

0  
F.331.9

I24e

# III CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE RIO NEGRO  
MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DEL AGUA



## ESTABLECIMIENTO DEPURADOR CLOACAL EN SAN CARLOS DE BARILOCHE

INFORME PARCIAL Nº 2  
ESQUEMA DE OBRAS PRELIMINARES  
CONFORMACION DE ALTERNATIVAS

TOMO I  
TEXTOS

Ø  
F.331.9  
I24e  
III

INHAR S.C.A. - FRANKLIN CONSULTORA S.A. - INTERCONSUL S.A.

1986

INDICE  
INFORME PARCIAL No 2  
ESQUEMA DE OBRAS PRELIMINARES CONFORMACION DE ALTERNATIVAS  
TOMO I (Textos)

	Página
1.        Introducción	1
2.        Planteo de alternativas - análisis conjunto	2
2.1      Esquemas de obras preliminares	2
2.1.1    Cuerpo receptor y lugares de descarga	2
2.1.2    Localización del establecimiento depurador	6
2.1.3    Trazas de conductos máximos	11
2.1.4    Obras de descarga	17
2.1.5    Tipos de plantas depuradoras	25
2.1.5.1    Filtros biológicos (percoladores)	29
2.1.5.2    Lagunas naturales, de estabilización y aereadas	32
2.1.5.3    Procedimientos químicos - floculación	36
2.1.5.4    Barros activados - sistema convencional	37
2.1.6    Equipamiento electromecánico - distintas variantes	47

	Página
2.1.7 Abastecimiento de energía - distintas variantes	49
2.2 Conformación de alternativas	50
- Condiciones de calificación cuantitativa de la "Planilla de Conformación de Alternativas"	53
- Conformación de alternativas - Síntesis de las variantes analizadas en esquemas de obras preliminares	55
- Conclusiones y recomendaciones.	58

#### ANEXO I ANALISIS DE LA SEGUNDA TANDA DE AFOROS

- Valores Q diario (mes de octubre)	60
- Aforos de setiembre y octubre 1986	61
- Aforos mes de octubre/86 días 15 a 21	62
- Determinación curva característica diaria mes octubre/86	77
- Curva promedio aforos mes de octubre/86	78

#### ANEXO II INFORME DE GEOTECNIA

1	Introducción	80
2	Tareas en el lugar	80

	Página
3	Ensayos de laboratorio 81
4	Perfil de suelos 82
4.1	Perfil sobre ruta 237 82
4.2	Calicatas D1 a D3 83
4.3	Calicatas E1 a E5; R1 a R2 y M1 84
4.4	Calicatas C1 a C3 84
4.5	Niveles freáticos 85
5	Estabilidad de excavaciones 85
5.1	Perfil ruta 237 85
5.2	Calicatas D1 a D3 86
5.3	Calicatas E1 a E5; R1; C1; C2 y C3 86
5.4	Calicatas M1 y R2 86
5.5	Síntesis 87
6	Presiones admisibles 87

## INFORME PARCIAL No 2

### ESQUEMA DE OBRAS PRELIMINARES-CONFORMACION DE ALTERNATIVAS

#### 1. INTRODUCCION

De acuerdo a lo establecido en la metodología, el presente Informe describe en forma explícita el planteo de esquemas de obras preliminares como primer paso destinado a elaborar las alternativas más pausibles.

Asimismo, se desarrolla en una planilla especial el aspecto de "Conformación de alternativas" que se completa con las respectivas recomendaciones y conclusiones.

## 2. PLANTEO DE ALTERNATIVAS - ANALISIS CONJUNTO

### 2.1. ESQUEMAS DE OBRA PRELIMINARES

#### 2.1.1. Cuerpo receptor y lugares de descarga.

##### Descarga al Lago Nahuel Huapi

La capacidad de autodepuración del lago está ligada esencialmente a su capacidad de dilución y al tenor de oxígeno disuelto que posee naturalmente.

En lo que hace al primer aspecto, la dilución está ligada al movimiento de las aguas en superficie y profundidad, la acción del viento y las corrientes naturales internas del lago.

Como lo expresa el "Estudio para la contaminación de las aguas del lago Nahuel Huapi" de Mogensen y Ortiz (Ob.Cit.), no hay datos específicos sobre este aspecto, pero si tenemos en cuenta la enorme masa hídrica del lago -aunque no toda pueda ser aprovechable para la dilución- frente al caudal máximo futuro de efluente cloacal, no caben dudas sobre la factibilidad de que se produzca este proceso.

En lo que hace al nivel de oxígeno a proteger, la información desarrollada en el citado estudio -ampliada en pequeña medida con muestras recogidas por los Consultores, cuyos resultados se han incluido en el "Informe Preliminar" entregado oportunamente al CFI- demuestra que, salvo en pequeños sectores costeros en correspondencia con descargas de líquidos cloacales o ingreso de arroyos con aguas contaminadas, los niveles de valores normales en el lago, para oxígeno disuelto son:

Invierno:	10,6 mg/l	(saturación: 12,5)
Verano :	9,5 mg/l	(saturación: 10,2)

Debe tenerse en cuenta que el límite inferior para que las aguas mantengan su condición de potabilidad es de 5 mg/l de O<sub>2</sub> disuelto, valor que está lejos de los niveles normales en prácticamente todo el volumen del lago.

Seguendo a los autores del estudio citado, el elevado contenido de O<sub>2</sub> disuelto "es uno de los hechos que más contribuye a la desaparición abrupta de la vida bacteriana a pocos metros de la costa aguas adentro".

Partiendo de la decisión de efectuar una depuración biológica con no menos de 90% de depuración de DBO y SS así como un notorio descenso de los valores de P y N, resulta perfectamente compatible la descarga profunda y a distancia de la costa (mayor de 150 metros) de un líquido depurado en la medida expuesta.

Los requerimientos de flora y fauna quedarían cubiertos por las disposiciones de tratamiento y volcamiento antedichas, lo mismo que los aspectos estéticos y urbanísticos porque el alejamiento y profundización de la descarga de un líquido bien depurado no debe modificar ni visible ni implícitamente la condición natural del ecosistema.

Como dato de referencia, si se establece un valor de 180 mg/litro para el valor de contaminación en el líquido crudo, tendríamos:

$$180 \text{ mg/litro} \times 0,1 = 18 \text{ mg/litro en el líquido tratado}$$

Oxidabilidad en invierno: 1 mg/l

Oxidabilidad en verano : 0,5 mg/l

En función de los valores de DBO del líquido tratado, de la oxidabilidad (aproximadamente similar a la DBO) y de la dilución, imposible de cuantificar pero objetivamente enorme, puede definirse que la descarga de un líquido cloacal depurado, al nivel establecido precedentemente, es compatible con la capacidad de autodepuración de las aguas del lago Nahuel Huapi.

### Descarga al río Limay

Se ha desarrollado un amplio informe de los aspectos hidrológicos del Limay en el "Informe Preliminar" (pág. 85 y siguientes) que obra en poder del C.F.I.

En estiaje, el caudal mínimo medio diario registrado es de 27,5 m<sup>3</sup>/seg., es el año hidrológico 1957/1958.

Para el tercer decenio de proyecto, o sea los años 2010 al 2020, tendríamos que el caudal medio diario de desague cloacal sería:

263.000 hab. x 0,9 = 236.700 hab., siendo 0,9 un factor que contempla el hecho de que no todas las viviendas se conectan al sistema cloacal.

$$Q = 236.700 \text{ hab.} \times 0,5 \text{ m}^3/\text{hab.día} = 118.350 \text{ m}^3/\text{día} = 1,37 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En periodo de estiaje, las cargas serían las siguientes:

Carga hidráulica: 1,37 m<sup>3</sup>/seg: 27,5 m<sup>3</sup>/seg. lo que significa una relación 1:20.

Carga Orgánica: 18 mg/l en el líquido tratado y 1 mg/l (estimado) en el agua del río, lo que representa una relación 1:18.

Se aprecia un casi total equilibrio entre la dilución y la carga de contaminación, lo que no deja, por lo menos en un cierto tramo del río, margen para la autodepuración de éste último.

Si bien las obras ya en servicio de Alicurá no han afectado el régimen hídrico en el área en estudio con la cola de su remanso, no sucederá lo mismo con la ejecución de las obras de cierre de 2a. Angostura, que se incluyen en el Plan Energético Nacional dentro del lapso de diseño de las obras que nos ocupan.



El Limay es un río de salmónidos, lo que determina un requerimiento de nivel de oxígeno disuelto natural no inferior a 7 mg/l; en el caso de ríos con ciprinidos (vg. carpas) el nivel puede situarse entre 4 y 6 mg/l.

Las relaciones de cargas hidráulica y orgánica que hemos visto, unido al exigente requerimiento de O<sub>2</sub> disuelto, hacen notoriamente inconveniente la descarga del desagüe - aún tratado - en este río, agravado por la posible construcción de nuevas presas que lo convertirán prácticamente en un lago. Frente a esta última posibilidad resulta injustificado trasladar hacia allí la descarga.

Existe por otra parte una conciencia colectiva muy generalizada en Bariloche acerca de la necesidad de protección ecológica del sistema, en especial en un lugar como el Limay que se precia de ofrecer a muchos pescadores nacionales y extranjeros muy buenas posibilidades para practicar la pesca de la trucha, atractivo turístico nada despreciable.

Si sumamos a estos aspectos negativos desde el punto de vista sanitario y ecológico otros déficits como el económico, que se analizará más adelante, llegamos a la conclusión de la inconveniencia de adoptar el río Limay como punto de destino de los efluentes cloacales tratados de San Carlos de Bariloche.

#### Solución de descarga intermedia

Se trata de la posible descargar del líquido cloacal en una meseta ubicada al ESE de Bariloche, a la izquierda del camino que une la Ruta Nacional N° 237 con el Aeropuerto Internacional de la citada ciudad, cuya ubicación puede observarse en los planos topográficos que se acompañan. En dicha área se efectuarían al líquido cloacal dos tratamientos básicos posibles, a saber:

-Lagunas de estabilización

- Disposición por derrame

Estos procedimientos se analizarán más adelante, pero en definitiva el líquido depurado desaguaría, en gran parte, superficial o subterráneamente en el Arroyo del Medio afluente del río Virihuau y de allí por su intermedio al lago Nahuel Huapi, que es su sitio de descarga.

Establecida la condición de depuración con tratamiento secundario y reducción de los valores de N y P, el caso puede asimilarse al analizado en primer lugar -volcamiento al lago- con la ventaja de que el líquido tratado puede oxigenarse superficialmente en el Arroyo del Medio y el río Virihuau en el trayecto desde su volcamiento en el primero hasta la entrada del río en el Nahuel Huapi.

Más adelante se evaluarán aspectos económicos y funcionales de los posibles tratamientos que corresponden a esta alternativa de volcamiento.

#### 2.1.2. Localización del establecimiento depurador

En página 202 del Informe de "Estudios Preliminares" se ha analizado este aspecto desde el punto de vista de la disponibilidad de terrenos fiscales, siendo de aplicación aquí la mayor parte de los conceptos vertidos en el citado informe.

A fin de respetar el orden metodológico, se dará contestación a continuación a todos los ítem establecidos en el mismo (pág. 097 Metodología).

##### .Razones económicas

La disponibilidad del terreno previsto para el proyecto de O.S.N., de aproximadamente 7 has., donde se ubica la actual estación elevadora permite obviar nuevas gestiones, compra o expropiación de terrenos privados. Cabe

remarcar, por otra parte, que no existen lotes con extensión apropiada en zonas aceptables tanto funcional como económicamente.

La superficie disponible es en principio suficiente para el desarrollo en tres etapas de un tratamiento intensivo, pudiendose eventualmente ampliarla en un orden de 2 has. correspondientes a un terreno contiguo al Este, utilizado por la E.E. del INTA.

Se incluye en el presente informe una planialtimetría con curvas de nivel y otros elementos topográficos correspondientes al terreno previsto para el Establecimiento depurador por Q.S.N. y de su posible ampliación.

#### .Necesidad y costo de bombeo.

En el terreno citado precedente se ubica la estación de bombeo que actualmente eleva el líquido cloacal para evacuarlo al lago Nahuel Huapi, por lo que no habría necesidad en este caso de construir una nueva estación de bombas. Si sería necesario, en cambio, en caso de una implantación distinta a la que estamos considerando.

No obstante, es posible que, cuando se efectúe el predimensionamiento de posibles tratamientos intensivos, sea necesario ampliar en cierta medida valores de altura manométrica y caudales de las actuales bombas, aunque probablemente ello sólo requiera el cambio de rotores de los equipos existentes.

El correspondiente cálculo se incluirá en el informe de "Elaboración de las Alternativas Seleccionadas" previsto en la Metodología (pág.102).

#### .Costo de la tierra

Siendo el referido terreno disponible afectado al dominio público el costo de la tierra no debe ser tenido en cuenta a los efectos de evaluaciones económicas.

.Relación de cercanía con cada cuerpo receptor

El predio mencionado tiene costa sobre el lago Nahuel Huapi, por lo que obviamos consideraciones al respecto.

Respecto del terreno necesario para implantar la denominada "solución intermedia" pertenece al dominio privado, remitiéndonos para la definición de sus características al informe de "Estudios Preliminares", pág. 204, donde se aprecia que existe un cuerpo receptor - el Arroyo del Medio - en cercanías del terreno en cuestión.

La tercera posibilidad como receptor, el río Limay, ofrece en sus márgenes la posibilidad de disponer terrenos amplios, si bien del dominio privado, aunque de bajo costo su eventual expropiación.

De cualquier forma esta posibilidad no se considera ya que, en la eventualidad de descarga al Limay, el tratamiento se efectuaría en el precitado terreno, siendo evacuado el efluente tratado desde allí por alguna de las alternativas de conducción que se desarrollan en el presente informe.

No es aplicable la solución de rebombear líquido crudo y depurarlo en las márgenes del río Limay, no sólo por razones económicas sino por limitaciones de carácter sanitario que se estudian en el punto correspondiente.

. Ubicación respecto de conductos máximos

El predio en cuestión recibe directamente - en la actual estación elevadora - el colector máximo de Bariloche y por su estratégica ubicación, podrá seguir recibiendo eventuales futuros colectores que deban instalarse cuando sea superada la capacidad de transporte del colector máximo citado, o se extiende el casco urbano hacia el Este.

. Relieve, interferencias, edificaciones

Puede apreciarse en el plano adjunto que el terreno se desarrolla en una terraza con marcada pendiente desde el F.C. hacia el lago Nahuel Huapi, pero con condiciones adecuadas para la erección de las instalaciones del Establecimiento depurador.

Con carácter aproximado, se estima que los movimientos de tierra necesarios para la implantación de las posibles unidades de tratamiento podrán efectuarse compensando los volúmenes de terraplenamiento con los de desmonte.

No existen, por otra parte, interferencias físicas como caminos, canales o electroductos que afecten la utilización de toda la extensión de dicho predio.

#### . Características geológicas estimadas para el subsuelo

Sobre el particular, se dispone de abundante información geotécnica de estudios realizados oportunamente por Obras Sanitarias de la Nación, tal como se expresa en el informe de "Estudios Preliminares", página 122.

#### . Entorno urbanístico

El solar disponible se ubica como se dijo en el extremo ESE del lago Nahuel Huapi, en un área de aspecto árido, alejado de otras zonas de gran belleza que rodean al lago.

De cualquier forma, las plantas de tratamiento modernas son tratadas arquitectónicamente para que se integren al paisaje que las circunda y no provoquen modificaciones ambientales negativas, como por ejemplo olores, moscas y ruidos excesivos de los grupos electromecánicos.

