observaciones realizadas en este trabajo, es que la erosión fluvial del reciente y actual, aún no borró aquel sello.

El paisaje labrado sobre el Colluncoreense es de lomadas y colinas, interrumpido por algunas culminaciones como los Cerros Santa Julia, Media Luna y Los Cerrillos, en los que el agente construccional ha sido el vulcanismo. En el primero de estos, existe una importante participación de la remoción en masa, que determina un depósito extenso de derrubios.

En lo que hace al estudio de las geoformas y su vinculación con los procesos hídricos que sobre ellos se desarrollan, la zona presenta tres unidades, a saber: lomadas y colinas parcialmente niveladas por englasamiento, piedemonte y piso de valle. A su vez, dentro de las dos últimas, se verifica la existencia de subunidades, claramente discernibles. El piedemonte engloba al pedimento de flanco y la bajada. En el piso de valle se reconocen las terrazas fluviales y la llanura de inundación actual y subactual.

3.2.4.1. Lomadas y Colinas.

Labradas sobre las tobas del Colluncureense en la mayor parte del área, salvo en las vulcanitas plio-pleistocenas presentes al Norte y Este. Desde el punto de vista hídrico son zonas donde predomina el escurrimiento superficial en manto, en general protegido en un 80% del área por un tapíz

vegetal bajo, que cuando falta deja ver signos de importante erosión. Esto ocurre en general en los sitios donde se incrementan las pendientes y han sido erodados los suelos.

3.2.4.2. Piedemonte.

Son todas las áreas ubicadas topográficamente en posiciones intermedias entre los altos y el piso de valle. Su desarrollo es variado de acuerdo al lugar de la comarca que se considere; los factores que inciden en mayor grado para determinarlo son el control litológico y el desnivel entre culminaciones topográficas y el de base local de la erosión. En algunos sitios es posible distinguir claramente dos formas, en las que dominan procesos opuestos y tienen un comportamiento muy disímil respecto a la circulación de las aguas: pedimentos de flanco y bajadas.

Pedimentos de Flanco.

Predominan procesos de erosión y transporte y en general están tallados sobre roca consolidada o presentan una delgada cubierta de sedimentos, recubriéndola. La procedencia de estos es de índole local y su granometría es consecuencia directa de la pendiente. El fenómeno predominante es la erosión hídrica retrocedente, producto de escurrimiento encauzado y es una característica la proliferación de cursos y la escasa vegetación. Por lo descrito, obviamente, es un área donde los fenómenos de recarga se reducen a su mínima expresión.

Al Oeste de Junín de los Andes, se desarrolla un amplio piedemonte que ha reducido por erosión retrocedente casi a un filo a la colina respectiva.

En su máxima expresión tiene 4 Km. El límite oriental del pedimento todavía preserva el corte abrupto dado por el borde del entallamiento glacial del valle.

Bajada.

Forma constituida por coalescencia de conos aluviales, por lo que en su seno predomina la depositación. La pendiente es mucho menor que en el pedimento, aumenta la cubierta vegetal y se favorecen los fenómenos de infiltración, constituyendo la cabecera de la zona de recarga local de los acuíferos.

Al oeste de Junín, se adosa al pedimento de flanco y tiene un desarrollo restringido en sentido transversal al valle, que rara vez supera los 500 metros. En sus estribaciones orientales traslapa la terraza fluvial más antigua.

3.2.4.3. Piso de Valle.

En esta unidad se desarrollan todos los estadios del ciclo subterráneo: recarga, conducción y descarga. Es la más conocida tanto por información directa como indirecta de subsuelo.

Terrazas Fluviales.

Tienen un muy buen desarrollo en el área de estudio, y salvo en la porción de valle de no más de un kilómetro de extensión, situada frente a

la planta de tratamiento de agua potable, se desarrollan en la margen derecha del río.

Constituyen áreas de muy escasa pendiente y en general de abundante cubierta vegetal de naturaleza arbustiva, lo cual favorece los fenómenos de infiltración.

En Junín se observan 2 niveles de terrazas muy definidos cuyo límite corre subparalelo a la ruta complementaria "d", unos 100 metros al Este de esta. La terraza más antigua tiene una transición poco visible con la bajada del piedemonte.

Llanura de inundación.

Se reconoce como aquel ámbito del piso de valle en el que discurre el cauce actual, aún en crecientes extraordinarias. En él se dan los fenómenos de recarga y descarga del acuífero, de acuerdo a la condición influente o efluente respectivamente, de este con respecto al río. En la zona de estudio hay sectores en los que alcanza amplio desarrollo, superando el kilómetro de ancho como frente a la planta de tratamiento y en la zona de la curva donde el río Chimehuín tuerce su rumbo al Sur.

4. CARACTERIZACION DE LAS FUENTES ALTERNATIVAS

4. CARACTERIZACION DE LAS FUENTES ALTERNATIVAS.

4.1. AGUAS SUPERFICIALES.

Merecerán atención en este punto solo aquellos elementos hidrográficos que por su ubicación, características y potencial, pueden constituirse en fuentes alternativas de provisión. En atención a ello, se analizarán los ríos Curruhué y Chimehuín y el Lago Huechulefquen, destacándose que el segundo de los nombrados, merecerá el análisis más pormenorizado por reunir "a priori" aquellos requisitos y constituir actualmente la fuente de suministro a la localidad.

4.1.1. Río Curruhué.

Es un afluente del río Chimehuín, que nace de los lagos Curruhué Grande y Chico, a los cuales desagua. Después de recorrer aproximadamente 30 Kilómetros desemboca en el río Chimehuín.

No se poseen datos cuantitativos respecto a la aptitud físico-química de sus aguas para ser utilizadas como fuente. De la observancia de las características geohidrológicas de su cuenca, es de esperar un comportamiento similar al del Chimehuín y por lo tanto, muy bueno.

La captación debería realizarse a 7.000 metros de la localidad, a aproximadamente cota 800 m.s.n.m. para realizar la conducción por gravedad. De mediar bombeo, podría ser tomado en su intersección con la ruta complementaria "d", ubicada a una altitud similar a Junín de los Andes (773 m.s.n.m.) y conducido por acueducto de 3.500 metros a la localidad.

En definitiva, no se lo considera como fuente alternativa para este período de diseño, pero se advierte sobre su potencial para que, ante un eventual desmejoramiento de la fuente Río Chimehuín por contaminación por efluentes o de otra índole, sea tenido en cuenta y estudiado.

4.1.2. Río Chimehuín.

Este importante curso, colector principal de la cuenca homónima, nace en el Lago Huechulafquen y corre en dirección al Este, para torcer bruscamente su rumbo al Sur cerca de la localidad de Junín; retoma el sentido original cuando recibe al arroyo Quilquihue y después de recorrer 50 km, desemboca en el río Collón Curá.

4.1.2.1. Caracterización hidrológica.

Esta descripción se realiza en base a mediciones realizadas en la estación de aforos Ea. Casa de Lara, perteneciente a la empresa Hidronor S.A., ubicada en las nacientes del río, en el lago Huechulafquen. Se entiende suficientemente representativa a los fines presentes, ya que los aportes entre la estación de aforos y la zona de estudio son despreciables, no existiendo cursos de agua permanentes.

Si se observa el hidrograma se evidencia un río de régimen mixto, con elevada regulación natural. El régimen mixto está representado en el Gráfico N° 2 por los dos "domos"; corresponden, el primero, a la época de máxima precipitación en los meses de junio-julio y agosto; y el segundo, al período de deshielo correspondiente a los meses de octubre, noviembre y diciembre. Los valores mínimos se registran durante los meses de verano, ex

tendiéndose hasta el mes de abril.

Observando la relación existente entre caudal mínimo medio mensual y máximo medio mensual (Gráficos N°s. 3 y 4), se evidencia claramente el efecto regulador de los embalses naturales que representan los lagos Huechulafquen, Paimún, Curruhué Grande y Epulafquen, que como se dijo, representan en superficie más del 10% del total de la cuenca.

A continuación se expresan los valores característicos más significativos para este estudio:

Caudal mínimo medio diario = 3,0 m³/seg (abril 1946, 49, 53; mayo 1946, 48)

Caudal máximo medio diario = 341 m³/seg (agosto 1954)

Caudal mínimo medio mensual = 64 m³/seg (abril 1953)

Caudal medio anual = 67,8 m³/seg (con 33 años de registros)

Area de aporte = 1004 Km²

Lámina media efectiva = 2.137 mm.

Análisis hidrológico del Colapso del Canal.

En oportunidad de realizarse los reconocimientos visuales del sistema de provisión, se pudo comprobar el sitio en que fue colapsado el canal en 1984. Este se encuentra a aproximadamente 250 metros aguas arriba de la Planta de Tratamiento, habiéndose reconocido la pequeña cuenca de laderas escarpadas y escasa cubierta vegetal, cuya creciente produjo la rotura del terraplén de la ruta complementaria "h" y el canal.

Esta cuenca fue posteriormente reconocida mediante la fotografía aérea es



cala 1:50.000 utilizada en el estudio. De allí surgieron por medición los parámetros físicos necesarios para el cálculo del Caudal Máximo escurrido, realizado por el método del Hidrograma Unitario Sintético, con los ajustes realizados por Linsley (1).

La tormenta que ocasionó el fenómeno se produjo el 9 de junio de 1984 y fue registrada por el pluviómetro ubicado en Junín de los Andes, midiéndose 91 milímetros en un día. Esta tormenta tiene una recurrencia observada para el área de estudio de 15 años.

El cálculo del caudal máximo escurrido es el siguiente:

$$t_p = C'_t \left(\frac{L \cdot L_g}{5} \right)^{0.38}$$

$$C'_t = 1,73 \quad A = 0,8 \text{ km}^2$$

$$L = 1,65 \text{ km} \quad P = 91 \text{ mm}$$

$$L_g = 0,8 \text{ km}$$

$$S = 0,24 \text{ (24\%)}$$

$$t_p = 2,52 \text{ horas}$$

$$t_r = \frac{t_p}{5,5} = 0,46 \text{ horas (tiempo que transcurre para una tormenta unitaria)}$$

$$t'_p = t_p + \frac{t_R - t_r}{4}; \quad t_R = 24 \text{ horas}$$

$$t'_p = 8,4 \text{ horas}$$

$$q_p = \frac{275 \cdot C_p}{t'_p} = 19 \frac{\text{lt}}{\text{seg km}^2 \text{ mm}}$$

$$Q_p \text{ total} = q_p \times A \times P = 19 \times 0,8 \times 91 \text{ lt/seg} = 1,4 \text{ m}^3/\text{seg}$$

t_p : tiempo que transcurre entre el comienzo de la tormenta y el máximo caudal.

L : Longitud máxima del curso principal de la cuenca.

L_g : distancia entre el centro de gravedad en planta de la cuenca y el punto de cierre de la misma.

S : pendiente media de la cuenca.

C'_t : constante que depende de las condiciones geográficas de la cuenca.

t_R : tiempo en que transcurre la tormenta de estudio.

t'_p : tiempo al pico corregido.

C_p : constante de ajuste
(0,56 \leq C_p \leq 0,59)

Con este valor de caudal podemos calcular la alcantarilla necesaria a colocar en los terraplenes del canal y del camino.

Es necesario tener en cuenta para el cálculo que la alcantarilla no funcione a sección llena de manera que no sea necesario revestir la cabecera y que se respete al colocarla la pendiente natural del terreno (que no sea menor para que no se embanque).

Según ábaco del U.S. Bureau of Publics Roads:

Para 1,4 m³/seg, con el 80% de la sección escurriendo, el diámetro será,
 $D = 1.200 \text{ mm.}$

4.1.2.2. Caracterización física.

Es muy escaso el conocimiento cuantitativo que se posee del Río Chimehuín en éste aspecto.

En la alta cuenca del río Chimehuín y específicamente en el Valle de San Cabao, se dan condiciones geológicas, topográficas e hidrometeorológicas concurrentes para producir un desmejoramiento de las condiciones de excepcionalidad con que el río nace en el Lago Huechulafquen. Estas situaciones, cuya recurrencia no se conoce con exactitud, tienen su materialización con tormentas de intensidades medias y altas, de corta duración, que ocurren en ocasiones (preferentemente otoño) después de largos periodos con déficit hídrico. Es entonces cuando se carga de sólidos el río, al que llegan por cursos temporarios o escurrimiento laminar. Si bien no se dispone de datos sedimentométricos, se puede inferir que una alta proporción del material en suspensión está constituida por arenas y limos.

Análisis químicos suministrados por la Dirección Laboratorio del E.P.A.S., dan cuenta de valores muy disímiles. Para el 28-8-89 se midieron 1,5 U.N.T. en determinación solicitada por la Dirección Servicios del Interior de este Organismo. En cambio, a requerimiento del S.N.A.P., con fecha 22-6-88 se midieron 30 U.N.T., reflejando una condición en toma de canal, que no puede ser muy distinta en río abierto. No se posee información adicional sobre duración, intensidad, lámina precipitada en la probable tormenta y posición del muestreo relativo a la "onda de turbidez".

En el Cuadro N° 2, pueden observarse, además de las muestras mencionadas otras dos pertenecientes al Canal de agua cruda que abastece la Planta de Tratamiento. Se consideran asimilables al río Chimehuín, como todas aquellas que corresponden a épocas "normales", dado que se supone no reciben carga de sólidos adicional del faldeo.

En definitiva, pueden preverse condiciones excelentes en la mayor parte del año, pero probabilidad cierta en el período anual de ocurrencia de fenómenos aluvionales que desmejoran hasta la impotabilidad la condición física. Huelga señalar que la referida condición de excepcionalidad tiene que ver con la vecindad de la enorme cubeta de sedimentación que representa el Lago Huechulafquén.

4.1.2.3. Caracterización química.

Agua de condiciones excepcionales dada por una muy baja salinidad. Los mismos análisis citados en el apartado anterior, constituyen los únicos datos disponibles. La salinidad relativa expresada en términos de conductividad específica es inferior a 50 $\mu\text{mho.cm}$ (47 y 37 a 20° C); son relativamente bicarbonatadas (24 y 23 ppm $\text{CO}_3 \text{ Ca}$) y de pH neutro o básico

CUADRO N° 2

CALIFICACION FISICA DEL AGUA DEL RIO CHIMEHUIN

PROPIEDAD FISICA										
FUENTE	FECHA	COLOR (Unidades)				TURBIDEZ (U.N.T.)				Califi cación final (1)
		Acons. (< 2)	Acept. (5)	Toler. (12)	Inapta (> 12)	Acons. (< 0,2)	Acept. (1)	Toler. (3)	Inapta (> 3)	
- Canal	2/03/88	2				0,70				POTABLE
- Red (P. Milanésio 550)	2/03/88	2				0,90				POTABLE
- Toma Canal (2)	22/06/88			8					30	NO POTABLE
- Río Chimehuín altura Planta Tratamiento	28/08/89		4					1,5		POTABLE
- Canal	28/08/89		4					1,3		POTABLE

(1) La calificación es indicativa cuando se trata de Canal, ya que es previa a su tratamiento en Planta.

(2) Esta muestra es analizada como perteneciente al Río, ya que proviene de la misma toma del Chimehuín.

(7,2 y 8,1). No presentan oligoelementos.

Importa destacar las diferentes condiciones que presentaba el río cuando el muestreo. En un caso sin sedimentos suspendidos y en otro, con importante turbiedad. Esto sirve para señalar que aún en esas disímiles situaciones, la respuesta química era la misma, evidenciando una calidad uniforme para un área de aporte probablemente ampliada, si asociamos el aumento de turbidez a una tormenta. Quizás esa elevada turbidez determine un valor para hierro total de 1,50 ppm, no representativo del tenor en el agua sino del total integrado agua-sedimento.

4.1.2.4. Caracterización bacteriológica.

Aunque no se haya realizado por este estudio una investigación "ad-hoc", la información secundaria recabada, si bien insuficiente y asistemática, revela que actualmente el río Chimehuín presenta signos de contaminación muy bajos. Esto está de acuerdo en general con las características del río, ya que a pesar de que soporta al recorrer el área de estudio, la mayor presión de todo su desarrollo, todavía presenta condiciones más que aceptables.

En efecto, a partir de poco antes de torcer su rumbo al sur, en jurisdicción de las instalaciones del Ejército, comienza a recibir los efluentes producto de estos asentamientos. Son dos descargas de líquidos crudos provenientes de la población militar, a la que se agrega una tercera en área urbana, en la intersección de calle San Martín y el río. A este lugar confluyen un fluido tratado por la planta depuradora (Bos. Primeros Pobladores y Provincial) y otra vertiente cruda, que colecta el casco antiguo.

En el Cuadro N° 3 se pueden visualizar 5 análisis bacteriológicos de aguas superficiales. En todos ellos las concentraciones bacterianas están muy lejos de los tenores admisibles para agua cruda. En solo dos, existen tenores de coliformes de cierta significación; una se explica por encontrarse aguas abajo de una descarga cloacal (no se consigna cuál de ellas); la otra (Análisis N° 16525) debe atribuirse a un fenómeno muy coyuntural, ya que en el mismo sitio, cuarenta días antes, no existía ningún signo contaminante.

De todos modos, a las descargas cloacales deben añadirse como focos potenciales de contaminación, de no observarse un tratamiento adecuado, los efluentes del Parque Industrial y los provenientes de la radicación de una villa veraniega, que sobrevendría al loteo ubicado en la margen izquierda del nacimiento del Río Chimehuín.

De seguir existiendo o acentuarse estas carencias de infraestructura, el problema se vería acrecentado en años con estiajes muy pronunciados, en los que las condiciones de excepción del río dejarían de manifestarse.

4.1.3. Lago Huechulafquen.

Es de origen glaciar y conforma un cuerpo de agua múltiple con los lagos Paimún y Epulafquen, de los que está separado por angosturas. Su superficie es de 80 km². La calidad físico-química de sus aguas es óptima; se las puede clasificar como bicarbonatadas sódicas, aunque con bajísima mineralización (residuo seco a 110° C, 61 mg/lt). Constituye una fuente alternativa a futuro.

CUADRO N° 3

ANALISIS BACTERIOLOGICOS DEL RIO CHIMEHUIN

FUENTE	N° Analisis	Fecha	Bacterias aerobias (AGAR 37° C) 24 hs.)	Bacterias Coliformes totales (n.m.p./100 ml)	Bacterias Coliformes fecales (n.m.p./100 ml)	Bacterias Coliformes Grupo C.E.K. (n.m.p./100 ml)	Seudo- nas aerug- nosas
<u>RIO CHIMEHUIN</u>							
- río altura toma agua Ejército	16145	31/10/89	1.700	< 2	-	-	NC
- río altura Planta Trat. agua potable	16143	31/10/89	180	< 2	-	-	NC
- río a 300 m de descarga líquidos cloacales	17726	14/05/90	180	150	75	75	NC
- canal toma río	16522	12/12/89	?	9,1	4,55	4,55	NC
- río altura toma agua Ejército	16525	12/12/89	> 10.000	63	29	64	NC

4.2. AGUAS SUBTERRANEAS.

Se presentan los resultados de la investigación realizada, habiéndose alcanzado un nivel de prediagnóstico de la fuente subterránea. A esta altura resulta compatible con el alcance de selección de la fuente, dado que puede afirmarse que por su cantidad y calidad no constituye un factor limitante del proyecto.

4.2.1. Hidrogeología.

4.2.1.1. Carácter de las formaciones geológicas.

Expuestas (3.2.4.) las características geomorfológicas del área y fundamentalmente las implicancias hidromorfológicas, se pasa a describir cuál es la respuesta para receptor, alojar y conducir el agua subterránea de las formaciones geológicas presentes, en su totalidad aflorantes en el área de estudio. Dado el objetivo, alcance y la relación favorable entre oferta y demanda del recurso planteada por el presente proyecto, no cabe ninguna discusión respecto a cual es el límite de interés en cuanto a la investigación de subsuelo. Por estos motivos y al margen de lo estrictamente temático, la formación Chimehuín (Turner, 1973) (7) constituye el basamento hidrogeológico del área.

Con ésta como piso, se describirá a continuación el comportamiento hidrogeológico del resto de las unidades litroestratigráficas:

Fm Chimehuín (Mioceno).

Tobas y tufitas de colores amarillento ocráceo, pardo, gris claro, blancas. Se presentan frecuentemente en bancos de varios metros de potencia y solo en ocasiones estratificadas. Su permeabilidad primaria por porosidad intergranular es baja a muy baja y algo mayor cualitativamente (media-baja) puede catalogarse a la proveniente de los planos de estratificación. La secundaria producto de fisuración es media-baja.

En síntesis, estos afloramientos de extensión regional, son en definitiva y en el mejor de los casos, acuitados pobres por porosidad primaria o secundaria. En la zona constituyen vegas o mallines cuando se le superponen acarreos modernos que drenan por el contacto con aquél. Por lo expresado, se asigna a esta formación y a los fines del presente estudio, el carácter de basamento hidrogeológico zonal.

A los fines de reconocer la geometría de la cuenca subterránea, interesa seguir su evolución en subsuelo, como sustrato de las formaciones acuíferas. En el área de estudio se ha detectado en varias perforaciones realizadas por el E.P.A.S., la presencia de esta formación en su posición original de yacencia, cupiendo la posibilidad de que en algunos casos se trate de niveles redepositados de aquella.

En la perforación 18.13/25.10.88 ubicada en el Batallón RIM 26 del Ejército Argentino, se describió entre los 16-19 metros una toba cinerítica alterada. En la 18.13/12.12.88, de la Plaza Primeros Pobladores del barrio homónimo, entre los 12-15 metros, se describió una "arcilla amarillenta". A su vez, es posible que al mismo horizonte pertenezcan las arcillas descritas a profundidades similares en el Centro de Educación Física N° 8 (16.13/11.9.85) y en el Batallón RIM 26 (17.13/24.2.84), en las que se

las cita a los 14 y 15 metros, respectivamente.

Respecto a la prospección geoeléctrica, la falta de sondeos paramétricos impiden precisar un rango de valores de resistividad, al que podría asociarse la presencia de la formación. No obstante, se pueden realizar algunas especulaciones con buen grado de certidumbre, en virtud de que:

- 1) en todos los casos los cortes denuncian una caída constante de la resistividad con la profundidad,
- 2) de las formaciones Auca Pan, Huechulafquen o Colohuincul que pueden infrayacer a la Fm Chimehuín, se espera un comportamiento resistivo, en contraste neto con ésta,
- 3) no se reconoce en el área el piso de la formación pero Parker (7) estima espesores máximos de hasta 500 metros.

Por lo expresado, se considera que:

- 1) no se ha traspuesto eléctricamente a la Formación Chimehuín, habiéndose alcanzado frecuentemente los 100 y hasta un máximo de 140 metros de penetración (S.E.V. 10), en jurisdicción de la localidad, y
- 2) que por debajo de los 50-60 metros (resistividades menores de 20 ohmios-metro), en cualquier sitio del área prospectada del valle, subyace el Colloncureense.