#### . Orientación respecto de los vientos dominantes

En el Informe que obra en poder del CFI, página 99, se determina que los vientos dominantes, en función de la frecuencia media de las direcciones registradas entre 1901 y 1980 son los siguientes:

Deste: 40,83%

Noroeste: 21,96%

El viento O. barre el terreno en cuestión según su eje longitudinal y llevaría eventuales olores y ruidos a lo largo de la costa, hacia el río Nirihuau, en un sector con escasa población, donde se destaca únicamente el edificio de la Regional del INTA.

El viento NO. cruza a unos 45g el citado solar y trasladaría los problemas citados hacia una zona rural prácticamente despoblada; lotes A, B y C de la fracción 3 según el plano catastral del Departamento Bariloche.

#### . Accesos

El terreno cuyo análisis nos ocupa tiene acceso directo desde la Ruta Nacional N° 237, que lo conecta con San Carlos de Bariloche. Paralelo a la citada ruta se ubican las vías del Ferrocarril General Roca, que unen esa ciudad con la Capital Federal.

#### . Servicios

Teléfono: no hay línea en la estación elevadora ubicada en el referido predio, pero se han observado cables coaxiales de ENTEL cercanos al mismo, por lo que se estima que en caso de considerarse necesario, podría obtenerse la conexión telefónica, de tan vital importancia para el buen manejo del sistema de desagües cloacales.

Agua potable: en la estación elevadora se dispone de una electrobomba con toma en un pequeño manantial de agua subterránea, que se utiliza para servicios generales de la estación.

Energía: existe una línea de media tensión - 13,2 kv - con su correspondiente transformador, para servicio de las electrobombas elevadoras, en baja tensión: 3 x 380 V.

El sistema de energía está a cargo de la Cooperativa Eléctrica Bariloche (CEB), cuyos funcionarios han manifestado a los Consultores que la línea de media tensión citada tiene capacidad suficiente para proveer, previa transformación, no menos de 500 kW, que es el orden de magnitud que se prevé instalar en el primer módulo de un tratamiento intensivo.

Gas: refiriéndonos al abastecimiento de gas natural, puede observarse que en el plano del Área cubierta por este servicio (última parte del tomo I del informe que obra en poder del CFI), la red troncal se encuentra a unos 1.500 metros del solar propiedad del DPA, por lo que sería factible, de considerarse necesario, instalar en un futuro el ramal de conexión con la consiguiente estación reductora de presión.

### 2.1.3 Trazas de conductos máximos

#### . Áreas con redes colectoras en servicio.

En el plano denominado "Servicio de Cloaca" inserto al final del tomo I del informe citado anteriormente, puede apreciarse el área de Bariloche cubierta con redes colectoras en servicio, que pertenece exclusivamente al casco urbano.

#### . Áreas futuras a servir

De acuerdo con lo establecido oportunamente por el CFI, las áreas futuras a servir, definidas en el informe de "Estudios Preliminares", son:

Sector 1. Casco Urbano (completamiento).

Sector 2. Oeste de Casco Urbano hasta arroyo Gutierrez (Zona A).

Sector 3. este y Sur del Casco urbano (Zonas B1 y B3).

. Determinación aproximada trazas de colectores generales.

En los planos adjuntos pueden apreciarse distintas trazas, que responden a las siguientes zonas o sectores de futura descarga:

Barrio "El Mallín", dentro del Casco Urbano de Bariloche.

Colector General Periférico paralelo al arroyo Ñireco, para desaguar los barrios "El Frutillar", "Nahuel Hue", "Malvinas Argentinas" y zonas intermedias hasta su conexión al colector máximo en funcionamiento.

Colector Principal Cuenca Sudeste, reubicando la parte final del colector para evitar problemas de rotura en la calle 9 de Julio.

Zona A, desde el Centro Atómico Bariloche hasta Casco Urbano, con traza en galibo de Ruta Nacional N° 237.

. Necesidad de elevación en ruta

Conforme los perfiles altimétricos determinados en los planos con las trazas citadas en el punto anterior, se establecen las siguientes necesidades de elevación:

a) En alternativa: la correspondiente al barrio "El Frutillar", en la variante solicitada por el CFI con galería de impulsión por la R.N. 258, descargando en el colector S.E. y la correspondiente al barrio "El Mallín", en lugar de la solución por gravedad estudiada por los Consultores, también solicitada por el CFI.

Para los casos indicados en a), sería necesario instalar una (1) estación elevadora para cada sector.



b) En la traza al oeste del Casco Urbano hasta arroyo Gutierrez (Zona A) serian necesarias cuatro (4) estaciones elevadoras.

Tanteo de trazas alternativas de conductos máximos.

Se analiza para todos los casos:

. Pendientes del terreno

Para mayor claridad nos remitimos a los planos que forman parte del presente informe.

. Calidad genérica de los suelos

De igual forma que para el punto anterior, nos remitimos al informe de Geotecnia, que forma parte del presente. De acuerdo con la Inspección y conforme con el Acta suscripta oportunamente en S.C. de Bariloche, se ha efectuado una serie de perforaciones y calicatas en las diversas trazas de colectores estudiadas, cuyas monografías y ubicaciones constan en la documentación incluida al final del tomo II del informe de "Estudios Preliminares".

De acuerdo con dicho informe, puede inferirse que en todas las zonas investigadas la calidad genérica de los suelos es adecuada a las necesidades de excavación y colocación de futuras tuberías, las que, en virtud de las previsiones adoptadas en el estudio, irán en general ubicadas a relativamente poca profundidad bajo el terreno natural.

. Estabilidad de taludes

De acuerdo con lo expresado en el Informe de Geotecnia, no se esperan problemas mayores en este aspecto, aunque por razones de seguridad del trabajo, se prevé la protección de las paredes de las excavaciones mediante entibados adecuados, para profundidades del orden ó mayores de 1,80 m. Esto deberá ser ajustado en la etapa constructiva según la textura y tenor de humedad del suelo a excavar.

#### . Necesidad eventual de abatimiento de napas

De acuerdo con el Informe de Geotecnia y con los antecedentes disponibles - en especial los de O.S.N. - y teniendo en cuenta las características de las obras a ejecutar, no se prevén necesidades especiales en este sentido. Para el caso eventual que en determinadas circunstancias y lugares se necesite un achique de agua en las excavaciones, esta podría efectuarse por simple extracción mediante bombes de reducida importancia.

Para la construcción de las conducciones será conveniente iniciar las excavaciones por los puntos más bajos, permitiendo así que las mismas funcionen como drenes.

Se destaca que entre las soluciones consideradas no se prevé la prolongación de la cloaca máxima, que por su profundidad y ubicación pudiera originar problemas importantes de depresión del acuífero, ni obras singulares que por sus niveles de fundación planteen dificultades constructivas de similar naturaleza.

#### . Posibles conexiones en ruta

En todos los casos de trazas consideradas hay posibilidad de conexiones en ruta, sea por urbanizaciones existentes o bien futuras, tema que se analizará en detalle en el próximo informe.

#### . Interferencias actuales y futuras previsibles

Las interferencias actuales previsibles están constituidas por las redes subterráneas de agua potable y gas; en cuanto a las de energía y telefonía, salvo tramos muy cortos, son aéreas, por lo que no plantean problemas para el proyecto cloacal.

Las pendientes disponibles para la cloaca permitirán generalmente hacer pasar las tuberías por debajo de las redes de agua y gas, ya que estas se colocan a profundidades no mayores de 1.00 metro.

Si así no fuera, corresponderá la remoción y reubicación de estos servicios, ya que los mismos trabajan a presión. (la cloaca funciona por simple acción de la gravedad).

Las interferencias futuras pueden suscitarse con planes de construcción de colectores pluviales por parte de la Municipalidad de S.C. de Bariloche por lo que será conveniente hacer llegar oportunamente al municipio copia de las planialtimetrías de colectores generales para su conocimiento.

#### . Dominio de los terrenos afectados por las trazas

Las correspondientes al Colector S.O y al de zona A por R.N. 237 se ubican en terrenos de dominio público; en el primer caso de jurisdicción municipal y en el segundo nacional (Dirección Nacional de Vialidad) debiéndose efectuar oportunamente por parte del DPA las gestiones pertinentes por ante los organismos específicos.

La traza del barrio "El Mallín" determinada por los Consultores se ubica en terrenos privados, en todos los casos jardines en la parte posterior de los inmuebles que terminan en el zanjón que sirve de desagüe pluvial del citado barrio.

En contacto personal mantenido con varios propietarios, se ha detectado un espíritu muy favorable por parte de los mismos a resolver problemas, dada la aguda necesidad de disponer servicio cloacal; por lo que se aprecia como factible la implementación administrativa de un acuerdo de servidumbre de paso e inspección para la colectora.

En el caso del colector paralelo al arroyo Ñireco, la traza se ubica en terrenos privados pero con limitaciones al dominio por su cercanía al citado arroyo, a lo que debe sumarse el muy escaso valor urbanístico de los mismos, que

se confirma con la ausencia casi completa de inmuebles edificados en esta franja.

En estas condiciones y siendo del más alto interés público la reserva de la citada franja para paso del colector futuro, no hay trabas jurídicas para disponer una servidumbre de paso consolidando la correspondiente limitación al dominio privado mediante una disposición del poder administrador, en este caso el Consejo Deliberante de S.C. de Bariloche.

Estas son las previsiones mínimas que deben adoptar los poderes públicos, para evitar interferencias de difícil reversión como por ejemplo la falta de una franja razonable para esparcimiento y servicios en el perilago del Nahuel Huapi, en especial la franja entre la R.N. 237 y el lago.

#### . Predimensionamiento de la tubería

Este punto, bajo el rubro "precálculo hidráulico", punto 2.3.1 página 102 de la Metodología, forma parte del próximo informe donde se incluirán los análisis correspondientes a cada traza estudiada.

#### Trazas de conducción de descargas.

Los aspectos analizados para los conductos máximos son todos válidos para las conducciones de descarga, remitiéndonos a los planos respectivos.

En lo que hace al dominio de los terrenos afectados por las trazas, tanto en lo referente a las conducciones de descarga al río Limay como a la que atañe a la "solución intermedia" hacia el Arroyo del Medio, todas se ubican en terrenos de dominio privado, por lo que deberían tomarse las disposiciones administrativas y legales necesarias para establecer las pertinentes servidumbres de paso, en caso de que alguna de estas alternativas de descarga se adoptare como definitiva.

En lo que hace a la descarga al lago Nahuel Huapi, la misma se efectúa en parte en el terreno reservado para el Establecimiento depurador (en tierra firme) y en parte en el fondo del citado lago, que es de dominio público, por lo que de adoptarse esta solución de descarga, se deberán hacer las gestiones administrativas pertinentes.

#### 2.1.4 Obras de descarga

##### a) Descarga al río Limay

##### . Características geológicas aproximadas del terreno

Se han efectuado calicatas cuya ubicación se ha establecido en el tomo II del informe anterior, pudiéndose apreciar las características del suelo en el informe de Geotecnia que integra el presente.

##### . Perfil de la costa del cuerpo receptor

Se acompaña el perfil correspondiente, habiéndose efectuado comentarios sobre el punto de descarga en página 200 del Informe anterior.

##### . Necesidad de dispersión del desagüe

La velocidad del río puede ser considerada de media a alta, (se han medido en las nacientes valores de 3m/s); esto haría innecesaria una tubería o elemento con dispersores, en el supuesto de que se lo adoptara como punto de descarga de los efluentes tratados.

##### . Determinación de los materiales.

##### . Elección del sistema de colocación.

##### . Costos.

Por las razones expuestas precedentemente, no se analizan estos aspectos.

b) Descarga de la "Solución Intermedia".

La descarga de su escurrimiento superficial como se explicó anteriormente, se efectuaría en el Arroyo del Medio luego de un tratamiento con lagunas de estabilización o bien con campos de derrame.

Este arroyo es de fuerte pendiente, por lo que caben las mismas consideraciones que las efectuadas para el río Limay, descartándose la necesidad de dispersores.

Se acompaña croquis de conducto de descarga y perfil del arroyo en el posible punto de volcamiento.

c) Descarga al lago Nahuel Huapi.

.Características geológicas aproximadas del terreno.

En este caso se trata de las características del fondo del lago, en la franja donde presumiblemente se ubicará la conducción de descarga del líquido tratado.

Si bien no se han obtenido datos específicos, la información geológica del área permite establecer que las condiciones del fondo del lago son similares a las de los terrenos costeros, es decir una morena glacial compuesta de rodados dentro de un manto de arenas finas.

.Perfil de la costa y del fondo del lago.

Se acompaña un perfil de la franja perpendicular a la costa en correspondencia con la Estación Elevadora, hasta una distancia de la misma de aproximadamente 1.500 metros.

De acuerdo con el citado perfil, tenemos:

Progresiva 130 m.; corresponde profundidad - 13 m

Progresiva 260 m.; corresponde profundidad - 25 m

.Necesidad de dispersión del desague.

Como se dijera en 2.1.1., no se dispone de datos específicos sobre las características del movimiento del agua en las profundidades del lago, por lo que no es posible efectuar un cálculo de dispersión preciso y ajustado a la realidad circundante en la posible área de descarga.

Es obvio que las corrientes que deben producirse en el lago -especialmente las corrientes profundas- deben ser de mucho menor velocidad que las corrientes registradas en el Limay (por ejemplo).

Ello no obstante, la gran masa de agua que rodeará la futura descarga tiene una relación de dilución tan grande con respecto al caudal de líquido cloacal tratado que por lentos que sean sus movimientos, se ha de satisfacer una ley de dilución adecuada con el objetivo a cumplir, esto es, no afectar la capacidad de autodepuración del receptor de manera sensible.

De cualquier forma, es recomendable efectuar la descarga no sólo en la extremidad de la galería sino por orificios múltiples practicados en sus últimos tramos, con el detalle que se establecerá en el próximo Informe.

- . Forma de los dispersores
- . Profundidad de la dispersión
- . Ubicación de los dispersores

Como se dijera anteriormente, estos aspectos de detalle serán especificados en el próximo Informe, estando relacionados con los materiales y el esquema de ubicación de la tubería de descarga, todo dentro de una filosofía de practicidad y economía que asegure el buen funcionamiento de esta parte de las obras durante todo el lapso de diseño del proyecto.

#### .Determinación de materiales - sistema de colocación

La elección de los posibles materiales que han de constituir la tubería de descarga está relacionada con la función que deben cumplir, la máxima seguridad de funcionamiento y el sistema constructivo; por ello hemos optado por analizar estos aspectos en conjunto.

Dentro de las pautas de sencillez y economía fijadas precedentemente, deberá seleccionarse el sistema de colocación de la tubería, que debe estar necesariamente ligado a las disponibilidades de equipo de construcción.

Pensar en tuberías de gran peso, construcción de muelles con la correspondiente hincas de pilotes, etc. obliga a utilizar pontones de gran porte para las piloterías y grúas; en definitiva equipos que no se disponen en el lugar y que deberían acceder por vía terrestre, con el consiguiente aumento de costos para una obra de discreta envergadura.

En función de lo expuesto precedentemente, cabe analizar tuberías sin juntas, es decir sin solución de continuidad, para permitir su empalme en tierra y su lanzamiento al lago mediante flotación, por simple obturación de sus extremos para mantener aire en el interior de la misma.

Sobre el particular, el Director del presente estudio tiene la experiencia concreta de haber proyectado y dirigido una obra en Ramallo para la Dirección General de Fabricaciones Militares.

Se trató de una toma de agua cruda en el río Paraná -para una planta de potabilización- constituida por una tubería de acero de 300 m de longitud y 1.00 m de diámetro.

La tubería se preparó y soldó en tierra y se lanzó al río con ayuda de pontones y luego fue orientada, por pequeños remolcadores hasta su colocación en la traza elegida.



En el caso que nos ocupa, los materiales que pueden cumplir condiciones de resistencia, duración, liviandad y continuidad son:

- Acero con adecuada protección catódica
- Plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) construido según normas IRAM ó DSN
- Polipropileno (PP)
- Policloruro de vinilo (PVC)

En rigor cabe descartar los dos últimos, dado que el PP no se construye en el país y el PVC se construye pero en diámetros inferiores a 0.60 m.

Tanto el acero como el PRFV permiten su preparación en tierra y su lanzamiento y colocación mediante flotación con la ayuda de embarcaciones de pequeño porte.

La comparación ajustada de estos materiales, que se consideran aptos para la tarea a cumplir, será realizada en el "Anteproyecto Definitivo" -pág.108- de la "Metodología- y valorizada a nivel de precálculo en el próximo Informe - puntos 2.3.2., 2.3.8. y 2.4. de la Metodología.

Los consultores aprecian que, en oportunidad de confeccionarse los Pliegos de Licitación, deberá admitirse por parte de los Oferentes la utilización de cualquiera de los materiales aptos, para una mejor competitividad de las Propuestas.

Manteniendo el principio de sencillez y economía, es aceptable funcionalmente la colocación de la tubería sobre el fondo del lago, previo un rastreo del mismo en correspondencia con la traza de la tubería para sortear posibles piedras de gran tamaño.

Deben evitarse posibles desplazamientos de la tubería en su ubicación final (acción de garrear) para lo cual son de aplicación "muertos" de hormigón en forma de anillos, que se van colocando distanciados en la tubería y que además sirven para su fondeo.

Hay muchos antecedentes de esta naturaleza. Recordamos la descarga de una fábrica de papel en Brasil, mediante una tubería de 1.500 m de longitud y 1.00 m de diámetro. El material de la tubería fue polipropileno (PP).

#### .Costos

Como se dijo anteriormente, se analizarán en el próximo Informe a nivel de precálculo.

#### Estaciones elevadoras

##### .Con bombas en cámara seca y cámara húmeda

Como estos tipos de cámaras se relacionan directamente con los tipos de bombas a comparar, nos remitimos al próximo punto.

##### .Comparación de diversos tipos de electrobombas

##### .De eje horizontal

En general se utilizan en instalaciones de gran tamaño y necesitan ser instaladas en cámara seca; en el país se han usado muy poco, por lo menos a nivel de instalaciones de Obras Sanitarias de la Nación.

Son equipos de buen rendimiento y se usan en general para fuertes alturas de elevación.

##### .De eje vertical

Hasta hace aproximadamente unos diez años, eran los equipos de uso más extendido en el país, manteniéndose los motores en un nivel alto, en seco, accionando los mismos a las bombas mediante ejes de longitud adecuada a las profundidades de llegada del líquido cloacal a la cámara, que es por lo tanto del tipo húmeda.

Las dificultades principales en la explotación de estos equipos radicaban en las vibraciones del eje por dificultades de alineación, que provocan el desgaste prematuro de las bombas.

El rendimiento de estos equipos desciende, en general, a medida que aumenta la longitud de los ejes de acople.

#### .Monoblock .

En los últimos años, este tipo de electrobomba ha hecho desaparecer prácticamente a los antiguos sistemas, desde los más pequeños hasta grupos de más de 1 m<sup>3</sup>/seg. de caudal.

Aunque hay otras marcas en el mundo, el tipo más desarrollado -que se fabrica inclusive en el país- es el de origen sueco llamado Flygt.

Cabe destacar que a lo largo de estos últimos años, se han construido estaciones elevadoras en varios puntos del país, todas con este tipo de bombas, incluyendo la de San Carlos de Bariloche cuyas características se detallan en otra parte del Informe.

#### .Rendimientos de bomba, motor y conjunto

Los valores correspondientes son variables de acuerdo a cada modelo y las características de las electrobombas. Puesto que las tipo monoblock son las de utilización más extendida actualmente, se analizarán las de uso más corriente.

Tipo	Serie	Altura	Caudal	Rend. Bomba	Rend. Grupo
CP 3200	MT	13m	5000 l/min	75%	64%
CP 3200	HT	21m	3500 "	64%	54%
B 2250	--	20m	10000 "	80%	71%
B 2400	MT	60m	4000 "	66%	61%
B 2400	HT	120m	3000 "	62%	57%

Las bombas tipo B son para aguas limpias o sucias pero sin elementos grandes en suspensión; las CP tienen impulsores con secciones de paso que van (según las curvas de características) de diámetros 75 mm a 105 mm respectivamente.

#### .Comparación con tornillos de Arquímedes

Que sea de conocimiento de los Consultores, en Argentina sólo hay este tipo de instalación de elevación en la planta de DOSBA en Muñiz, partido de Gral. Sarmiento, Prov. de Buenos Aires.

Se trata de una planta nueva, con poca altura de elevación del líquido, mientras que en Bariloche la estación elevadora ya está en funcionamiento y puede ser ampliada tanto en caudal como en altura con simple cambio de impulsores.

Frente al tornillo de Arquímedes, las bombas Flygt CP (como las usadas en Bariloche) se cambian o se mantienen elevándolas gracias a un sistema de guías con acoplamiento automático de simple apoyo (sin pernos) a la tubería de descarga.

#### .Predimensionamiento de los equipos

#### .Predimensionamiento de las obras civiles

.Diagramas eléctricos

.Obras complementarias

Como se dijera anteriormente, en el próximo informe se efectuarán precálculos hidráulicos para estos equipos (Puntos 2.3.1, 2.3.5, 2.3.6, 2.3.8 y 2.4 de la Metodología).

#### 2.1.5. Tipos de plantas depuradoras

Pretratamientos

Actuales

La estación elevadora en funcionamiento dispone solamente de un canasto de acero inoxidable, de forma aproximadamente cúbica de lado 1.00 m en la llegada del colector de diam. 0.900 m.

Este elemento que debería cumplir funciones de reja para evitar el ingreso de objetos de tamaño medio o grande a los equipos de bombeo, está en desuso por problemas operativos.

Asimismo, el tamaño de las aberturas de las mallas que forman el citado canasto es excesivamente grande y permite el paso de objetos que pueden afectar el normal funcionamiento de las bombas; así, alrededor de febrero del año en curso, entró a las mismas un filtro de metal de uso en motores diesel que obligó a reparar el rotor de la bomba que fue afectado.

Futuros

a) Rejas: es imprescindible, para protección de los equipos de bombeo y en el resto de etapas de tratamiento, incluir una reja de abertura inferior al tamaño de la abertura de los rotores de las bombas elevadoras.

Las bombas instaladas, de marca Flygt, son las siguientes:

Dos (2) modelo CP 3151 - curva 410 -  $Q = 85$  l/seg,  $h = 7$  m.

Tres (3) modelo CP 3200 - curva 610 -  $Q = 140$  l/seg,  $h = 7$  m.

La sección mínima de paso en el impulsor es de 100 mm. en el primer caso y de 125 x 130 mm en el segundo.

A nuestro juicio, la luz libre entre barrotes de la reja no debe ser superior a 40 mm, para retener objetos metálicos o de otros materiales duros que sean longilíneos, lo que hace aceptable para el rotor de las bombas su dimensión transversal pero no la longitudinal.

Como ejemplo, el filtro de gas oil que afectó una bomba era un recipiente tubular de dimensiones aproximadas: diámetro 50 mm y altura 180 mm.

Es decir, que el objeto que pasó por el canasto y entró en la bomba aprovechando su esbeltez, ha obstruido y averiado al rotor de la misma según su dimensión mayor, que es superior a las aberturas tanto del citado canasto como de los rotores de los dos tipos de bombas de la estación elevadora.

Se analizará en el Informe Final dos alternativas:

a.1) la construcción de una cámara de rejás y su by-pass antes de la estación elevadora, en una derivación en paralelo a realizar sobre el colector general.

a.2) la instalación de una reja de limpieza automática con sistema de by-pass a definir en el sitio ocupado actualmente por el canasto citado anteriormente.

b) Desarenado: la inclusión de este pretratamiento es de norma en todo sistema de depuración por pequeño que fuere. El mismo puede ubicarse en la descarga de las bombas elevadoras, vg. inmediatamente a continuación de una cámara de carga que alimentará el posible futuro tratamiento.

En el informe próximo se analizará el sistema más adecuado, especialmente teniendo en cuenta el lapso de diseño del proyecto: 30 años.

c) Desengrasado: en plantas con caudales importantes como la que nos ocupa, se requiere normalmente equipos con inyección de aire, para lograr una efectiva separación de grasas.

Es difícil obtener un funcionamiento eficiente en esta etapa cuando como en nuestro caso, se registran muy fuertes variaciones de caudal y concentración del poluente, en este caso sustancias solubles en éter etílico (ver análisis en Informe de Estudios Preliminares, páginas 194 a 197).

Por otra parte, en los sistemas de tratamiento intensivo más experimentados es necesaria la implantación de sedimentadores secundarios, que al provocar el aquietamiento del líquido permiten la flotación de grasas que se recogen con espumadores de superficie.

En síntesis, se considera conveniente la no inclusión de desengrasador en el circuito de tratamiento, pudiéndose dejar previstos conexiones para una futura implantación de aquél si fuera necesario frente a un hipotético bajo rendimiento de desengrase en el sedimentador secundario.

#### .Dilaceración

Suele utilizarse este procedimiento en instalaciones pequeñas, generalmente estaciones elevadoras, en reemplazo de rejas y canastos. No se justifica en el caso de una planta importante como la que nos ocupa.

#### .Tamizado, microtamices

El primer procedimiento es útil como pretratamiento para lagunas de oxidación, separando sólidos en suspensión mayores de 1 mm.

Los microtamices son de aplicación casi siempre para aguas de refrigeración, quitando algas y otros microorganismos de dimensiones menores de 1 mm. No son aplicables para nuestro caso.

#### Tratamientos propiamente dichos

Como guía indispensable para una conformación inicial de alternativas de sistemas de tratamiento, debe analizarse el requerimiento o nivel de depuración que cabe aplicar al líquido crudo en relación con la capacidad de autodepuración de los cuerpos receptores.

Es relevante en el caso que nos ocupa -San Carlos de Bariloche- la especial significación paisajista y ecológica que debe rigurosamente preservarse en su entorno, más allá de la aplicación de fórmulas cuyos errores se pagan con el deterioro muchas veces irreversible del medio ambiente.

Sobran razones para ponerse en nuestro caso del lado de la seguridad en razón de lo cual los Consultores consideran que:

a) No es admisible un tratamiento primario, que reduce DBO y SS en alrededor de un treinta (30) por ciento, sin modificar magnitudes (o en algún caso aumentándolas) de nutrientes como Nitrógeno y Fósforo.

b) Es necesario un tratamiento secundario, con eficiencia en reducción de DBO y SS (como variables principales) no inferior al noventa (90) por ciento.

c) Debe completarse el nivel b) con un tratamiento terciario o bien con un procedimiento de depuración que ofrezca seguridad de reducción significativa en las magnitudes de N y P.



Definidas estas condiciones de marco, pasamos a enumerar sistemas de tratamiento en general, luego de lo cual se desarrollará una comparación cualitativa a efectos de descartar aquellos sistemas que no ofrezcan primariamente un nivel particular de eficiencia acorde con lo establecido en a), b) y c).

#### 2.1.5.1 Filtros biológicos (percoladores)

. Con digestor incorporado al sedimentador primario-procedimiento de Imhoff.

Habiéndose descartado la posibilidad de pretratamientos primarios en razón de los elevados requerimientos que deben necesariamente cumplirse para el volcamiento de desagües en los posibles cuerpos receptores, el uso del sistema Imhoff queda circunscripto a su aplicación como etapa primaria de un tratamiento por filtros biológicos.

En esa circunstancia, el sistema funciona como sedimentador y digestor de los lodos sedimentados, mostrando las siguientes limitaciones:

. Han sido aplicables para poblaciones pequeñas, del orden de hasta 5.000 habitantes, pero hoy están prácticamente en desuso.

. Necesitan temperaturas bastante elevadas - del nivel de los 30º C- para efectuar la producción anaeróbica de los lodos, lo que no es posible lograr en Bariloche, donde la temperatura del aire en buena parte del año es inferior a 15º C.

. La magnitud de los caudales a tratar en nuestro caso obligaría a instalaciones de enorme tamaño, con el consiguiente alto costo de la obra civil, sin que por ello pueda obtenerse un correcto tratamiento de los fangos.

. Los problemas en la digestión de lodos producen generalmente emisión de olores fétidos y atraen insectos y moscas, todo lo cual constituye una situación incompatible con la condición ecológica y turística del lugar.

. Con sedimentador y digestor separados.

En este caso, el sedimentador se ajusta a los tiempos de permanencia necesarios para satisfacer velocidades de decantación compatibles con los caudales de líquido crudo y recirculación, independizándose del volumen necesario para digestión.

Normalmente son de tipo circular, con fondo inclinado y tolva central, donde un barredor de fondo concentra los fangos sedimentados para su extracción y conducción hacia los digestores separados.

Para una planta de la magnitud de Bariloche, es necesaria una batería de digestores en etapas (dos) funcionando a distintas temperaturas, a efectos de acortar el período de maduración de los fangos; a tal efecto, una de las etapas debe ser necesariamente calefaccionada, para lo cual debe usarse el propio gas (metano) generado en la digestión, aunque suele no ser suficiente especialmente en los primeros años de operación del sistema.

. Filtración biológica propiamente dicha.

Es una operación unitaria debida a la acción de contacto (no de filtración) entre el agua residual y la superficie de piedras o elementos de material plástico de tamaño adecuado depositados en un recipiente cilíndrico. El líquido se distribuye uniformemente mediante brazos regadores y por la parte inferior, a través de un sistema de drenaje convenientemente diseñado, entra aire de la atmósfera circulando de abajo hacia arriba entre las piedras, en contracorriente a la circulación del líquido a tratar. Este sentido de circulación del aire puede invertirse, dependiendo de la diferencia de temperaturas del líquido y de la atmósfera.

De la forma expuesta se produce la oxidación biológica que mineraliza la materia orgánica del líquido cloacal.

Las variaciones en carga hidráulica y orgánica de una población típicamente turística como Bariloche, no tienen una respuesta flexible en este sistema, obligando a una operación engorrosa y de alta incidencia del rubro energía en la etapa de recirculación desde el sedimentador secundario.

Un problema conexo es la aparición en ciertas épocas del año de una mosca (psychoda) que es difícil de combatir y obviamente incompatible con el nivel ecológico del área.

Según los especialistas en Ingeniería Sanitaria constituye un método obsoleto, reconociéndole haber dado solución aceptable a problemas de saneamiento a través de un lapso de varias décadas.

Además de obsoleto, actualmente es un sistema costoso, con sólo tener en cuenta su necesidad de disponer de digestores separados calefaccionados, sedimentador primario, tratamiento terciario para reducir N y P, etc.

#### 2.1.5.2 Lagunas naturales, facultativas y aireadas.

No tenemos en cuenta lagunas del tipo anaerobio por el problema de olores e insectos, pero se analizará este punto con más detalle para el caso de las lagunas de disposición a ver más adelante.