La imprecisión en la identificación de la formación se manifiesta en algunos sondeos, con capas de resistividades comprendidas entre 25-100 ohmios-metro, ubicadas generalmente a profundidades del orden de 35-60 metros.

Formaciones volcánicas (Terciario superior-Cuartario inferior).

Se trata de las formaciones Rancahué, Tipilihuque y Hueyeltué, vulcanitas mayoritariamente basálticas, en las que aglomerados, andesitas y tobas son menos frecuentes.

Habitualmente presentan permeabilidad secundaria por fisuración y constituyen acuíferos que descargan por manantiales en el contacto con la base menos permeable, que local y regionalmente suele ser el Colloncurense. En el área de estudio no se han reconocido estos manantiales, ni se dispone de información directa o indirecta de su comportamiento hidrogeológico.

A los fines del presente estudio y al igual que a la Fm Chimehuín, a las vulcanitas cenozoicas, se las considera como basamento hidrogeológico, pero debe puntualizarse que la acepción en este caso tiene mucho que ver con el concepto de límite de zona de interés, más que con la evaluación de sus propiedades físicas.

Depósitos fluvioglaciares (Cuartario inferior).

Estos depósitos tienen una amplia distribución en el valle del río Chimehuín y constituyen un acuífero de excelentes aptitudes.

La distribución espacial de esta formación presenta dudas respecto a su relación con los depósitos francamente fluviales que se le sobreponen. A la luz de la información hoy disponible, sus afloramientos, de existir, se restringirían a la terraza fluvial más antigua del valle, pero su expresión subterránea se extiende a todo lo ancho del valle hasta su piso, los estratos del Colloncurense. Lo que no puede precisarse es la profun-

didat de la transición, existiendo elementos granulométricos que la ubican entre 4-8 metros en jurisdicción de la localidad, a partir de donde se han descrito gravas de mayor tamaño. (Perforaciones: más antigua del Batallón, C.E.F. N° 8, Esc. N° 187, Vivero CORFONE), producto de un flujo con mucha mayor energía.

La litología de los depósitos es parcialmente conocida. En forma directa se la ha reconocido hasta los 22 metros en jurisdicción de Junín, con una recuperación parcial de testigos. También existen evidencias indirectas (ensayos hidráulicos, prospección geoelectrica), que proporcionan información adicional.

En general se trata de gravas y gravillas provenientes de la destrucción de plutonitas y vulcanitas, con tamaños de 16 a 45 mm. La matrix es poco conocida, en función de la recuperación parcial de testigos aludida. Seguramente abarca todo el espectro samítico-pelítico, en una distribución que responde a una estructura de tipo torrencial, dada por la acción de un agente con menor capacidad de selección que el fluvial. De todos modos, la respuesta eléctrica e hidráulica obtenida evidencia de que al menos como condición media, las arenas predominan sobre las pelitas.

En el ámbito de la terraza fluvial antigua estas gravas están recubiertas por limos de naturaleza aluvial, en tanto que en la moderna y la llanura de inundación, a las gravas se le sobreponen estas retrabajadas o los productos de nuevos aportes del río.

La prospección geoelectrica muestra un comportamiento de medio a muy resistivo de éstos sedimentos. Se los asocia, atendiendo a su posición en secuencia a valores superiores a 100 ohmios-metro, que se superponen a capas con alternancia de resistividades comprendidas entre 20 y 100 Ω m, en-

tervalo que podría responder a estratos del Colloncurense y/o a propios de estos depósitos.

Depósitos fluviales (Holoceno-Actual).

Afloran en el ámbito de las terrazas fluviales más modernas y la llanura de inundación actual. Son gravas con matrix preferentemente samíticas. En ambiente de terraza inferior presentan granometrías menores a las que se le reconocen en la actual llanura de inundación y preferentemente en el cauce, correspondiendo posiblemente a un episodio más árido que el actual, en el que el colector estaba "más" disminuído.

Estos depósitos son de naturaleza francamente acuífera. Han sido reconocidos por métodos directos e indirectos, aunque, tanto por la información que se dispone de cutting de perforaciones, como por la interpretación de la geoelectrónica realizada, resulta muy poco probable separarlos de los glacifluviales.

Acarreos aluviales (Holoceno-actual).

Tienen poco desarrollo areal y se ubican fundamentalmente en el quiebre de pendiente entre los taludes a veces peneplanizados que vinculan las zonas altas con el piso de valle. Ahí se producen las acumulaciones del material acarreado, conformando conos aluviales que cuando evolucionan lateralmente coalescen y dan lugar a las bajadas, distribuyéndose longitudinalmente en los bordes de valle.

La granulometría dominante son arenas y limos, que en el área reconocen

preferentemente como roca madre a los estratos del Colloncurense y en menor medida, a las vulcanitas cenozoicas. Los depósitos son acuíferos o acuitardos, que por su morfología y ubicación, rara vez presentan espesores saturados de alguna significancia, lo que sumado al escaso volumen de los depósitos, deriva en su escasísima importancia como reservorios.

4.2.1.2. Geometría de la cuenca subterránea.

La cuenca subterránea tiene en planta la configuración superficial del valle del río Chimehuín, en cuyo subálveo se aloja prácticamente la totalidad del volumen circulante. A esto deben añadirse aquellas pequeñas subcuencas de los escasos y muy poco significativos tributarios, que presentan depósitos fluviales menores. Quizá la más conspicua sea la del afluente (sin nombre), que por la margen izquierda desagua los aportes del paraje El Tropezón.

El perfil de la cuenca responde a la entalladura provocada en el sustrato Colluncoranse por el exarado glacial. Las perforaciones y las 8 secciones geoeléctricas, han permitido tener una aproximación de su evolución en los algo más de diez kilómetros de valle, desde San Cabao hasta Junín de los Andes. (Gráficos 5 a 13)

La cuenca subterránea tiene un ancho medio de un kilómetro, que en el tramo de valle de rumbo norte sur y a la altura de la localidad, se aproxima a los 1.500 metros. Las profundidades máximas inferidas para cada sección geoeléctrica, podrían corresponder tentativamente con las de la cuenca; esto puede visualizarse en el Gráfico N° 14, confeccionado en función de las isópacas que involucran capas de resistividades mayores de 100 ohmio-metro. De acuerdo a ello, las profundidades oscilan entre 20 y 50 metros,

notándose que el eje de la cuenca, coincidente con los mayores espesores, estaría desplazado hacia el Oeste del curso actual del río. Es bueno reiterar el carácter indicativo de estas profundidades, obtenidas por métodos indirectos de prospección.

En la Fig. N° 2 se puede apreciar un perfil esquemático de la cuenca, en el que se observan las unidades hidromorfológicas e hidrogeológicas, estas últimas con las limitantes del estado actual del conocimiento del subsuelo.

4.2.2. Hidrología Subterránea.

4.2.2.1. Hidrodinámica.

La dinámica de los procesos geohidrológicos del área es elevada. Indicis directos como los geológicos, geofísicos e hidrométricos e indirectos como los hidroquímicos, lo confirman. Esa dinámica se concentra en el piso del valle del Río Chimehuín.

Las áreas de recarga del acuífero se localizan en la bajada del piedemonte y en las terrazas fluviales, que receptan las precipitaciones ácueas y níveas. La concentración de estas precipitaciones en el período invernal favorece los excesos hídricos y por ende, los volúmenes infiltrados. Esto determina en las zonas con algún desarrollo de estas unidades hidromorfológicas, un comportamiento de acuífero influente sobre el río, como puede comprobarse en el sector de rumbo meridional del valle. En esta zona, el gradiente del acuífero libre es de $2 \text{ a } 5 \times 10^{-3}$, el sentido de escurrimiento es NW-SE y las áreas de descarga se concentran en la llanura de inundación.

HIDROGEOLOGIA DEL VALLE DEL RIO CHIMEHUIN
PERFIL ESQUEMATICO

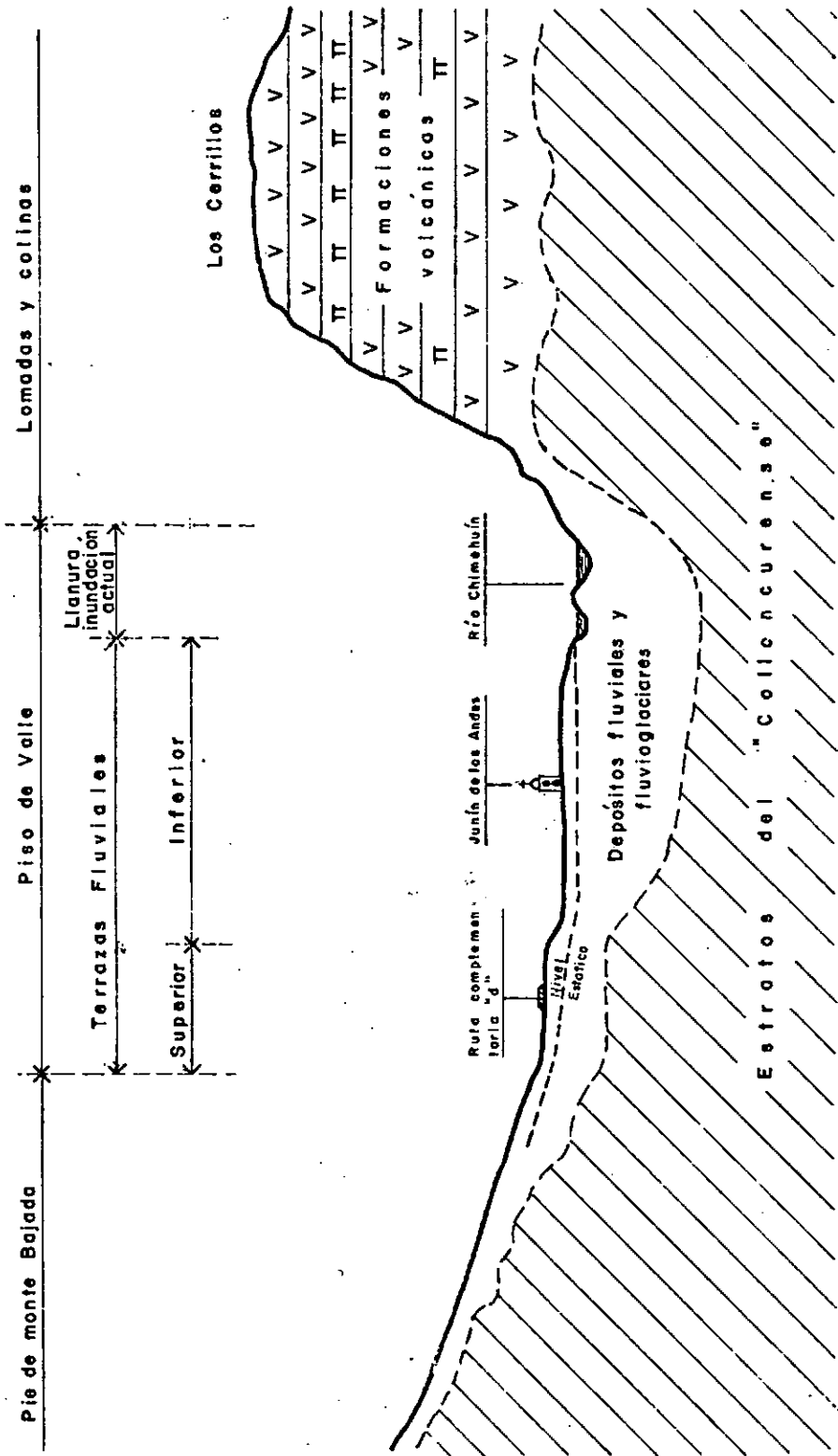


Figura N° 2



Cuando el río se recuesta sobre las paredes del valle, el agente de recarga se invierte y en este caso, el acuífero es efluente. En la galería filtrante del E.P.A.S., ubicada en el Valle de San Cabao sobre margen derecha del río, se puede verificar este carácter, habiéndose medido en gradiente hidráulico de $1,4 \times 10^{-2}$. Es muy posible sin embargo, que frente a esta obra, sobre margen opuesta, y concidente con un buen desarrollo de bajada y terrazas fluviales, la situación se invierta.