Las lagunas aireadas son reactores continuos sin recirculación exterior; la aereación mecánica es necesaria para suministrar artificialmente el oxígeno requerido por el proceso, así como para mantener una cierta agitación de la masa líquida que impida la sedimentación del material orgánico sintetizado.

Esas lagunas son semejantes a las facultativas, pero en lugar de la función de las algas para el suministro de oxígeno se apela a los aireadores; ello permite menores superficies y profundidades que en el caso de las facultativas.

Los inconvenientes de aplicación de las lagunas aireadas pueden sintetizarse así:

- Hay una influencia muy grande de la temperatura en su régimen de funcionamiento, que se aprecia en el coeficiente de reacción  $KT$ . El autor ILDEN DUARTE estima:

$$KT = 0,103 \text{ l/d para } T = 5^{\circ} \text{ C;}$$

$$KT = 0,800 \text{ l/d para } T = 30^{\circ} \text{ C.}$$

Es decir, 7,8 veces más volumen para la temperatura inferior.

- Es difícil evitar la formación de zonas hidráulicamente muertas, que interfieren con el proceso.

- La eficiencia neta de estas lagunas no supera el 50% en DBO, lo que obliga al agregado de lagunas de estabilización. Asimismo, como tercera etapa deben preverse lagunas de pulido, para obtener una retención bacteriológica máxima que sea compatible con el vertido (si bien indirecto) al lago.

- No se produce reducción del N ni del P.

- Se requieren aireadores de relativa baja potencia pero de alta velocidad, que tienen menor vida útil y por lo tanto mayores problemas de mantenimiento y explotación (problema de fijación de amarras).

Un distinguido especialista internacional como es el Profesor LOTHAR HESS no recomienda la aplicación de lagunas aireadas para poblaciones importantes.

A su vez, los inconvenientes de las lagunas facultativas acompañadas de lagunas de pulido son principalmente los siguientes:

- Baja carga superficial debido al factor temperatura, ya sea ambiental o del agua. MARA establece la siguiente correlación:

$C_s = 20 T - 120$  = carga orgánica máxima en DBO soluble/ha.día, siendo T la temperatura ambiental media del mes más frío del año.

O sea que en Bariloche, con temperaturas que en el mes de julio oscilan entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $+2^{\circ}\text{C}$ , la laguna tiene muy baja actividad, lo que se traduce en la necesidad de grandes extensiones.

Conforme al modelo de GLOYNA y HERMANN:

$C_s = 285,7 \cdot H \cdot 0 T - 35 = 285,7 \cdot H \cdot 1,085 T - 35$  que es la carga orgánica efluente, a saber:

1,46 Kg DBO5/ha.día, para una eficiencia de reducción de la DBO del 90%.

En nuestro caso, para una profundidad neta de la laguna de  $H = 1.80$  m y una temperatura  $T = 8^{\circ}\text{C}$ , media de la laguna en el mes más frío del año, necesitamos para el caudal final de diseño una superficie de 333 has, más un cierto porcentaje de la misma si se requieren - por razones bacteriológicas - lagunas de pulido.

- Este procedimiento no reduce el N ni el P.

- Del mismo modo, en el efluente final, si bien hay una notoria reducción de DBO como se ha visto, queda un remanente importante de SS - alrededor de 50 a 60 mg/l para un líquido crudo de 200 mg/l de SS - que son las algas vivas o muertas que el proceso produce en exceso.

. Lagunas de disposición.

Este proceso o sistema se conoce también por el nombre de "campos de derrame".

En nuestro caso, el tipo de suelo - cantos rodados envueltos en arenas finas - aparece como un enorme filtro biológico natural, que ofrece una gran permeabilidad, conforme se desprende de su constitución geológica así como de la información verbal recogida por los Consultores en contactos personales con expertos del INTA Bariloche.

La investigación del suelo practicada en esta zona corresponde a la calicata C2 y en el extremo cercano al río Ñirihuau la calicata C3.

En la C2, el terreno hasta 1.00 m de profundidad es arena con un 10% de grava y luego, hasta 2,50 m, grava arenosa incluyendo rodados de tamaño entre 4" y 6"; no hay en ninguna de las calicatas del área presencia de la napa freática, por lo menos hasta 2,50 m.

En síntesis, puede esperarse una gran percolación a través del paquete del terreno natural, al estilo de los filtros biológicos lentos antiguos.

Será necesario prever tamices con orificios de diámetro 1 mm como se dijo anteriormente - sistema que no se ha aplicado aún para el tratamiento por lagunas en el país - para retirar sólidos en suspensión mayores de dicho tamaño; este procedimiento reemplaza una decantación primaria, que obligaría al tratamiento de los fangos en digestión en forma separada con el consiguiente alto costo de inversión y problemas de explotación conocidos.

Este sistema tiene ventajas económicas frente a las lagunas aerobias ya que las piletas no necesitan revestimiento, factor de gran peso en los costos por la gran superficie a revestir que exige el tratamiento por lagunas.

La incógnita principal la constituye el comportamiento del líquido a su paso por el paquete filtrante, puesto que una colmatación del mismo - aún en forma pelicular en el fondo de las piletas - puede dar lugar a condiciones anaeróbicas de funcionamiento.

Esta condición provocaría presencia de olores y moscas, lo que es incompatible con el nivel de protección ecológica que se ha fijado para el tratamiento de los desagües crudos en el presente estudio.

Los antiguos filtros biológicos lentos eran removidos de tanto en tanto para su limpieza, recordando que el líquido crudo a su entrada a los mismos no sufría pretratamientos de ninguna naturaleza.

En el caso que nos ocupa, puede efectuarse esta operación mediante máquinas viales, en una sencilla operación de "raspado" del fondo de cada pileta. Este proceso, funcionando correctamente, reduce DBO y SS en un 90% sin producir algas residuales; no modifica tenores de N y P.

#### 2.1.5.3 Procedimientos químicos - floculación.

Estos sistemas presuponen la dosificación de reactivos en general cloruro férrico en una etapa primaria, eliminando tratamientos secundarios y eventualmente terciarios.

Los inconvenientes principales que presenta este procedimiento son los siguientes:

- Exige instalaciones de almacenaje, preparación y dosificación de reactivos.

- La utilización del coagulante más apropiado, el cloruro férrico, produce un aumento bastante significativo del color en el agua natural, por lo menos hasta su dilución.

- El sistema es útil cuando el desagüe cloacal tiene fuerte presencia de desagües industriales, lo que no sucede en Bariloche.

- El coagulante tiene ventaja económica cuando se lo utiliza cerca de instalaciones siderúrgicas, lo que tampoco sucede en nuestro caso.

- Los barros de floculación son muy húmedos y de difícil deshidratación.

En síntesis, las características del líquido cloacal, que corresponden a una población estable o turística sin descargas industriales significativas, no hacen recomendable este sistema (aplicable a desagües con mucha carga de contaminación, especialmente inorgánica).

#### 2.1.5.4 Barros activados - sistema convencional.

Este procedimiento representa un avance importante con respecto al de los filtros biológicos, ya que puede obtenerse mayor eficiencia y flexibilidad de operación. Pero también presenta varios de los inconvenientes de aquellos, entre los que podemos citar:

- Requiere tratamiento primario con sedimentadores y como consecuencia el uso de digestores separados y calefaccionados.

- El lodo de los sedimentadores secundarios contiene altos porcentajes de materia orgánica nitrogenada y fosfatos.

Esta situación se debe a que el proceso tiene fases de síntesis de la materia carbonácea para formación de nuevas células y de respiración endógena o autodepuración de dichos organismos vivos (floc biológico).

En cambio, no se producen las fases de nitrificación y desnitrificación para eliminar el nitrógeno, gas carbónico y fosfatos que son comunes en los sistemas de aereación extendida.

Este procedimiento - que no alcanzó a utilizarse en planta de alguna importancia en nuestro país - también puede calificarse de obsoleto, en función de los inconvenientes que presenta y por haber sido perfeccionado por los procedimientos comunmente conocidos como "aereación extendida".

#### . Aereación extendida



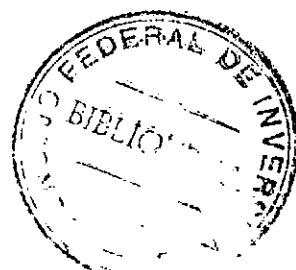
La Metodología (página 099) presta especial énfasis al sistema de zanjias de oxidación dentro del proceso de aereación extendida; dicho sistema se conoce generalmente con el nombre de "Carrousel".

. Sistema de Carrousel.

Básicamente se trata de recipientes de profundidad media, con aereación prolongada producida por aireadores superficiales de eje vertical, sin decantación primaria y con estabilización aeróbica de lodos.

Los rendimientos de una planta de esta naturaleza, bien diseñada y correctamente operada son los siguientes:

- Remoción promedio de DBO: más del 92%
- Remoción promedio de SS: más del 90%.
- Remoción de Nitrógeno (Kjeedahl): alrededor del 90%.
- Remoción de fósforo: aprox. 50%.
- Cantidad de lodo excedente: 1 Kg SS/Kg DBO removido.



Los antecedentes más cercanos de este procedimiento son:

- Planta en Curitiba, Brasil, para una población equivalente de 500.000 habitantes en primera etapa;
- Planta en Muñiz, Partido de Gral. Sarmiento, Pcia. de Buenos Aires, para una población equivalente de alrededor de 300.000 habitantes en 1ª etapa;
- Planta en El Bolsón, Pcia. de Río Negro, para una población de alrededor de 10.000 habitantes.

Las ventajas de este procedimiento son varias e importantes, pudiendo enumerarse:

- Eliminación del sedimentador primario;
- Eliminación de los digestores separados y calefaccionados para lodos;
- Gran compacidad de las instalaciones;
- Sencillez de la obra civil y de las tuberías de intercomunicación;
- Alta eliminación de N e importante reducción de P, lo que permite obviar tratamientos terciarios, salvo que los tenores de P sean muy altos en el líquido crudo, lo que en principio no sucede en nuestro caso porque el mismo no tiene descargas industriales.

#### . Sistema de recipientes profundos.

En el caso del sistema "carrousel" analizado precedentemente, los recipientes o reactores donde se efectúa la aereación presentan una profundidad entre 3,5 á 4,5 metros.

La puesta en funcionamiento de recipientes netamente más profundos - entre 8 a 10 metros de altura de agua - ofrece varias ventajas importantes, a saber:

- Ahorro de espacio;
- Reducción de la superficie a cubrir en caso de ser necesarios recipientes cerrados, por la posible presencia de productos volátiles de mal olor, bajas temperaturas del ambiente, altos tenores de agentes tensioactivos, etc.;

- Sobre la base de una inyección de aire por medio de difusores especiales, la gran altura de agua permite disponer de un tiempo de contacto muy importante entre las burbujas de aire con la fase líquida;

- Por igual razón que la precedente, se obtiene una más fuerte presión parcial del oxígeno en el aire insuflado lo que aumenta la fuerza de disolución del oxígeno en el agua (Ley de FICK, que por medio del coeficiente de transferencia permite definir la capacidad de oxigenación de un sistema de aereación).

- Un recipiente profundo, en relación a uno de baja o mediana profundidad, obtiene igual cantidad de oxígeno disuelto en el agua con menor caudal de aire a inyectar, lo que representa una economía cierta de energía.

En la inyección de aire por difusores, como el caso que nos ocupa, hay tendencias para la formación de burbujas finas tanto como para gruesas, tanto por razones técnicas como también comerciales.

En el caso del recipiente profundo que analizamos, las diferencias eventuales de rendimiento energético entre ambos tipos de burbuja se atenúan por completo.

La pieza fundamental de este sistema está constituido por el difusor de aire, que en general es del tipo llamado "estático", es decir sin piezas móviles.

Las funciones principales de estos difusores en recipientes profundos son dos, a saber:

- tener capacidad de oxigenación;
- tener capacidad de agitación.

Para ello, el aire producido por compresores - mayormente del tipo ROOTS - se insufla a través de orificios simples atravesando un tubo mezclador, donde por efectos de turbulencia se produce la subdivisión del aire en burbujas; en el extremo superior del tubo se coloca un sombrerete que aumenta la turbulencia e invierte el sentido de flujo del aire, que asegura la penetración del mismo en toda la masa líquida a oxigenar.

Los materiales de estos difusores - vg. polipropileno y acero inoxidable - deben ser adecuados para lograr una efectiva resistencia a la corrosión.

Este procedimiento, de igual forma que el denominado "Carrousel", se completa con sedimentador secundario, espesador de lodos, recirculación, etc.

En la República Argentina no existen plantas de este tipo, pero las hay numerosas en otros países, como por ejemplo:

#### Canadá

Bramont (Municipalidad).

Montreal (Municipalidad).

#### Alemania

Aalen (fábrica de papel).

Dachau (idem).

#### Sudáfrica

Wiggins (Municipalidad).

#### Francia

Mulhons (Municipalidad).

Niza (idem).

Foret de la Hardt (idem).

Nelles (Industria de alimentos).

### España

Alcobendas (Municipalidad).

. Depuración con oxígeno puro.

Este procedimiento, del que no hay ejemplos en el país, es bastante reciente en cuanto a su puesta en funcionamiento industrial y a pesar de su muy alta eficiencia, tiene limitaciones importantes para el caso de S.C. de Bariloche.

En general, estas instalaciones se adaptan bien al tratamiento de desagües concentrados con elevadas cargas de contaminación o bien con sustancias inhibidoras o tóxicas que deben ser estabilizados por una masa de bacterias depuradoras muy activa.

En el caso de Bariloche, con efluentes de origen esencialmente domiciliario, la aplicación de oxígeno puro es interesante sólo en el caso de que sea necesario aumentar la capacidad de tratamiento con pocas modificaciones de la estructura funcional de la planta.

Por otra parte, la producción de oxígeno para tratar los caudales previstos en este estudio no puede efectuarse mediante botellones, es necesario prever una fábrica de oxígeno con los altos costos y problemas de mantenimiento que ello significa.

Si bien el sistema es apto para recibir cargas variables - lo que podría ser interesante para una población turística como Bariloche - debe proveerse a toda la instalación de una cobertura estanca a los gases, debiendo adoptarse especiales precauciones para evitar la acumulación eventual de productos volátiles inflamables en la atmósfera interna de los depósitos.

Consideramos que esta tecnología es excesivamente compleja y costosa para el caso en estudio, por lo que no se recomienda su utilización.

#### Tratamiento de los fangos de sedimentación.

En el desarrollo de los diversos tipos de tratamiento se ha hecho referencia a este aspecto de los tratamientos, por lo que nos remitimos a lo expresado anteriormente al respecto.

#### Necesidades de tratamiento terciario.

Se ha establecido en el presente Informe la necesidad y conveniencia de reducir al máximo los nutrientes en el líquido depurado, lo que conlleva la necesidad de disminuir los valores de N y P y por lo tanto, de efectuar un tratamiento terciario, salvo que alguno de los procedimientos de depuración biológica produzca esa reducción.

Conforme con la Metodología, (página 100) se analizan a continuación distintos procedimientos para la etapa de tratamiento terciario.

#### . Lagunas de afino.

Sobre este tema ya se efectuó un análisis, en oportunidad de referirnos a las lagunas aerobias; se trata de lagunas de poca profundidad, donde la acción de fotosíntesis de las algas reduce el líquido depurado en etapas anteriores; vg. se cita (Manual Técnico del Agua, Degremont, 1979) que una permanencia de 48 horas en laguna, a 15° C, reduce el contenido de DBO5 de 40 a 20 mg/litro. Este sistema podría completar, si futuros posibles requerimientos lo exigen, una depuración por lagunas aerobias, como la prevista preliminarmente en este estudio.

#### . Filtración física.

Se trata de una filtración directa a través de arena o mejor con materiales porosos, llegándose a una reducción de hasta el 70% en DBO y de hasta el 90% en SS. En rigor, esta filtración física se convierte en una filtración biológica, por el desarrollo bacteriano que se produce en el filtro.

Las velocidades de filtración son altas, en general se utiliza 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hora, aunque en ciertos casos se ha llegado a 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hora.

Este sistema, de no utilizarse previamente inyección de reactivos - como sulfato de aluminio o polielectrolitos - a fin de flocular N y P, no reduce estos nutrientes, por lo que de acuerdo con el criterio de requerimientos de vertido del desagüe tratado adoptados en nuestro caso no corresponde su utilización como tratamiento terciario.

#### . Eliminación de fosfatos.

Interesa la reducción de fosfato en los vertidos cuando los mismos se vuelcan a lagos pequeños o a cauces de agua de baja velocidad, por cuanto su concentración puede provocar fenómenos de eutroficación.

En Suiza, donde hay vertidos a lagos de pequeñas o medianas dimensiones, se ha llegado a imponer un límite máximo de 1 mg/litro de fosfatos totales, lo que obliga a su eliminación por medio de reactivos - cal, sales de hierro y aluminio - a fin de obtener la reducción exigida.

La técnica empleada es dual: precipitación simultánea por agregado de una sal de aluminio o hierro en los fangos activados y precipitación separada en un decantador especial, constituyendo esta parte el tratamiento terciario propiamente dicho.

Este procedimiento será estudiado en el próximo Informe, para aquellos sistemas de tratamiento que, siendo aptos para una comparación más detallada, no presenten reducción de N y P en sus etapas de depuración biológica.

. Eliminación de nitrógeno.

Se persigue con su eliminación dos objetivos:

- limitar el consumo de oxígeno en los cuerpos receptores, dado que para oxidar 1 mg/l de nitrógeno amoniacal se necesitan 4,5 mg de oxígeno, aproximadamente;

- limitar el fenómeno de eutroficación de los lagos y cauces de agua lentos, en cuyo caso la reducción de N debe acoplarse a la de P.

Una de las técnicas de eliminación es físico-química, mediante adición de cal, eliminándose el amoníaco en torres de contacto provistas de ventilación forzada.

El procedimiento se utiliza poco dado que exige la construcción de estructuras importantes, con gran caudal de ventilación.

La otra técnica usual es la nitrificación-desnitrificación biológica, donde en primera instancia se transforma todo el amoníaco en nitrato en el tratamiento secundario y luego una desnitrificación en medio privado de oxígeno, para lo cual es necesario que:

- previamente se consiga una buena nitrificación;
- se disponga de una fuente de energía y por lo tanto, de carbono asimilable;
- existan condiciones de anoxia.



Como se expresó anteriormente, se desarrollará en detalle este proceso en ocasión del próximo Informe, para aquellos sistemas que no reduzcan significativamente el N en etapa biológica secundaria.

. Eliminación de componentes no biodegradables.

Para estos casos, puede utilizarse la adsorción a través de mantos de carbón activo en polvo o granulado; el tratamiento procura retener esencialmente detergentes "duros" (no biodegradables) así como cierto tipo de moléculas orgánicas presentes en vertidos industriales.

En el caso de Bariloche, no se han observado altos valores de detergentes en las extracciones de muestras; revisión del sistema cloacal; ni en la estación elevadora, en virtud de la ausencia completa de espumas aún en zonas del colector general donde resaltos hidráulicos provocan fuerte turbulencia en la corriente.

Atento a los especiales requerimientos ecológicos para el área, los Consultores recomiendan una acción legal tendiente a prohibir la venta de detergentes duros por lo menos en el Departamento Bariloche, acción que puede ser encaminada por intermedio del Consejo Deliberante local.

. Desinfección.

Este proceso, que se aplica especialmente cuando se trata de desinfectar desagües de hospitales, sanatorios, etc. sospechosos de contener gérmenes patógenos, exigen una correcta depuración y clarificación del líquido cloacal.

En general se utiliza cloro como desinfectante, aplicado como hidróxido ó cloruro o mejor en la forma gaseosa.

Tipo de cloradores.



En plantas de poco caudal, se suele utilizar hidróxido de sodio (agua de Javel) o bien cloruro de cal, vehiculizando con agua, este último reactivo, por lo que la inyección se efectúa con bombas dosificadoras regulables.

En caudales medianos o importantes, es de norma el uso de cloro gaseoso, que se almacena en cilindros a presión de distintas capacidades y se dosifica con cloradores especiales, que casi siempre utilizan agua a presión como elemento vehiculizador, provocándose un cierto vacío mediante un Venturi, de forma de lograr contacto y mezclado adecuados entre el gas y el agua para su posterior inyección en el líquido.

. Cámaras de contacto.

En instalaciones de depuración, estas cámaras son normalmente piletas de hormigón provistas de chicanas, que tienen por objeto lograr un íntimo contacto del desagüe con el desinfectante impidiendo la formación de zonas muertas.

El tiempo de contacto en estas cámaras es del orden de los 15 minutos y las dosis de aplicación para lograr una reducción completa de coliformes varía entre 2 y 10 mg/litro, en función del tipo de depuración que se emplee.

2.1.6 Equipamiento electromecánico - distintas variantes.

. Aireadores superficiales.

- De eje horizontal: son los que tienen forma de grandes cepillos (brosse tournants) puestos en vigencia por los holandeses en las llamadas zanjias de oxidación; trabajan bien con bajas potencias específicas, por lo que su uso por lo general se limita a instalaciones pequeñas.

- De eje vertical: son los más generalizados, dividiéndose entre los de alta velocidad, con hélice pequeña y chimenea central, y los de baja velocidad y rotor abierto, con potencias que llegan a un orden de 100 kW. Existen numerosos diseños de turbina, con distintas capacidades y rendimientos.

#### . Insuflación de aire.

Este procedimiento presupone la inyección de aire comprimido mediante dispositivos apropiados, dividiéndose en tres grupos en función del tamaño de las burbujas producidas, a saber:

- Burbujas gruesas, de diámetro mayor de 6 mm;
- Burbujas medianas, de tamaño comprendido entre 3 y 6 mm;
- Burbujas finas, de diámetro menor de 3 mm.
- Placas porosas: en general están constituidas por granos de Corindón o bien cerámica; en este último caso, cuando tienen forma tubular, producen burbujas de tamaño pequeño.
- Difusores especiales: pueden ser constituidos por enrollamiento de hilo de plástico sobre un soporte cilíndrico (burbujas medianas) o tubos de gran diámetro y altura (burbujas grandes) que se analizan en el punto correspondiente al tratamiento por "recipientes profundos".

#### . Distribuidores rotativos.

Se aplican para el caso de los tratamientos con filtros biológicos, también conocidos como lechos percoladores; se trata de tuberías de acero con orificios para regar el líquido sobre el material del lecho, produciéndose su movimiento de rotación por simple reacción hidráulica.

En instalaciones de gran diámetro y caudal, los distribuidores pueden tener sección de forma rectangular en vez de circular.

. Brazos rascadores.

Se utilizan en decantadores primarios o secundarios o en cualquier recipiente donde se produzca sedimentación, en general tienen forma parabólica (en planta) y mediante adecuadas uniones son arrastrados por un puente accionado por un motor periférico.

Los sedimentos - en general fangos - son barridos hacia una tolva central, donde se transportan por acción hidrostática hacia otros puntos de la instalación de depuración, en ciertos casos se agrega al barredor una bomba u otro mecanismo de succión para mejorar la aspiración de los sedimentos.

. Bombas de movimiento de fangos.

- Centrífugas de rotor abierto: son las actualmente más usadas, en especial la del tipo monoblock que ha sido analizada en el punto relativo a estaciones elevadoras.

- A pistón: son alternativas y se usaron hace décadas para el bombeo de fangos, especialmente de digestores. Presentan problemas de mantenimiento y en la actualidad se reemplazan por bombas monoblock (Flygt o similares) que tienen rotores con abertura amplia y una construcción muy robusta y apta para resistir problemas de corrosión y evitar fugas de líquidos.

2.1.7 Abastecimiento de energía - distintas variantes.

. Desde la red pública.

En el Informe de "Estudios Preliminares" se ha hecho referencia a este punto, siendo que el servicio local se presta a través de la Cooperativa Eléctrica de Bariloche (CEB) con capacidad suficiente para absorber potencias instaladas importantes.

Por otra parte, la confiabilidad del servicio ha de aumentar a muy corto plazo, ya que para fines del año en curso está prevista la entrada en servicio de la línea de alta tensión desde Alicurá a Bariloche, en 132 kV.

. Mediante autogeneración.

Esta alternativa se ha abandonado hace años en el diseño de establecimientos de depuración, dado que es muy onerosa y por otra parte no se justifica ante el crecimiento de la confiabilidad del abastecimiento de energía eléctrica, robustecida desde la puesta en servicio del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

. Con motores alimentados a gas de digestión de fangos.

Esta alternativa presupone la utilización de procedimientos con digestión separada, que como se ha visto son costosos y de complicada explotación y que están superados por sistemas que permiten una estabilización aeróbica de los fangos, pudiéndose sumar como elemento negativo el analizado para el punto anterior.

. Mixtos.

En base a lo analizado precedentemente, no se consideran convenientes para el caso en estudio sistemas de esta naturaleza.

## 2.2 CONFORMACION DE ALTERNATIVAS

. Selección de variantes.

Se analizará con carácter funcional y cualitativo cada variante analizada en el presente estudio.

Para ello, se incluye en el presente Informe una planilla donde pueden apreciarse las condiciones y características básicas de cada alternativa.

. Homogeneización de parámetros.

La planilla a que se ha hecho referencia en el punto anterior desarrolla una comparación de funciones y características de las distintas alternativas conformadas, por lo que la homogeneización de parámetros tiene carácter cualitativo, desarrollándose la cuantificación de los mismos en el próximo Informe para las alternativas que no sean descartadas por el C.F.I.

. Compatibilización técnica entre partes de obra.

Es de aplicación lo expresado en los dos puntos anteriores.

## PLANILLA DE CONFORMACION DE ALTERNATIVAS

52

[illegible]

EXPEDIENTE N°

Agregado N°

9595

1 DIC 1986

FECHA

Buenos Aires 1° de Diciembre de 1986.-

N° 4708

Sres:

Secretario General del C.F.I.

Ing. Juan José Ciáccera

S / D

Ref.: Establecimiento Depurador  
cloacal San Carlos de Ba-  
riloche - Pcia. Río Negro.

Asunto : Presentación Infome Parcial.

At. : Ing. Irma Sbarbatti  
Ing. Nicolás Ratto.

De nuestra mayor consideración :

Tenemos el agrado de dirigimos a usted para someter a su consideración el Informe "Conformación de Alternativas" del estudio de referencia.

Solicitamos que una vez que el presente Informe cuente con la aprobación correspondiente, se disponga el libramiento del pago, según se determina en la cláusula Décimo Cuarta, y por el porcentaje y reajuste establecidos en el Anexo V - Plan de Pagos.

Sin otro particular, saludamos al Señor Secretario con nuestra consideración más distinguida.

Ing. Juan A. de Aguirre  
Representante Legal

Adj.: Lo mencionado en cuatro ejemplares de un tomo de texto y otro de planos.



Condiciones de calificación cualitativa de la "Planilla de Conformación de Alternativas"

Parámetros básicos (usuales) del líquido crudo:

DBO: 180 mg/l

SS: 200 mg/l

N: 60 mg/l

P: 10 mg/l

Caudal de líquido a elevar:

Es el  $Q_{\text{medio}}$  para el año horizonte 2020 - o sea: 263.000 habs. x 0,9 = 236.700 hab.

$Q_{\text{Medio Diario}} = 236.700 \text{ hab.} \times 0,5 \text{ m}^3/\text{hab.día} = 118.350 \text{ m}^3/\text{día}.$

Equivalentes a: 4.931 m<sup>3</sup>/hora o también : 1,37 m<sup>3</sup>/seg.

Potencia de electrobombas: (efectiva).

La fórmula general de elevación es:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta} \times 0,736 \text{ donde:}$$

P = potencia en kw

$\gamma$  = densidad del agua

Q = caudal en m<sup>3</sup>/seg.

H<sub>m</sub> = altura manométrica en metros (geométrica + pérdida de carga)

$\eta$  = rendimiento grupo motor bomba. Se adopta 0.7.

Caudal de líquido a recircular:

La relación de recirculación entre el caudal de líquido que entra a la planta y el recirculado varía generalmente entre 0,5 y 1,5; dependiendo de los

sistemas de tratamiento empleados y de las características del líquido crudo.

A efectos de homogeneizar valores, adoptamos  $R = 1$ .

Cálculo de potencias para los distintos casos.

Caudales de recirculación:

$$Pr = \frac{10 \times 3 \times 1,37 \text{ m}^3/\text{seg} \times 5 \text{ m} \times 0,376}{75 \times 0,70} = 96 \text{ kw}; \text{ adoptamos } 100 \text{ kw.}$$

Caudales a elevar:

Para un sistema instalado en el terreno disponible (Pe1) la altura actual de elevación es de 6 m. De acuerdo con la altimetría del terreno del DPA, al hecho de que el tratamiento se ha de dividir en tres módulos iguales y a que la diferencia de alturas entre bordes del terreno disponible es de aproximadamente 15 metros, adoptamos una altura intermedia de elevación, por lo que, incluyendo pérdidas de carga, la altura manométrica para sistemas de depuración instalados en el terreno citado que se adopta de 15 m (aprox.)

$$Pe1 = \frac{10 \times 3 \times 1,37 \times 15 \text{ m} \times 0,736}{75 \times 0,70} = 288 \text{ kw}; \text{ adoptamos } 300 \text{ kw.}$$

Para el sistema de lagunas (Pe2):

$$Pe2 = \frac{10 \times 3 \times 1,37 \times 102 \text{ m} \times 0,736}{75 \times 0,70} = 1959 \text{ kw} \sim 2000 \text{ kw}$$

Todos los valores de potencia calculados son para las tres etapas de proyecto; considerando la 1a. etapa solamente, debe dividirse por tres.

Superficies necesarias para cada tratamiento

En el caso de los tratamientos intensivos se han considerado superficies de instalaciones, excluyendo los destinados a playas de secado de fangos.

Esto es así porque puede admitirse, por razones económicas, usar playas de secado de fangos en la 1a. y 2a. etapas, en el área destinada a las instalaciones correspondientes a la 3a. etapa.

En oportunidad de construirse la 3a. etapa, se puede demoler las playas de secado, de bajo costo de inversión, amortizado por otra parte en 20 años (1990-2010) - e instalar filtros de lodos, vg. filtros de banda.

#### Conformación de alternativas

#### Síntesis de las variantes analizadas en esquemas de obras preliminares

Durante el análisis de las variantes de tratamiento desarrolladas en el presente Informe, hemos recomendado descartar los siguientes sistemas básicos:

-Barros activados

-Oxígeno puro

-Floculación con reactivos

Se ha llegado al desarrollo de una planilla de "Conformación de Alternativas" con los siguientes sistemas:

1-Filtros biológicos (Percoladores)

Ventajas: bajo consumo de energía

Desventajas: no reduce N ni P (necesita tratamiento terciario)

necesita digestores separados de alto costo y compleja explotación.

necesita sedimentador primario.  
tiene poca flexibilidad operativa.  
produce proliferación de moscas.