4.2.2.2. Hidráulica.

El acuífero ha sido estudiado en función de información generada de manera casi excluyente en el sector de valle donde se enclava la localidad. De todos modos, con las limitaciones propias del alcance pretendido, permite esbozar un modelo de su funcionamiento hidráulico, resultante de la comprensión alcanzada.

4.2.2.2.1. Carácter del acuífero.

Hay evidencias, como se apuntó en el apartado anterior, de tratarse de un acuífero de carácter libre y comportamiento influente en el sector de valle de Junín de los Andes. Esta condición debe ser indudable en la terraza moderna y en ambiente de llanura de inundación. Podría existir algún grado de retardo en el flujo vertical en ámbito de la terraza antigua, en atención a los limos que rematan el perfil litológico en su parte superior, de hasta 4 metros de espesor.

De la interpretación del ensayo realizado por C.F.I. en la perforación del vivero CORFONE, situada en ambiente de terraza moderna, a 200 me

tros del río Chimehuín, surgen evidencias concretas de recarga del río al acuífero, inducida por bombeo.

4.2.2.2.2. Parámetros hidráulicos.

Debe remarcarse la disímil calidad de los datos disponibles. Solo en 4 ca sos provienen de ensayos de bombeo y únicamente en dos de ellos, Vivero CORFONE y Escuela N° 187, la determinación de parámetros responde a la aplicación de métodos analíticos sobre los datos depresión-tiempo. En el resto de los casos, la transmisividad ha sido estimada por aplicación de relaciones empíricas sobre el dato de caudal característico. En función de lo expresado, deben asumirse como valores confiables de transmisividad solo aquellos provenientes de ensayos de bombeo. Los de permeabilidad con signados, deben ser considerados como órdenes de magnitud.

Transmisividad.

Existe un importante rango de variación del parámetro en la zona del valle adyacente a Junín. Hay una tendencia (ver Cuadro N° 4) al incremento de los valores para aquellas fuentes ubicadas sobre la terraza fluvial moderna (144-475 m²/día), respecto de la antigua (56-120 m²/día). Sobre ésta se ubica sin embargo la perforación de la Plaza Primeros Pobladores, en la que, si bien resultante de un ensayo de menor confiabilidad (cuchareo, escaso tiempo), el valor de caudal característico induce a estimar una T del orden de 300 m²/día.

La asociación del comportamiento de la T a las terrazas no se interpreta como vinculada a la génesis de estas. Responde, en parte, a la ubicación

CUADRO Nº 4

PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO FREATICO DEL VALLE

CAPTACIONES		Profund. (m.b.n.t.)	NIVEL ESTATICO			PARAMETROS HIDRAULICOS			
Tipo	Ubicación		Fecha constr.	IH ** (1986)	C.F.I. (1989)	Caudal Carac- terístico (m3/h.m.)	T (m2/día)	Espesor saturado (mts)(*)	k (m/día)
Perfor.	Batallón (84)	16,00	2,00(84)	-	-	1,67(c)	(56)	13,00	4,3
"	Batallón(1988)	19,50	2,00(84)	-	-	4,50(c)	(151)	14,00	10,8
"	C.Educ.Fís.Nº 8	15,00	1,80(85)	-	4,05	3,50(c)	(118)	9,95	11,9
"	Pza.Pros.Pobladores	15,70	4,00(88)	-	4,86	9,00(c)	(302)	7,14	42,3
"	Aserradero CORFONE	?	?	-	3,08	-	-	-	-
"	Flia.Bontempo	?	?	-	8,36	-	-	-	-
"	Esc. Nº 187	17,00	3,00(88)	-	3,10	2,80(b)(CFI)	207	> 19,20	< 10,8
"	Club Hípico	19,54	6,00(83)	-	-	3,33(c)	(112)	> 13,54	< 8,3
"	Viviero CORFONE (?)	?	?	1,98	2,46	3,74(b)(IH)	126	-	-
"	Viviero CORFONE(1980)	24,00	1,50(80)	-	2,66	14,13(b)(CFI)	470	> 19,34	< 24,3
"	Matadero Municipal	21,80	2,80(83)	1,30	1,51	4,29(b)(IH)	144	> 20,29	< 7,1
"	Bomberos	19,90	3,00(83)	-	2,71	8,82(c)	(296)	> 17,19	< 17,2
"	Pza.San Martín	?	?	-	1,54	-	-	-	-
Pozo	Municipalidad	?	?	-	2,44	-	-	-	-
Gran Diám.									

(*) Los espesores saturados tienen como referencia de techo acuífero los niveles estáticos (NE) del censo C.F.I. (1989), Salvo Batallón (84 y 88) y Club Hípico, en que se toman los de fecha de construcción (E.P.A.S.).

Quando la perforación no ha concluido en el hidroapoyo, se ha tomado como piso acuífero la profundidad final. En Viviero CORFONE (1980) se toma como profundidad final 22,00 mts, ya que no se consignó en el perfil litológico la naturaleza de los dos últimos metros.

(**) Ingeniería Hidráulica (11).

(b) Ensayos de bombeo:

(c) Ensayos por cucharero.

relativa de estas respecto al eje de la cuenca subterránea (mayores espesores) y, por otro lado, a la influencia fluvial en los términos superiores del acuífero en el ámbito de la terraza moderna, que implicaría una mejor selección y por ende, mayor permeabilidad de los materiales. Por su parte, la explicación del Qc observado en la Plaza Primeros Pobladores, de no ser un mal dato, podría responder a la comprobada anisotropía del acuífero, en este caso como un remanente del proceso fluvio-glaciar.

El análisis pormenorizado del parámetro se realizó en la perforación 16.13/02.80 del Vivero CORFONE (Cuadro N° 5), en el que se opta por asignarle un valor de 470 m²/día, con buen grado de certidumbre. Se estima que este valor no es representativo de la media, ni siquiera para el ámbito de la terraza moderna, y sí de las máximas valorizaciones del parámetro en la zona; pueden concurrir a su materialización fenómenos como aumento del espesor (hay evidencias geoelectricas, Gráfico N°14) y disminución de la sección de la cuenca, con su concomitante incremento de tamaño y selección de los materiales acuíferos y, obviamente, de su permeabilidad.

Permeabilidad.

Su determinación se realiza en forma indirecta y resulta más endeble aún cuando se asocian espesores inferidos a datos poco sólidos de transmisividad. En el Cuadro N° 4 , se observan los valores calculados para cada fuente, habiéndose consignado algunos espesores que deben entenderse como "menores de ...", en función de las aclaraciones transcriptas al pie.

Al margen de los valores citados, que muestran una dispersión que se atribuye fundamentalmente a la acumulación de errores en su determinación, se

CUADRO Nº 5

CALCULO DE T Y S DE LA PERFORACION DEL VIVERO CORFONE

	TRANSMISIVIDAD (m2/día)	
Recuperación de Theis (1935)	461	-
TNO, 1964	453,8 (Sp = 4,08)	-
Línea de Recarga de longitud semilinfinita	471,2 (Sp = 3,93)	-
Aprox. Loq. JACOB (caso río próximo)	473,6	-
Método de Thiem (1906)	393 472,7	393 472,7
Métodos	Pozo Bombeo Sp = 4,53 m	Pozo Observ. 1 (r = 71,60 m) Sp = 0,24 m Pozo Observ. 2 (r = 152,00 m) Sp = 0,50 m
Aprox. Loq. JACOB (caso río próximo)	0,12	-
COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO		

considera que se mantiene la tendencia apuntada para la transmisividad. En función de ello, se esperan valores del orden de 10 m/día para la zona de terraza antigua, de 15-20 metros/día para la moderna y quizás algo mayores, para la perforación del vivero CORFONE. Los valores consignados responden a órdenes de magnitud asimilables a arenas finas-medianas, que pueden responder a su situación física como matrix de rodados fluviales o fluvio glaciares, o resultar producto de una condición media, sin su necesaria materialización física.

Coeficiente de Almacenamiento.

Se posee un solo indicio y pertenece al ensayo de la perforación del vivero CORFONE (Dic. 1989), dado que fue el único que contó con pozo de observación (dos). Por esto y la escasa representatividad que tiene la fuente como expresión de la condición hidráulica media, el valor calculado no se generaliza para el acuífero.

La determinación de S del ensayo aludido fue muy dificultosa, debido al ajuste de muy pocos métodos a las curvas depresión-tiempo resultantes, en los que era manifiesta la recarga del río. El único método que arrojó una adecuación confiable al ensayo, fue la aproximación logarítmica de Jacob para hidráulica de "pozo en las proximidades de un río" (Custodio, Cap. 9.7.) (12). Con esta metodología, el valor calculado para S fue de 0,12. Como elemento adicional, el valor de la porosidad eficaz confirma la naturaleza de acuífero freático, que aunque determinada localmente, se entiende es representativa de la condición hidráulica general para el área de estudio.

Caudal Característico.

Parámetro muy usado a la hora de pronosticar la producción, su valor es específico de la captación, aunque lógica y fundamentalmente condicionada por el medio natural, el acuífero. En el Cuadro N° 4 se visualizan los valores obtenidos, en ensayos que fueron realizados por descarga mediante cuchareo o bombeo (se indica) y en tiempos que varían entre menos de una hora y un día.

Del análisis de los datos entregados por éste parámetro, surgieron las evidencias de las distintas respuestas cuantitativas según la ubicación de la fuente, que fueron expuestas al tratarse en detalle la transmisividad y permeabilidad del acuífero.

4.2.2.3. Hidroquímica.

Las aguas subterráneas del acuífero freático del valle del río Chimehuín presentan un grado de mineralización muy bajo, reflejando condiciones de excepcionalidad. La razón de esto es la elevada dinámica subterránea que determina bajos tiempos de permanencia en subsuelo y por lo tanto de contacto agua-sedimento. Los valores de residuo seco a 105° C determinados, oscilan entre 126 y 196 p.p.m.

Las aguas tienen una composición bicarbonatada cálcosódica, con ausencia casi total de cloruros y sulfatos, lo que transforma al CO_3H^- en el anión absolutamente dominante.

Esta característica, además de atestiguar una recarga local y directa, suele conferir acidez al agua proveniente de captaciones ubicadas en zonas

de recarza (Bontempo y Aserradero CORFONE), con valores de pH de 6,7 -6,8. Por otra parte, la elevada concentración de CO_3H^- determina valores de SiO_2 algo superiores a lo normal (hasta 40 p.p.m.), comprendidos entre 47 y 54 p.p.m.

Finalmente, la relación entre la salinidad total de las aguas subterráneas y el Río Chimehuín, es de 3 a 5 veces.