Recomendación: es un procedimiento técnicamente superado, no se considera apropiado en el caso que nos ocupa.

## 2-Lagunas de estabilización (sin afino)

Ventajas: No necesita digestión separada  
no necesita sedimentadores primario ni secundario  
no necesita espesador ni filtro de lodos

Desventajas: Presenta un importante consumo de energía  
No reduce ni N ni P  
el líquido tratado tiene un valor residual de cierta importancia en SS  
exige amplias superficies

Recomendación: se considera conveniente profundizar el desarrollo de este proceso en el próximo Informe.

## 3-Lagunas de estabilización (con afino)

Ventajas: Las mismas que en el caso 2, más:  
Reducción amplia de coliformes  
Reducción avanzada de SS

Desventajas: Las mismas que en el caso 2, más:  
Exigencia de superficies mayores que en el caso citado

Recomendación: no se considera este sistema conveniente

#### 4-Lagunas de disposición con filtración natural:

Ventajas: las mismas que en el caso 2

Desventajas: Las mismas que en el caso 2, más:

Ofrecen pobre reducción en DBO y SS

pueden producir olores y proliferación de moscas

Recomendación: aunque el líquido se insume por filtración en el terreno y, en teoría, se lograría evitar descarga tanto al Nahuel Huapi como en alternativa al río Limay, en la práctica este líquido con alto residual en DBO contaminará capas de agua y vertientes que alimentan al sistema arroyo del Medio-río Nirihuau, que desagua en el lago Nahuel Huapi, lo que conforma una situación poco segura, por lo que el sistema se considera inapropiado.

#### 5-Aereación extendida (carrousel)

Ventajas: Reduce bien N y aceptablemente P, lo que evita el tratamiento terciario

no necesita digestor separado ni sedimentador primario

ocupa relativamente baja superficie

Desventajas: Presenta un consumo de energía importante

tiene limitada flexibilidad frente a cambios grandes de caudal y nutrientes

Recomendación: es conveniente profundizar este proceso en el próximo Informe.

#### 6-Aereación extendida: (recipientes profundos)

Ventajas: no necesita digestor separado ni sedimentador secundario

ocupa relativamente poca superficie

elimina todo tipo de olores

tiene flexibilidad frente a cambios grandes de caudal y nutrientes

Desventajas: Presenta un consumo de energía importante (algo menor que la 5)  
necesita tratamiento terciario

Recomendación: se considera conveniente profundizar este proceso en el próximo Informe.

#### Conclusiones:

De acuerdo con la organización del trabajo -programación general de tareas- definida en la Metodología (pág.96) corresponde en la próxima etapa efectuar la "Elaboración de las Alternativas más Plausibles".

Recomendamos al CFI como tales las siguientes:

-Ng 2: Lagunas facultativas. (Sin afino)

-Ng5: Aereación extendida. (Carrousell)

-Ng6: Aereación extendida. (Recipientes Profundos)

## A N E X O    I

## ANALISIS DE LA SEGUNDA TANDA DE AFOROS

# ANALISIS DE LA SEGUNDA TANDA DE AFOROS

Oportunidad: 15 al 21 de Octubre de 1986.

Con relación a la primera tanda, realizada durante setiembre ppdo, se descartó un volumen de 6,55 m<sup>3</sup> del volumen total aforado en aquella oportunidad.

Ello se debe a la obstrucción de un segmento de círculo (en planta) por falta de funcionamiento de las rejas (canasto) en la entrada del líquido a la estación elevadora.

En esta serie, los valores constatados fueron:  $\varnothing = 9,92 \text{ m}$  ;  $h = 0.76 \text{ m}$ .  
con lo que  $V = 58,74 - 6,65 = 52,09 \text{ m}^3$ .

## VALORES DE Q DIARIO MES DE OCTUBRE

DIA	QE	QN	QNC	QVC
15	631	644	431	323
16	608	656	440	330
17	666	762	511	383
18	609	775	519	389
19	571	725	486	364
20	596	806	540	405
21	606	806	540	405



La significación de los distintos caudales se desarrolla en la pág.162  
-Tomo II- Primer Informe.

AFOROS DE SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 1986

ABASTECIMIENTO DE AGUA Y DESAGUE CLOACAL

MES	DIA	QVC (Diario)	QE (Diario)	RELACION
09	04	8616	13896	1:1,61
09	05	8688	17256	1:1,98
09	06	8040	15360	1:1,91
09	07	9576	14856	1:1,55
09	08	8520	17688	1:2,07
09	09	8376	19584	1:2,34
09	10	10128	23592	1:2,33
09	11	7848	24648	1:3,14
10	15	7752	15144	1:1,95
10	16	7920	14592	1:1,84
10	17	9192	15984	1:1,74
10	18	9336	14616	1:1,56
10	19	8736	13704	1:1,57
10	20	9720	14304	1:1,47
10	21	9720	14544	1:1,50

Conforme a lo establecido en pág.162 del Primer Informe, la explicación es:

QVC (Diario): Caudal de agua potable que se vuelca diariamente en la cloaca.

QE (Diario): Caudal de líquido aforado en la estación elevadora.

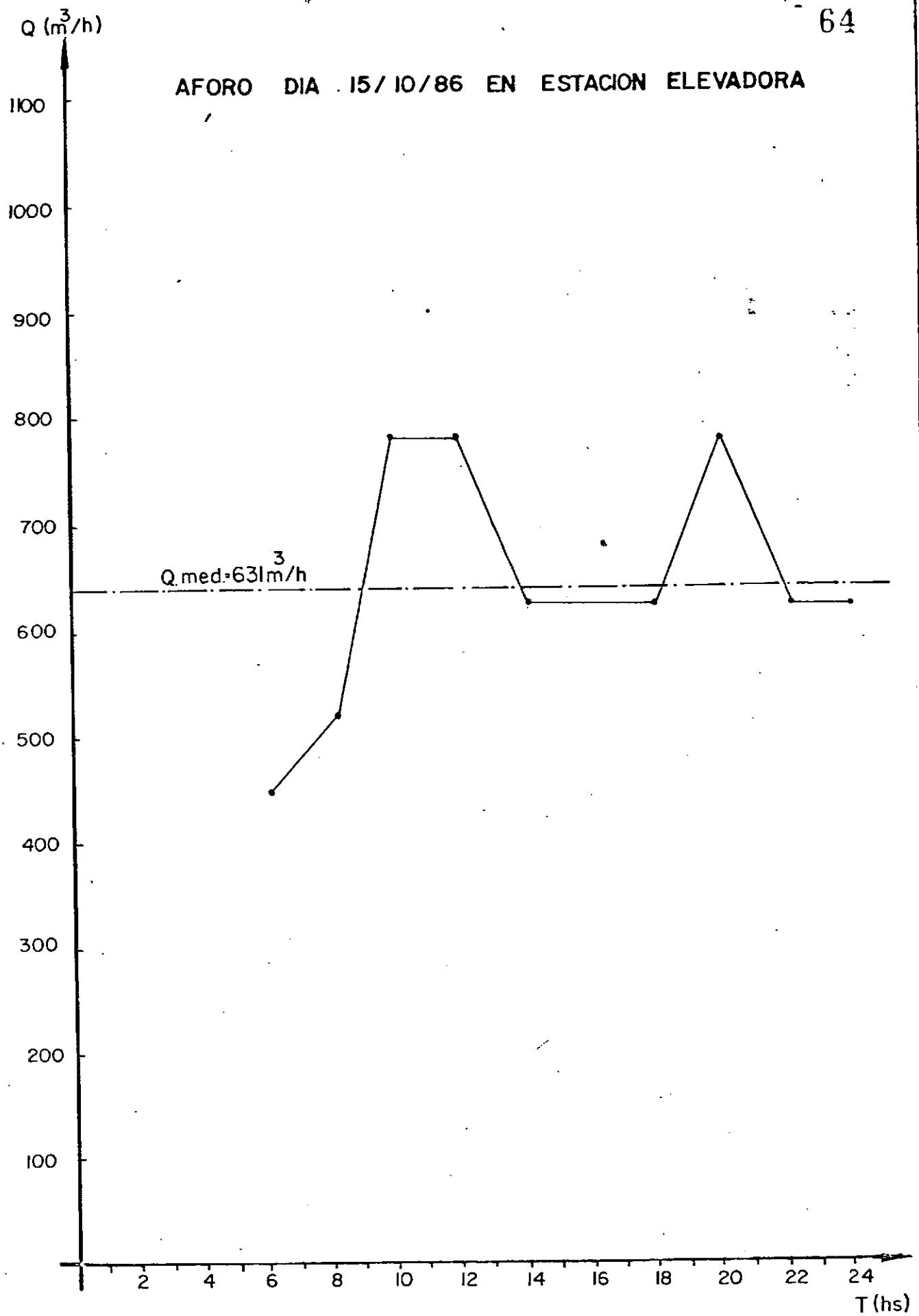
Como puede deducirse de lo expresado en el Primer Informe, tanto los valores de QVC y QE no son rigurosamente exactos pero definen una tendencia sistemática que se traduce en el hecho de que siempre hay más líquido aforado en la estación elevadora que el que se vuelca en la red de colectoras domiciliarias.

Esta circunstancia, unido entre otros aspectos a los resultados de los análisis de muestras del desague, han movido a los Consultores a elevar al CFI con fecha 18 de noviembre de 1986 una propuesta de ampliación de la investigación, diagnóstico y recomendaciones sobre los evidentes problemas de dilución que afectan al sistema de colectores de S.C. de Bariloche.

## AFORO DIA 15/10/86 EN ESTACION ELEVADORA

PARADA	ARRANQUE	$\Delta T$	Q	TEMP.
5 <sup>59</sup>	6 <sup>06</sup>	7'	447	
8 <sup>17</sup>	8 <sup>23</sup>	6'	521	12°
10 <sup>02</sup>	10 <sup>06</sup>	4'	782	
12 <sup>08</sup>	12 <sup>12</sup>	4'	782	13°
14 <sup>11</sup>	14 <sup>16</sup>	5'	626	
18 <sup>12</sup>	18 <sup>17</sup>	5'	626	12°
20 <sup>16</sup>	20 <sup>20</sup>	4'	782	
22 <sup>21</sup>	22 <sup>26</sup>	5'	626	13°
24 <sup>17</sup>	24 <sup>22</sup>	5'	626	

\* EN LA OPORTUNIDAD DE LA EJECUCION DE ESTE AFORO SE ENCONTRABAN OBSTRUIDAS LAS REJAS POR LO QUE SE DESCONTO UN VOLUMEN DE 6,55 m<sup>3</sup>



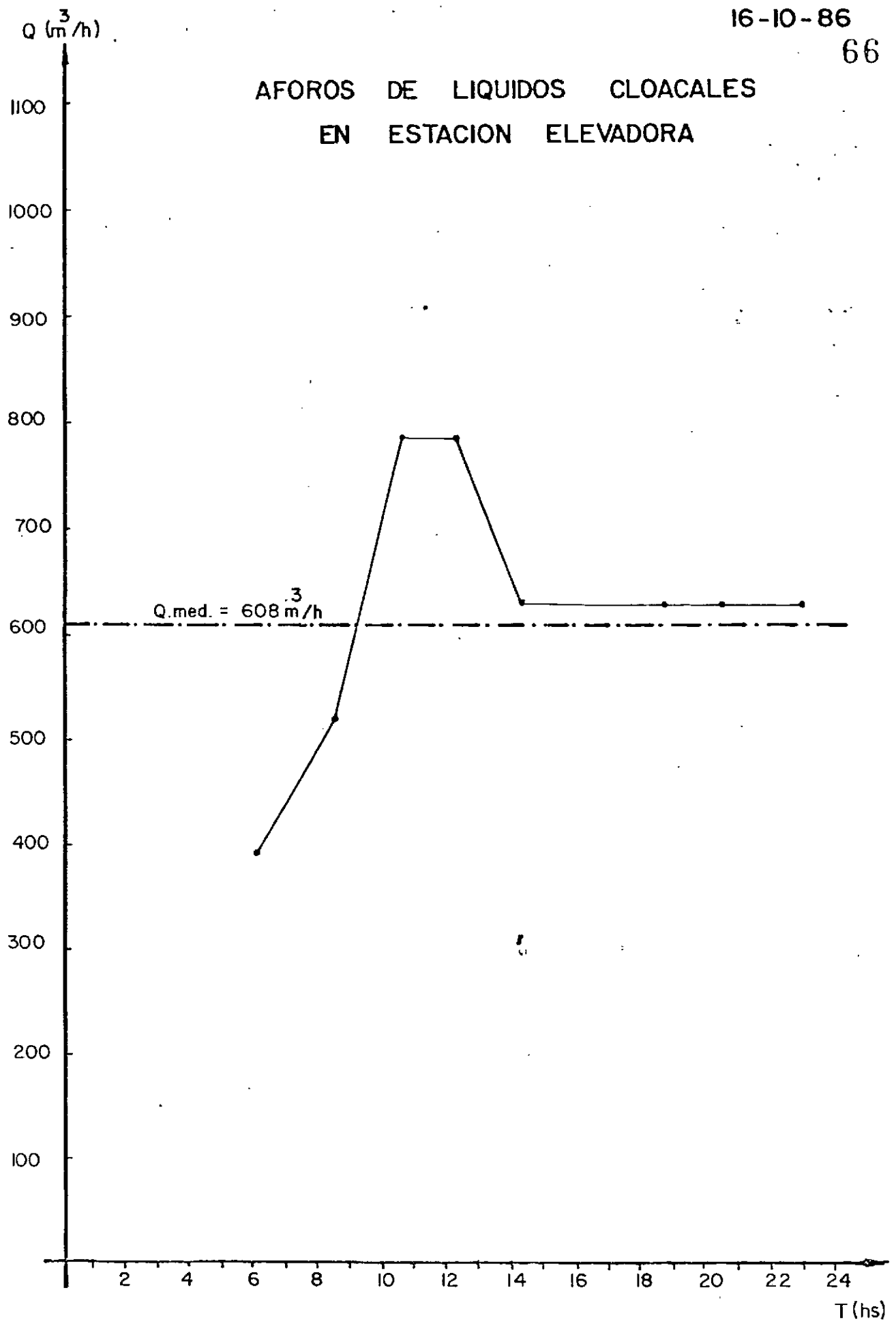
AFOROS EN ESTACION ELEVADORA S.C.DE BARILOCHE

MES	DIA	PARADA	ARRANQUE	t	Qm3/h
10	16	6,01	6,09	8	391
10	16	8,26	8,32	6	522
10	16	10,25	10,29	4	783
10	16	12,11	12,15	4	783
10	16	13,58	14,03	5	626
10	16	18,22	18,27	5	626
10	16	20,11	20,16	5	626
10	16	22,27	22,32	5	626