4.2.2.4. Reservas.

Si se utiliza el criterio del volumen almacenado estático, el cómputo para el acuífero libre considerando una porosidad eficaz de 0,10, es el siguiente:

Datos:

$$\text{Area estudio (A)} = l \times a = (130 \times 10) = 1.300 \text{ hm}^2$$

para l = largo

a = ancho

$$\text{Espesor acuífero medio (b)} = 0,20 \text{ Hm}$$

$$\text{Volumen (V)} = A \times b = 1.300 \times 0,2 = 260 \text{ Hm}^3$$

$$\text{Coeficiente Almacenamiento (S)} = 0,10$$

$$\text{Cálculo Reservas} = V \times S = 260 \times 0,10 = 26 \text{ Hm}^3$$

Si bien no se ha formulado el balance hídrico para el área de estudio, algunas cifras indicativas serán reveladoras del potencial de la zona:

- Aporte superficial anual R° Chimehuín = 2.088 Hm³/año (récord 33 años)
- Lámina media precipitada sobre el área de estudio
($P \frac{1}{2} = 800 \text{ mm}$) = 1.040 Hm³/año
- Aporte subterráneo por cabecera = 0,36 Hm³/año

Las cifras consignadas indican claramente cuáles son las fuentes de recarga del acuífero en la zona y cual su potencial. A éste debe sumarse la circunstancia de que al bombear el acuífero local, por inversión de gradiente hidráulico, se induce la recarga de éste por el río, con lo que termina aportando la barrera positiva una significativa porción del requerimiento. Esto introduce al concepto dinámico del cálculo de reservas, en donde la oferta de agua no es otra que la de la fuente superficial, únicamente limitada por la transmisividad del acuífero.

4.2.2.5. Aptitud para uso humano.

Es excelente la aptitud del agua subterránea en relación con las especificaciones para agua de bebida, adoptadas por la empresa Obras Sanitarias de la Nación. El calificativo engloba a los aspectos físicos, químico y bacteriológico.

4.2.2.5.1. Características Físicas.

La caracterización se realiza solamente en base a las determinaciones de

CUADRO N° 6

CALIFICACION FISICA DEL AGUA SUBTERRANEA

PROPIEDAD FISICA										Califi- cación Final
FUENTE	FECHA	COLOR (unidades)			TURBIEDAD (U.N.T.)					
		Acons. (< 2)	Acept. (5)	Toler. (12)	Inapta (> 12)	Acons. (< 0,2)	Acept. (1)	Toler. (3)	Inapta (> 3)	
.Flia. Bontempo	12/12/89	2					0,60			APTA
.CORFONE Vivero (1,40 hs.bombeo)	8/12/89	2					0,75			APTA
.CORFONE Vivero (24 hs.bombeo)	9/12/89	2					0,75			APTA
.CORFONE Aserradero	11/12/89		4				0,56			APTA
.POZO FILTRANTE SAN CABAO	20/03/90		4					1,4		APTA
.MATADERO MUNIC.	28/09/89		4					2,2		APTA

Color y Turbiedad, ya que el Laboratorio Químico del E.P.A.S. no emite dictamen sobre Olor y Sabor.

En función de 6 análisis efectuados "ad-hoc", se ha confeccionado el Cuadro N° 6, en el que se han consignado su ubicación respecto a la gama de valores "aconsejables", "aceptables" o "tolerables" y su calificación final, en el supuesto de que tuvieran que ajustarse a la norma citada. Como se observa, en todos los casos resultan aptas en su estado natural.

4.2.2.5.2. Características Químicas.

La calidad del agua subterránea es en general óptima para bebida. Los tenores detectados son admisibles en todos los casos y prácticamente en su totalidad, ingresan en valores aconsejables. Deben advertirse sin embargo algunas situaciones atendibles vinculadas a pH, Flúor y Hierro total.

Respecto al pH, como se expresara en el apartado de Hidroquímica, estos son bajos en general y ácidos en algunos casos, coincidente con zonas de recarga. A los fines de fijar su ubicación respecto a las normas, es necesario la determinación de pH de saturación respecto al CO₃ Ca. Independientemente de esto, los valores hallados (6,7 y 6,8) se encuentran en el límite (6,8) de aceptación. La situación tiene dos correctivos: preverlo en la ubicación de la fuente o actuar sobre el pH, corrigiéndolo.

Respecto al Flúor, se observan valores bajos en todas las aguas de la zona. Teniendo en cuenta la temperatura media anual de Junín, el valor medio aceptable debiera estar en el orden de 1,2 mg/l, habiéndose determinado valores fluctuantes entre 0,27 y 0,40 mg/l. En este caso, la autoridad puede determinar la fluoruración.

Respecto a Hierro, la muestra de la galería filtrante del Valle de San Cabao presenta un contenido total de 0,13, resultando apta aunque en la categoría de tolerable. De todos modos, teniendo en cuenta el valor medianamente alto de turbidez (1,4 U.T.N.) y el comportamiento del resto de las muestras, se estima probable que parte del contenido se deba al incorporado por disolución de las partículas de sedimento.

4.2.2.5.3. Características Bacteriológicas.

No se realizó un estudio "ad-hoc", por lo que la información disponible es de carácter secundario e involucra los análisis realizados para fuente subterránea en el bienio 1989-90, por el laboratorio químico del E.P.A.S.

En el Cuadro N° 7 pueden observarse los valores hallados, destacándose la muy baja contaminación por bacterias coliformes totales, que acceden a un máximo de 23 n.m.p./100 ml.

Llama la atención la presencia de *seudomonas* en el análisis del 22/02/90 en la galería filtrante del Valle de San Cabao. Debe remarcarse que el pozo se encontraba inactivo, habiéndose muestreado muy probablemente agua en condición estanca. Prueba de la mejora cualitativa lo dan dos análisis posteriores de agua cruda de la galería, que no presentan *seudomonas*, e incluso la última está desprovista de coliformes.

Por lo expresado, la calidad desde el punto de vista bacteriológico del agua subterránea del acuífero del valle, es muy buena. No obstante, deben también puntualizarse las situaciones señaladas por este tópico respecto del agua superficial. Efluentes y residuos peligrosos del Parque Industrial, próximo a un gran impulso y efluentes cloacales de las instalacio-



CUADRO N° 7

ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA SUBTERRANEA

IDENTIFICACION DEL ANALISIS			DETERMINACIONES			
Fuente	N° Analisis	Fecha	Bacterias Aerobias AGAR 37° C 24 hs.	BACTERIAS CALIFORMES		Seudomona Aeruginosa
				Totales	Fecales Grupo C.E.K. (n.m.p./100 ml)	
Perf. P. Milanesio 635	16527	12/12/89	> 1.000	< 2	-	n.c.
Perf. Vivero CORFONE	16148	31/10/89	50	< 2	-	n.c.
Galería filtrante San Cabao	17058	22/02/90	850	7,3	-	cont.
"	17248	19/03/90	> 10.000	23	23	n.c.
"	18058	19/06/90	55	< 2	-	n.c.

nes del Ejército y la propia localidad, deben recibir un tratamiento sistemático en tiempo y forma, a fin de no resentir la calidad del recurso.

5. PRESELECCION DE LA FUENTE

5. PRESELECCION DE LA FUENTE.

De acuerdo a la metodología acordada y específicamente al camino crítico elegido para arribar a la toma de decisiones, el proceso de selección de la fuente sucede a la identificación de alternativas y a la subsecuente confrontación de estas, desde el punto de vista ingenieril y económico. Obviamente esto fue planteado de este modo, en respuesta al preconcepto de aptitud de ambas fuentes, utilizado al confeccionar el Plan de Trabajos.

En este capítulo se exponen sintéticamente los criterios de selección recomendados y en atención a ellos, el posicionamiento de las fuentes Río Chimehuín y acuífero freático, para plantear a partir de ellas las alternativas de proyecto. Lo expuesto configura por tanto, una suerte de preselección de la fuente.

5.1. CRITERIOS DE SELECCION.

A fin de proceder a la evaluación efectiva de la fuente, se requirió precisar los factores conducentes a mensurar su aptitud.

Elementos a veces difíciles de aislar en el análisis, son aquéllos vinculados al sistema de provisión, más aún si este es preexistente; es difícil por caso, desvincular en la consideración del factor seguridad, aquellas causas relativas a la fuente y/o al sistema. En este caso se optó por la no utilización del término, por entenderse que su significado en la fuente está dado por la permanencia de la cantidad y calidad, a la postre, los dos requisitos imposibles de obviar. Por lo tanto, calidad, cantidad y permanencia de éstas, serán los parámetros para la calificación y posterior preselección.

5.2. PARAMETROS DE SELECCION.

5.2.1. Calidad.

En su consideración se incluyen tres parámetros que, al ser ponderados conjuntamente, determinan la calidad global de la fuente. Se trata de la aptitud química, física y bacteriológica, las que son calificadas en función de las normas de la empresa estatal Obras Sanitarias de la Nación, para aguas de bebida.

5.2.1.1. Aspectos químicos.

Se determinó aptitud sobresaliente de las fuentes. De las mínimas objeciones que plantean, se destaca la necesidad de fluoruración, común a ambas, que de todos modos es una decisión competente a la autoridad del servicio sanitario.

Para el caso del agua subterránea, se advirtió la atención a colocar sobre el pH dada su eventual acidez, la que se evita teniendo en cuenta la ubicación de la captación.

Por lo expresado en este punto, no existen diferencias en este aspecto entre las fuentes, cubriendo ambas con creces el requerimiento de aptitud.

5.2.1.2. Aspectos físicos.

A pesar de no haberse dispuesto de la masa de datos que permitiese un aná

lisis estadístico del problema, puede afirmarse que la condición física de ambas fuentes es generalmente óptima. Pero en función de la manifestación del fenómeno aluvional del río Chimehuín, con una recurrencia que hasta puede ser anual y donde el río se carga de sólidos un período de tiempo que puede ser mayor de un día, la aptitud de la fuente superficial se ve resentida. Producto de esto, puede decirse que en este aspecto, existe una diferencia objetiva a favor de la fuente subterránea.

5.2.1.3. Aspectos bacteriológicos.

Las condiciones sanitarias actuales revelan 3 descargas de líquidos cloacales crudos al río Chimehuín, a lo que se agregan potenciales focos de contaminación adicional de esta índole, más efluentes industriales. A pesar de ello, puede considerarse en la actualidad como muy bajo el grado de contaminación alcanzado. Esto es producto de las características hidráulicas del río Chimehuín, que favorecen los procesos de oxidación de los efluentes y el aludido filtro físico del material acuífero, que también se constituye en freno de los microorganismos.

Por lo expresado, se concluye que las dos fuentes presentan buena aptitud en el aspecto bacteriológico, en función de su situación actual.

5.2.2. Cantidad.

El río Chimehuín tiene régimen permanente y un módulo de 67,8 m³/segundos, constatado a través de un período de observaciones de 33 años. Como medida de su estiaje máximo puede tomarse el Caudal Mínimo Medio Diario, alcanzado 5 veces en 33 años, en abril o mayo, de 3,0 m³/seg. Este caudal

está en el orden de 40-50 veces el promedio del Caudal Medio Diario requerido para el período de diseño del proyecto.

El acuífero freático tiene una reserva estática, contabilizando solo el área de estudio y sin extenderla hacia cabeceras del sistema, del orden de 26 Hm³. Pero la reserva dinámica por bombeo en áreas vecinas al río, pasa a ser la de la fuente superficial y en este caso, tal como se expusiera en 4.2.2.4., la única limitante para el caudal a erogar por cada captación, es la transmisividad del acuífero. Esto significa en el peor de los casos una limitante económica, pero no del recurso.

El requerimiento al 2012 considerando los Medios Diarios para el período de diseño, es del orden de 2 Hm³/año, con lo que queda expuesta la sobrada cobertura de ambas fuentes respecto a la demanda.

5.2.3. Permanencia de cantidad y calidad.

Se intenta exponer en este punto el grado de vulnerabilidad de las fuentes, tomando como punto de partida su situación actual. A fin de poner a prueba la permanencia cuali y cuantitativa del recurso hídrico Río Chimehuín y acuífero freático, se han considerado distintos impactos y evaluado sus efectos (Cuadro N° 8). Los impactos considerados reconocen en su origen la acción del hombre y de los procesos naturales. En ambos casos, se han señalado los efectos que ocasionarían eventos límites, como un conflicto bélico o un sismo, interpretándose que ante éstos, el recurso superficial es en un primer momento y ante escalas moderadas de manifestación, el más vulnerable.

Respecto a eventos más probables, tanto que se perciben hoy y se tiene al

CUADRO N° 8
PERMANENCIA DE CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS FUENTES

FACTORES O AGENTES	I M P A C T O	MAYOR VULNERABILIDAD		
		FUENTE	APTITUD DETERIORADA	
ANTROPICOS	CONFLICTO BELICO (*)	SUPERFICIAL	QUIM.--FIS.--BACT.	
	CONTAMINACION	EFLUENTES CLOACALES	AMBAS	BACTERIOLOGICA
		EFLUENTES INDUSTRIALES	AMBAS	QUIMICA
		MOVIMIENTO SISMICO (*)	SUPERFICIAL	FISICA Y BACTERIOLOGICA
NATURALES	EPISODIO ALUVIONAL	SUPERFICIAL	FISICA	

(*) Se plantean impactos moderados; ante eventos de mayor intensidad el deterioro alcanza a ambas fuentes.

guna información sobre los impactos de su ocurrencia, se debe computar una respuesta similar respecto a contaminación, pero hay un desbalance neto a favor de fuente subterránea, si se considera el fenómeno aluvional, cuyo análisis fuera realizado en 5.1.2.

Se concluye en definitiva que:

- 1) las dos fuentes brindan una excelente respuesta desde el punto de vista de calidad y cantidad del recurso.
- 2) la fuente superficial es más vulnerable en cuanto a sostener la permanencia de calidad física.

B I B L I O G R A F I A

- (1) REMENIERAS, G., 1974. "Tratado de Hidrología Aplicada, 2^a Edición". Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona.
- (2) "Inventario Preliminar de los Recursos Hídricos Provinciales de Cuencas sin información de Caudales - Segunda Etapa". ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA NEUQUEN-HIDRONOR, 1989. Inédito.
- (3) "Datos Pluviométricos 1921-1950". SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, Buenos Aires, 1973.
- (4) DE FINA, A., 1978. "Datos agroclimáticos de la República Argentina". INTA, Publicación 163. Buenos Aires, 1978.
- (5) ARROYO, J. - CASTRO, G. - LITWIN, C., 1989. Balance hidrológico Medio de la República Argentina, según Thornthwaite. C.F.I., Buenos Aires. Inédito.
- (6) "Cartas de precipitación de la Zona Oeste de las Provincias de Río Negro y Neuquén - Primera contribución". UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE - CENTRO NACIONAL PATAGONICO. Río Negro, 1983.
- (7) TURNER, J. C. M., 1973. "Descripción geológica de la Hoja 33 a, b, Junín de los Andes". SERVICIO NACIONAL MINERO GEOLOGICO. Buenos Aires.
- (8) ORELLANA, E., 1982. Prospección geoeléctrica en corriente continua". Edit. Paraninfo, Madrid.

- (9) ZOHDY, A. R., 1974. "Automatic interpretation of Schlumberger soundin using modified Darr Zarrouk functions. GEOPHYSICS, pág. 713-728.
- (10) ZOHDY, A. R., 1973. A computer program for the automatic interpretation of Schlumberger soanding curves over horizontally stratified media. GEOLOGICAL SURVEY, Springfield, U.S.A.
- (11) INGENIERIA HIDRAULICA, 1986. "Estudio de revisión del Sistema de Agua Potable de Junín de los Andes". A.P.A., Neuquén.
- (12) E. CUSTODIO - M. R. LLAMAS, 1983. "Hidrología Subterránea, Segunda edición". EDIT. OMEGA, Barcelona.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ANEXO 1