16-10-86

66

# AFOROS DE LIQUIDOS CLOACALES EN ESTACION ELEVADORA

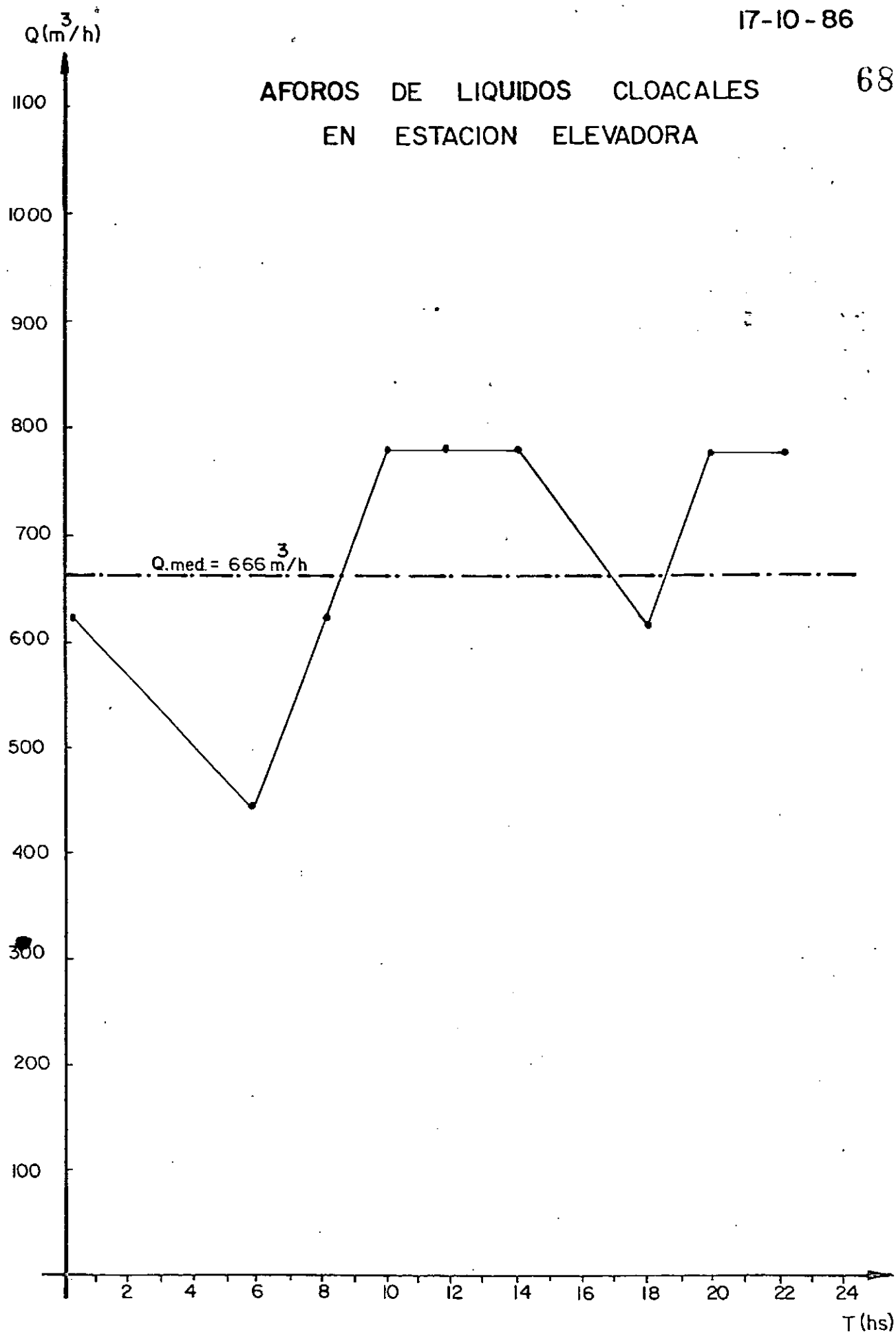


T (hs)

AFOROS EN ESTACION ELEVADORA S.C. DE BARILOCHE

MES	DIA	PARADA	ARRANQUE	t	Qm <sup>3</sup> /h
10	17	0,10	0,15	5	626
10	17	6,06	6,13	7	447
10	17	8,25	8,30	5	626
10	17	10,11	10,15	4	783
10	17	12,00	12,04	4	783
10	17	14,02	14,06	4	783
10	17	18,05	18,10	5	626
10	17	20,09	20,13	4	783
10	17	22,13	22,17	4	783

# AFOROS DE LIQUIDOS CLOACALES EN ESTACION ELEVADORA

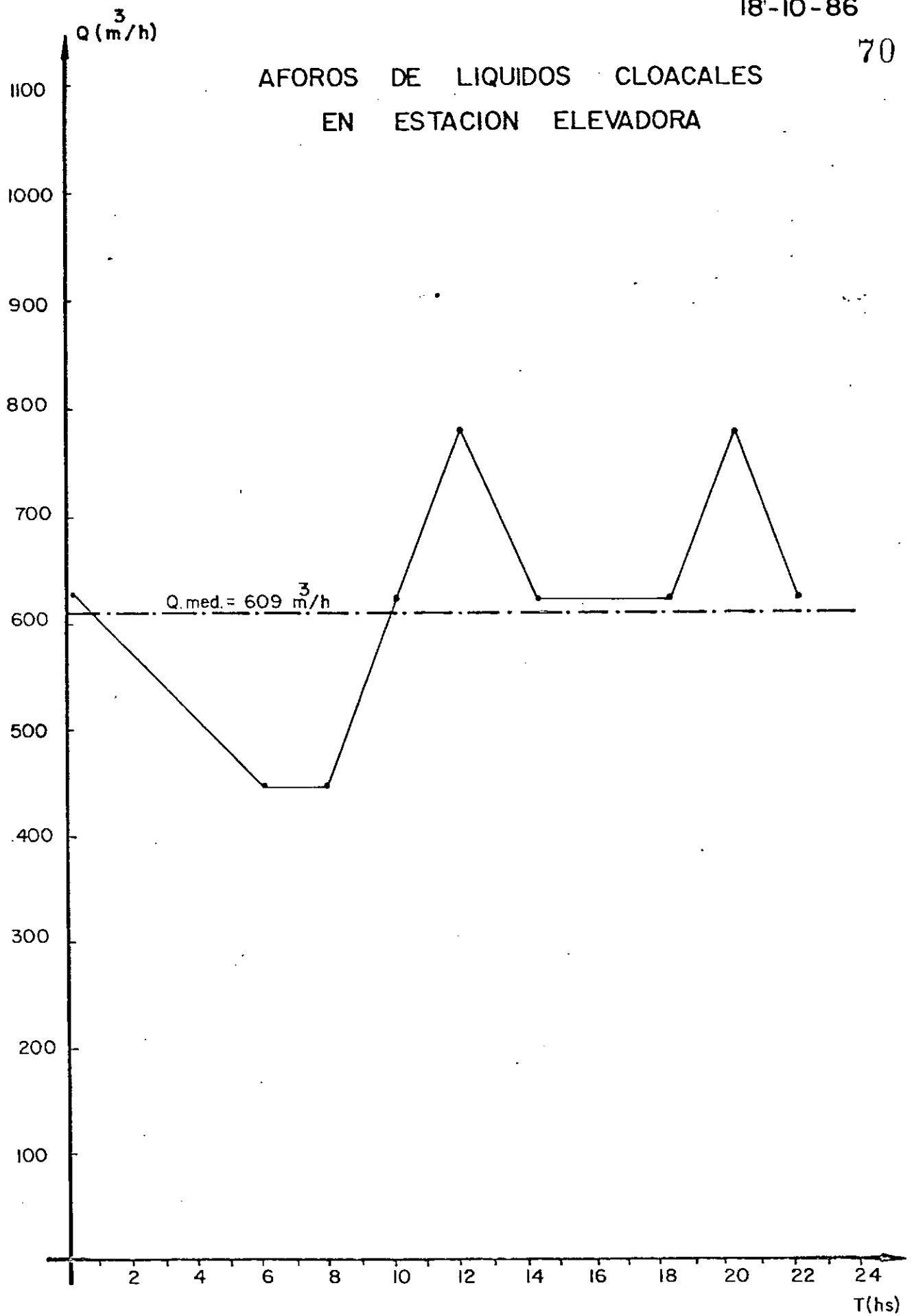




AFOROS EN ESTACION ELEVADORA S.C.DE BARILOCHE

MES	DIA	PARADA	ARRANQUE	t	Qm3/h
10	18	0,07	0,12	5	626
10	18	6,09	6,16	7	447
10	18	8,02	8,09	7	447
10	18	10,08	10,13	5	626
10	18	12,13	12,17	4	783
10	18	14,18	14,23	5	626
10	18	18,12	18,17	5	626
10	18	20,17	20,21	4	783
10	18	22,11	22,16	5	626

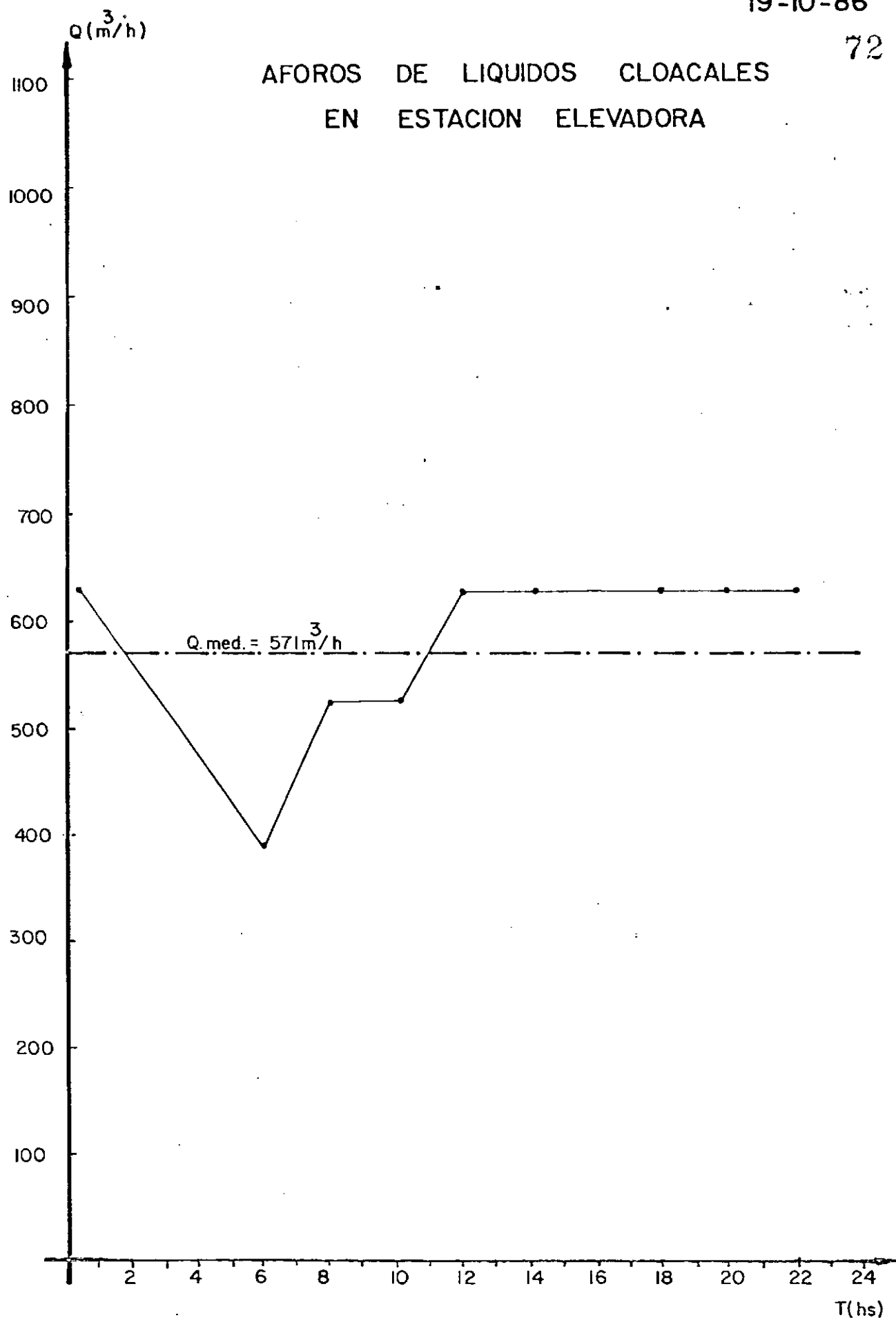
AFOROS DE LIQUIDOS CLOACALES  
EN ESTACION ELEVADORA



AFOROS EN ESTACION ELEVADORA S.C. DE BARILOCHE

MES	DIA	PARADA	ARRANQUE	t	Qm <sup>3</sup> /h
10	19	0,19	0,24	5	626
10	19	6,03	6,11	8	391
10	19	8,04	8,10	6	522
10	19	10,06	10,12	6	522
10	19	12,09	12,14	5	626
10	19	14,16	14,21	5	626
10	19	18,04	18,09	5	626
10	19	20,11	20,16	5	626
10	19	22,05	22,10	5	626

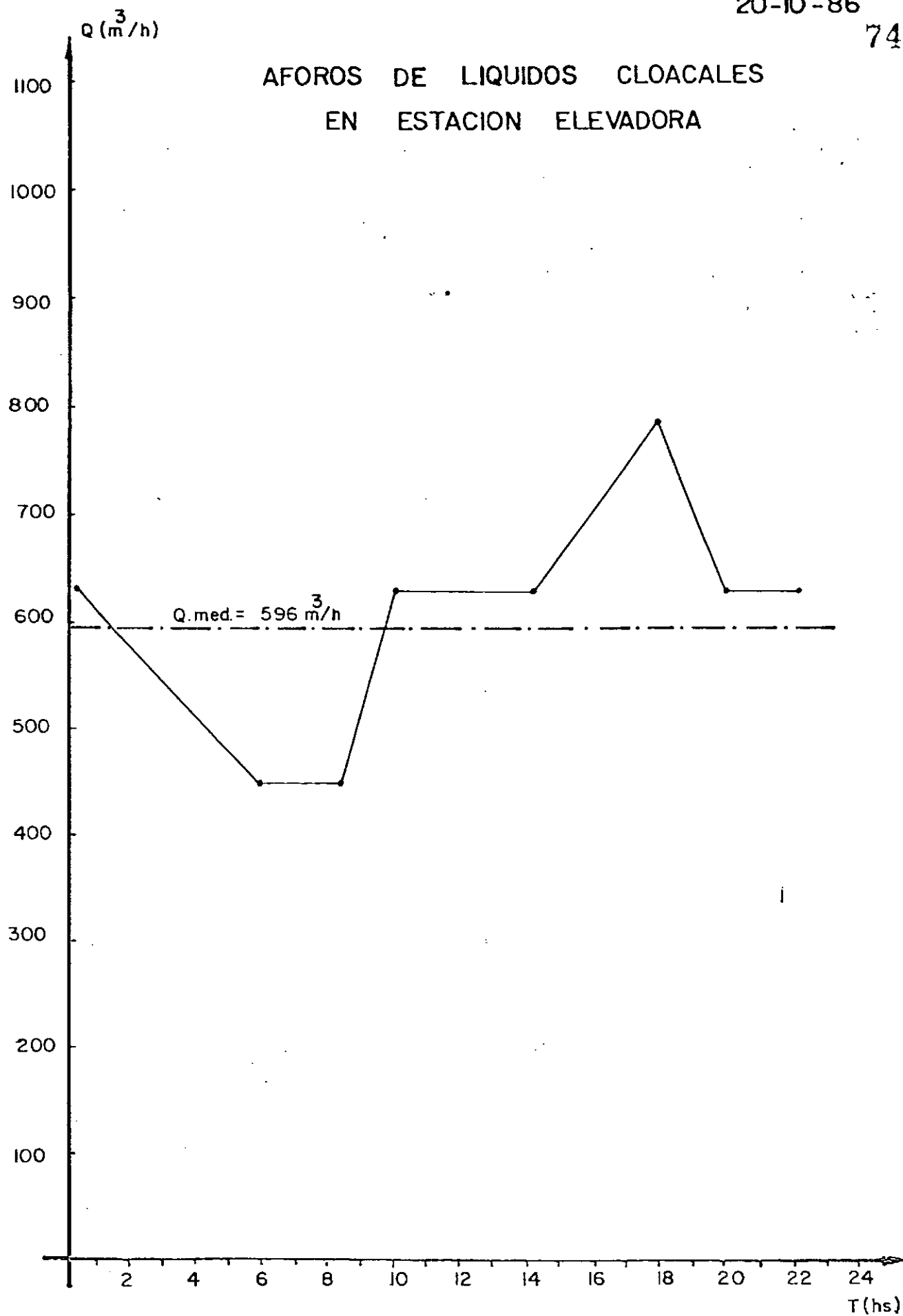
AFOROS DE LIQUIDOS CLOACALES  
EN ESTACION ELEVADORA



AFOROS EN ESTACION ELEVADORA S.C. DE BARILOCHE

MES	DIA	PARADA	ARRANQUE	t	Qm <sup>3</sup> /h
10	20	0,13	0,18	5	626
10	20	5,57	6,04	7	447
10	20	8,19	8,26	7	447
10	20	10,04	10,09	5	626
10	20	14,08	14,13	5	626
10	20	18,07	18,11	4	783
10	20	20,10	20,15	5	626
10	20	22,07	22,12	5	626