GRAFICOS

SECCION A

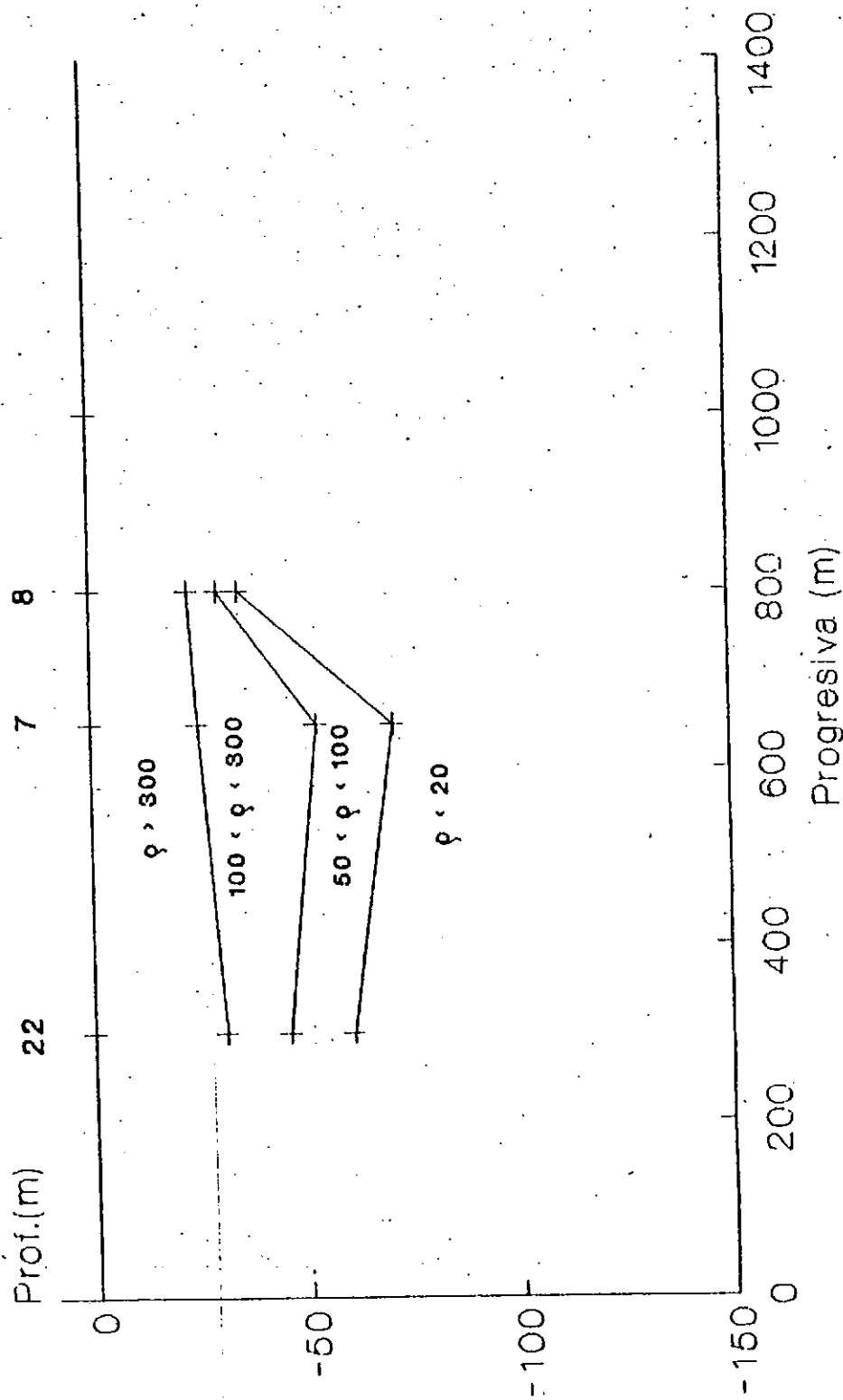


Gráfico N°

SECCION B

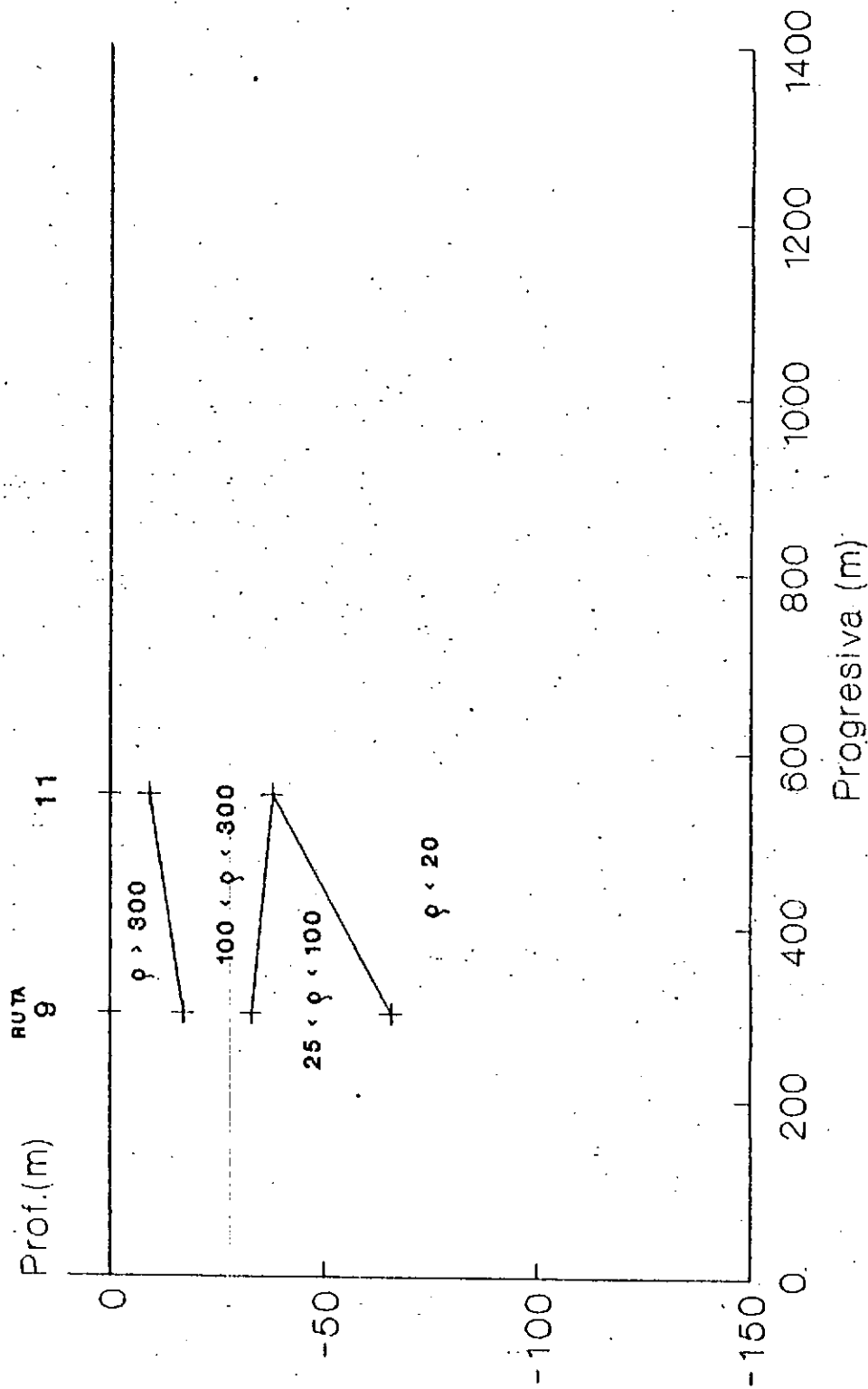


Gráfico N°

SECCION C

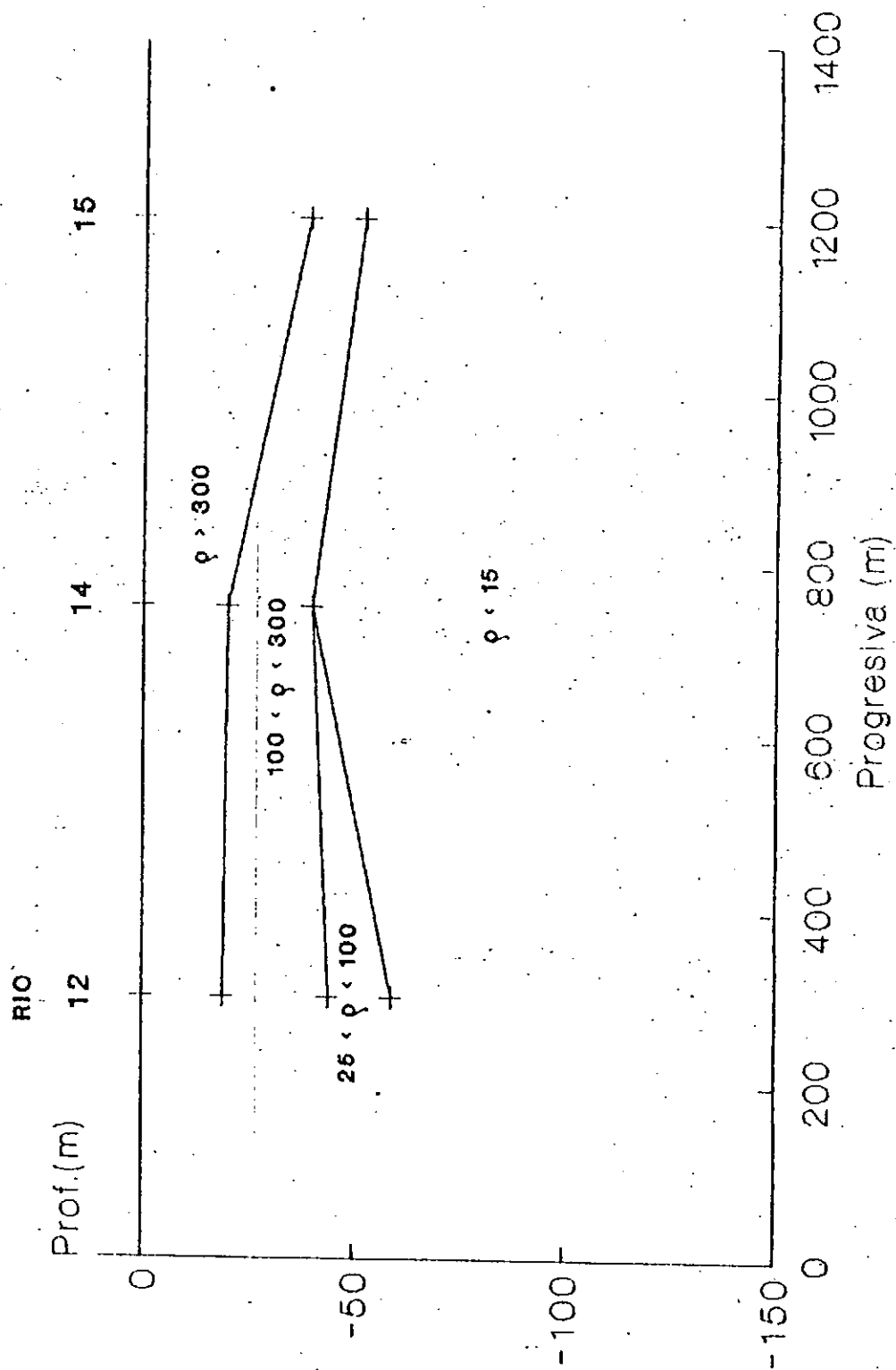


Gráfico N°

SECCION D

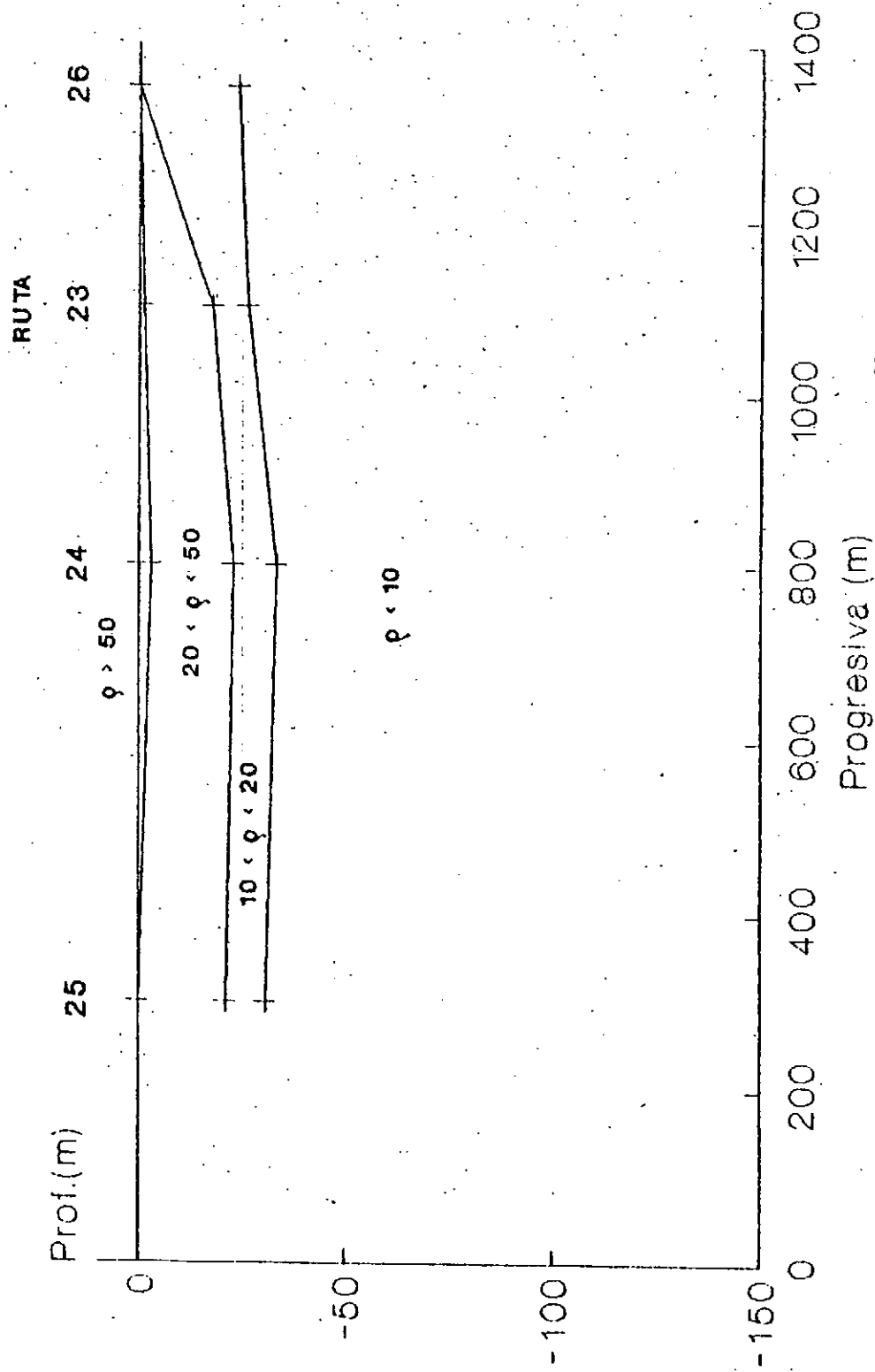


Gráfico N°

SECCION E

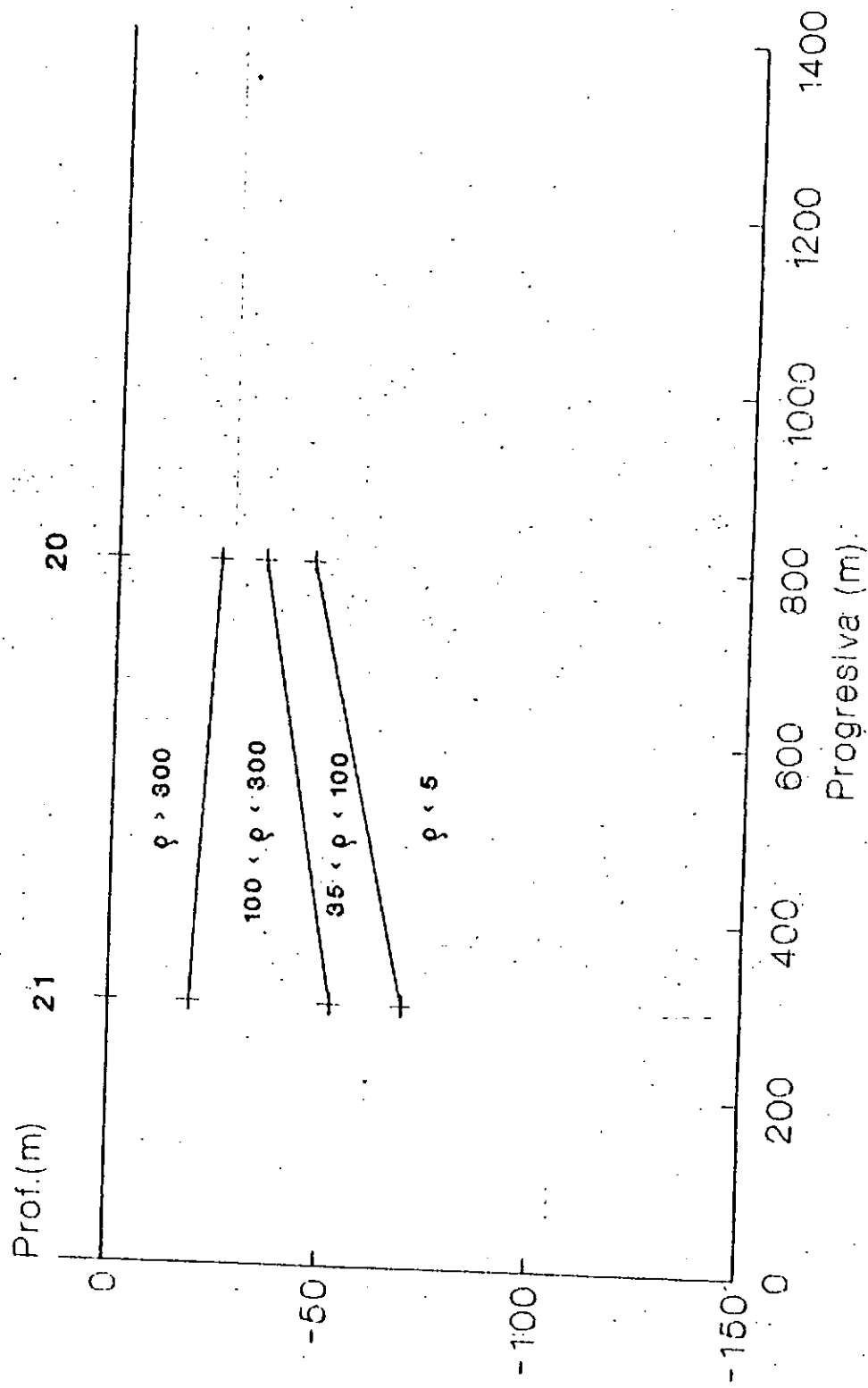


Gráfico N°

SECCION F

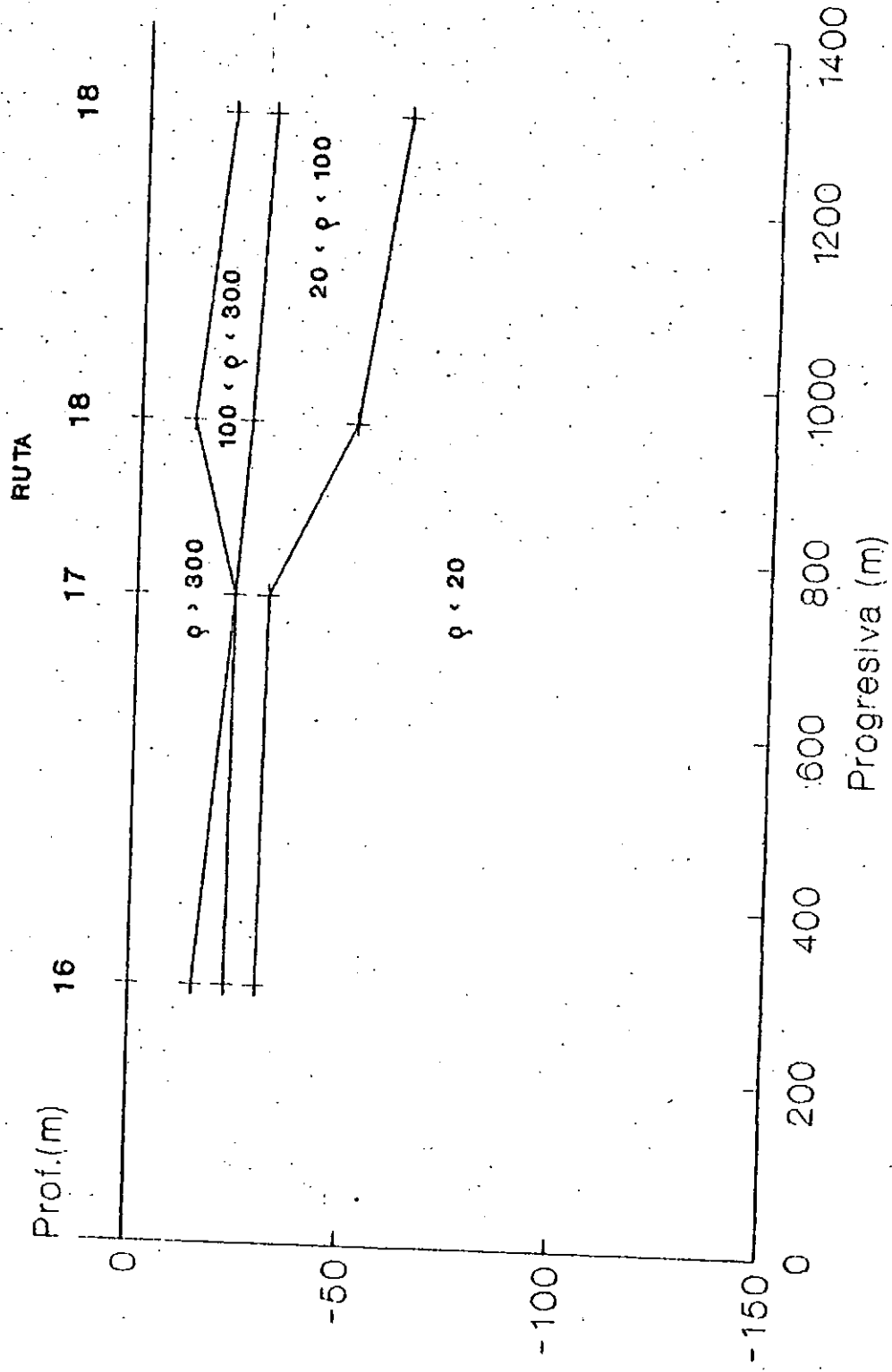


Gráfico N°

SECCION G

RUTA

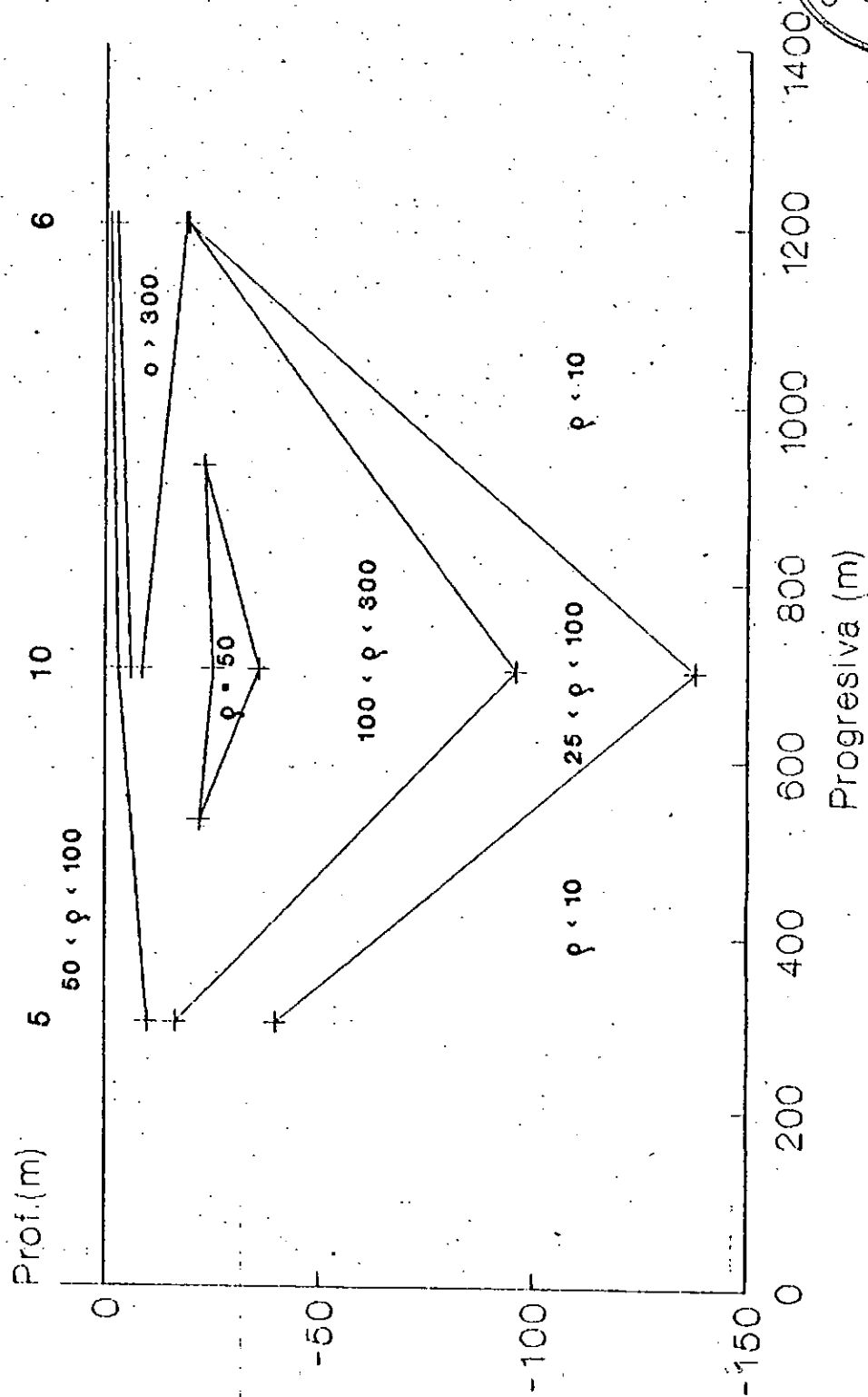


Gráfico N°

SECCION H

RUTA

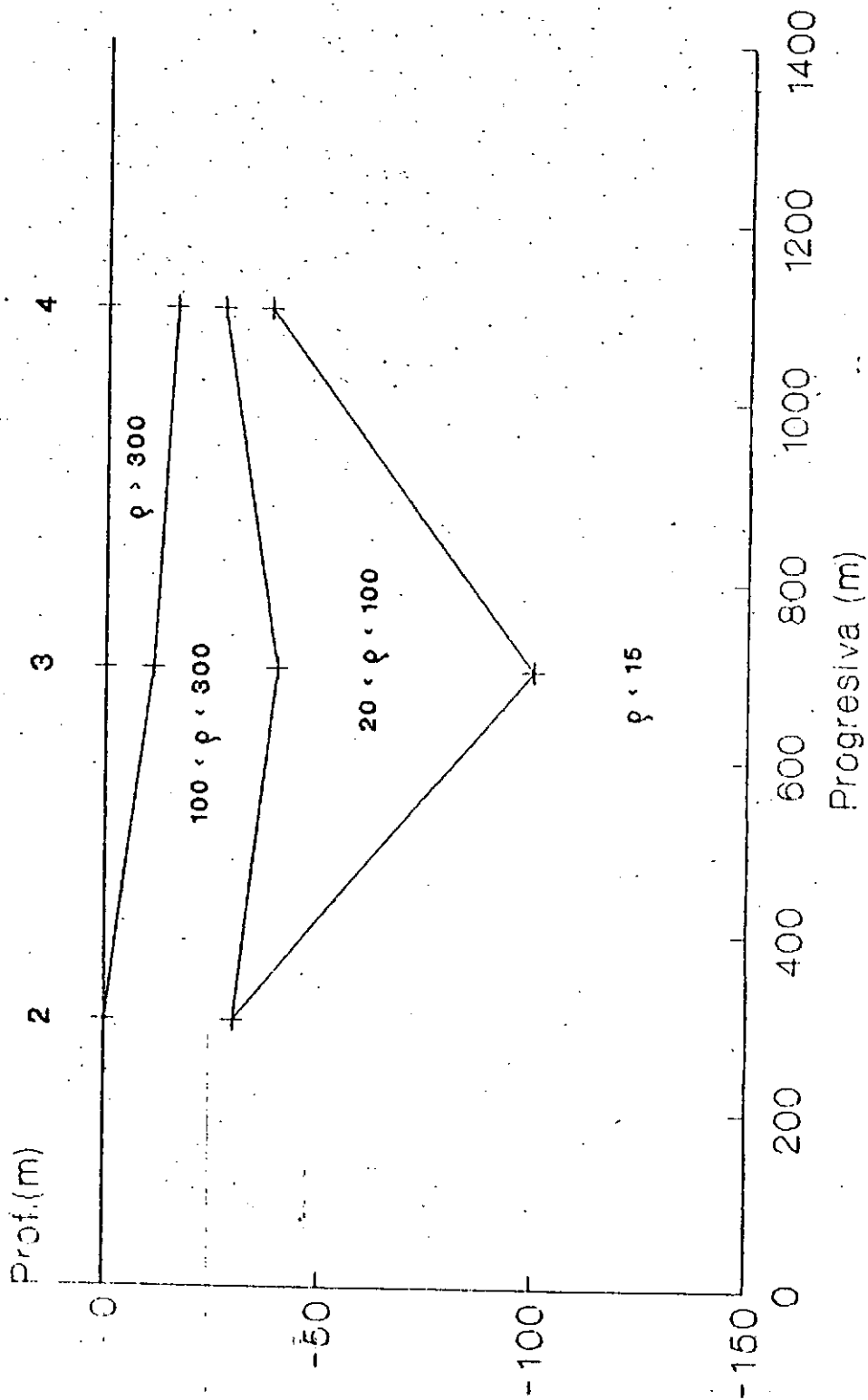


Gráfico N°