# AFOROS DE LIQUIDOS CLOACALES EN ESTACION ELEVADORA



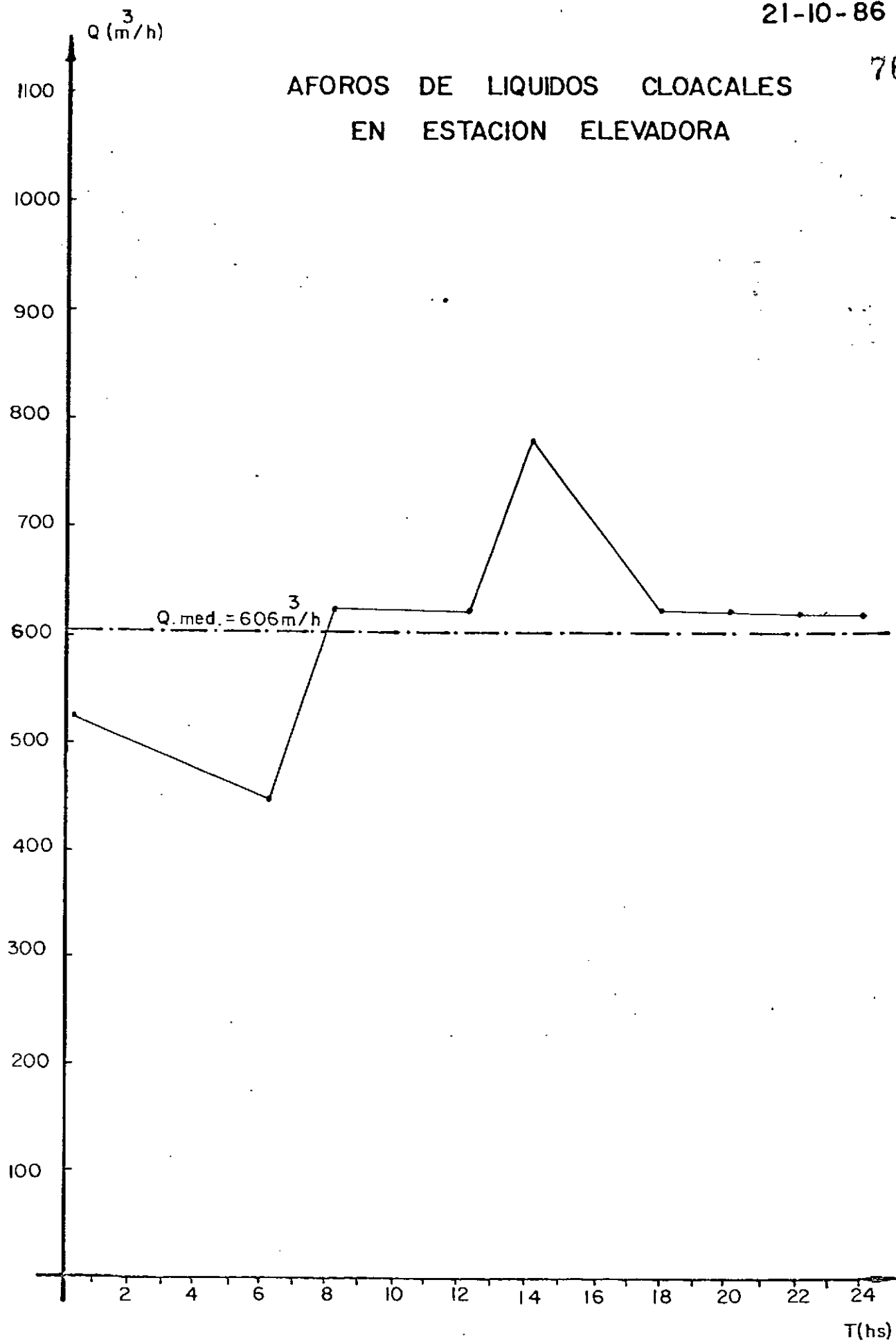
AFOROS EN ESTACION ELEVADORA S.C.DE BARILOCHE

MES	DIA	PARADA	ARRANQUE	t	Qm3/h
10	21	0,09	0,15	6	522
10	21	6,13	6,20	7	447
10	21	8,08	8,13	5	626
10	21	10,12	10,17	5	626
10	21	12,11	12,16	5	626
10	21	14,02	14,06	4	783
10	21	18,09	18,14	5	626
10	21	20,05	20,10	5	626
10	21	22,06	22,11	5	626
10	21	24,13	24,18	5	626

21-10-86

76

# AFOROS DE LIQUIDOS CLOACALES EN ESTACION ELEVADORA

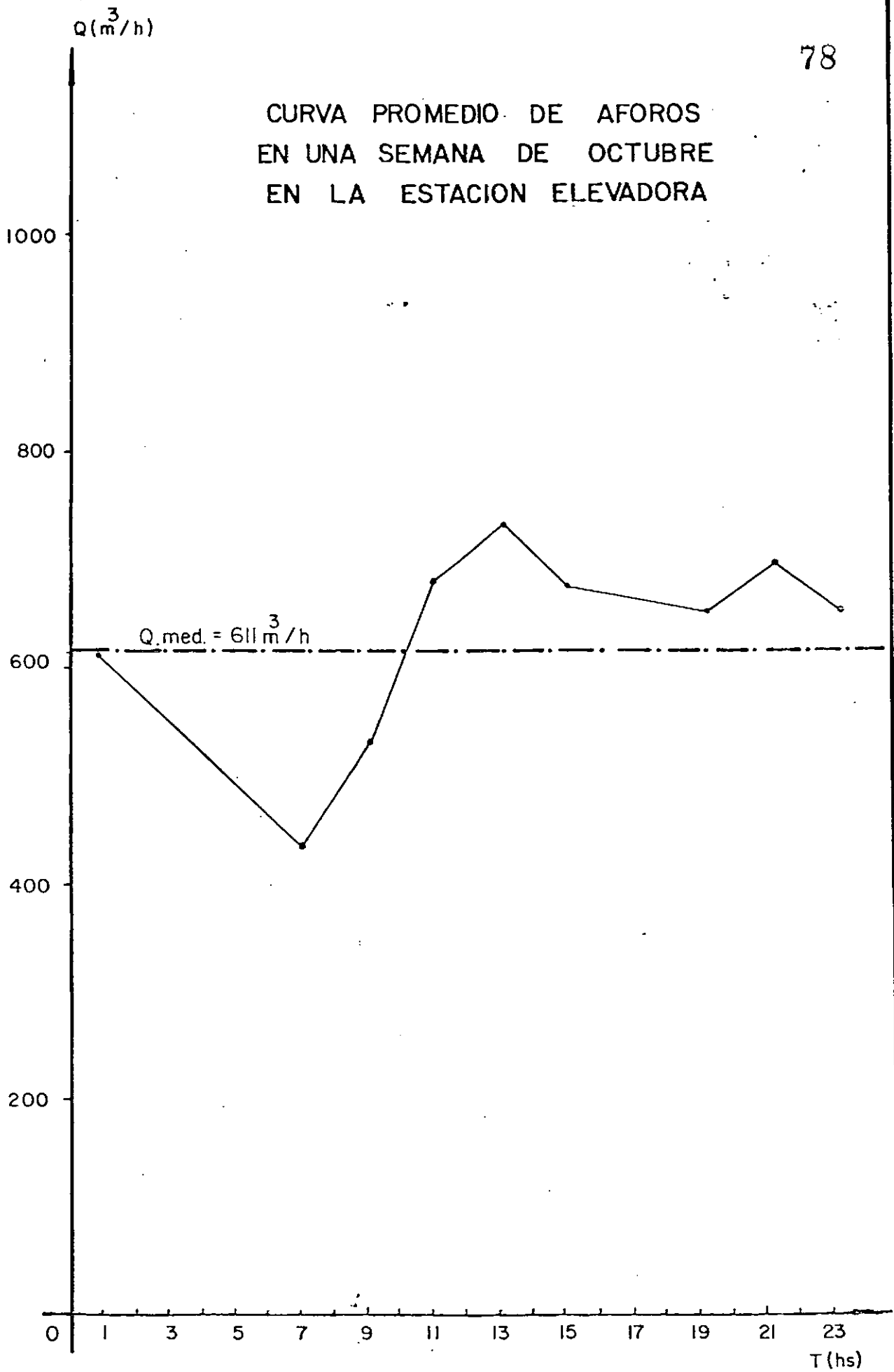




DETERMINACION DE LA CURVA CARACTERISTICA DIARIA EN EL MES DE OCTUBRE

DIA/HORA	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
15				447	521	782	782	626		626	782	626
16	626			391	522	783	783	626		626	626	626
17	626			447	626	783	783	783		626	783	783
18	626			447	447	626	783	626		626	783	626
19	626			391	522	522	626	626		626	626	626
20	626			447	447	626		626		783	626	626
21	522			447	626	626	626	783		626	626	626
PROM	609			431	530	678	731	671		648	693	648

CURVA PROMEDIO DE AFOROS  
EN UNA SEMANA DE OCTUBRE  
EN LA ESTACION ELEVADORA



A N E X O    I I

INFORME   DE   GEOTECNIA

## INFORME DE GEOTECNIA

### 1. INTRODUCCION

En lugares previamente determinados a lo largo de las trazas en estudio (ver plano de ubicación); se han efectuado calicatas y sondeos con el objeto de conocer la estratigrafía y las propiedades mecánicas e hidráulicas relacionadas con la capacidad portante, la estabilidad y la necesidad de bombeo en las excavaciones en zanja destinadas a obras cloacales.

Las designaciones adoptadas son las siguientes:

C, CN, D, E, R, M; corresponden a calicatas

S; corresponde a sondeos

En cada caso, la designación se completa con el número correlativo, comenzando desde un extremo.

El informe se ha organizado en 4 partes según la siguiente división:

- 1- Sondeos y calicatas sobre ruta 237
- 2- Calicatas D1 a D3
- 3- Calicatas E1 a E5, R1 a R2 y M1
- 4- Calicatas C1 a C3

Se aclara que los sondeos previstos en las posiciones S2 y S3, en los que resultó la roca prácticamente aflorante, fueron reemplazados por sondeos pares de calicatas, hechas en proximidades y a ambos lados de los sitios previstos originalmente. Ello con el propósito de apreciar la profundización del manto rocoso.

### 2. TAREAS EN EL LUGAR

Se ejecutaron calicatas no entibadas hasta una profundidad media de 2,50 m. y sondeos hasta una profundidad máxima de 4,5 m. En algunos lugares se hizo un trabajo mixto comenzando con la calicata y profundizado con el sondeo.

Los sondeos se hicieron con equipo a percusión en 75 mm de diámetro. Cada metro de avance y siempre que el tamaño del material lo permitía se realizaron ensayos SPT de resistencia a la penetración dinámica (Norma ASTM D - 1586/84).

La toma de muestra de las calicatas se hizo cada cambio de estrato y en los sondeos cada metro de avance mediante sacamuestras hincado, simultáneamente con los ensayos SPT.

En los lugares donde se encontró agua en la calicata se procedió a la depresión mediante una bomba chica de tipo diafragma, de 5.000 litros/hora de capacidad.

En síntesis el trabajo comprendió la ejecución de 25 calicatas, 2 calicatas - sondeos y 4 sondeos; de éstos últimos, 2 debieron sustituirse por 2 pares de calicatas adicionales, ubicadas a ambos lados de la posición de los sondeos por encontrarse en estos la roca prácticamente aflorante.

La amplia diferencia a favor de las calicatas está determinada por las características de los suelos hallados, en su mayoría con bochones y rodados grandes que impiden la perforación con equipos livianos; los únicos capaces de seguir las trazas, dadas las dificultades encontradas en muchos casos en el acceso a las mismas.

### 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras extraídas se procedió a realizar ensayos para la clasificación de los suelos, consistentes en granulometrias y plasticidades.

El criterio de clasificación adoptado es el del Sistema unificado. Consiste en determinar el grupo característico y dentro del grupo la diferencia de acuerdo al contenido de finos, y la curva de distribución de tamaños, o el límite líquido y el índice plástico, según los casos de suelos granulares o plásticos respectivamente.

Con las muestras de agua se procedió a realizar ensayos químicos para calificar el grado de agresividad al hormigón, según el criterio del Cirsoc 201.

Los resultados obtenidos de la investigación geotécnica se graficaron, en función de la profundidad, en planillas que se adjuntan al informe. Cada planilla contiene, además, la descripción de las principales características de los suelos hallados.

#### 4. PERFIL DE SUELOS

##### 4.1. Perfil sobre ruta 237

Desde la progresiva 0,00 hasta las proximidades de CN2 se encontraron suelos finos del tipo de arenas arcillosas, arenas limosas y limos no plásticos, cuyas características en detalle pueden encontrarse en las planillas adjuntas.

El sondeo S1, considerando los valores del SPT, indica que la consistencia de las arenas arcillosas es dura y la del resto de los materiales es muy dura y algo cementada, en zonas de poco espesor.

El nivel del agua en el sondeo se encontró a 0,30 m de profundidad. El líquido se infiltra lateralmente y es de poco caudal.

La calicata CN2 presenta materiales arenosos con limo de poca plasticidad y napa a 1,10 m. de profundidad. La observación de la estructura indica que su estado no es denso.

Entre la CN2 y el sondeo S4 se encontró roca desde la superficie. Se trata de una roca ígnea muy diaclasada, por las muestras superficiales extraídas; de las mismas características que las que se advierten en un zanjeo cercano, a unos 40 m. de distancia.

La zona determinada por el sondeo S4 hasta la calicata CN5 presenta una tapada de arena limosa con una potencia máxima de 1,60 m., seguida por rodados y arena; ésta en porcentaje variables entre 40% a 10%.

Cuando apareció arena, en el sondeo S4, su estado era suelto con  $N = 5$ .

En las calicatas se advirtieron las mismas características, por lo que se trata de una zona con posibles problemas de estabilidad en las excavaciones.

Desde CN5 a C7 aumentó el contenido y tamaño de los rodados hasta 4" y los bochones hasta 10". Sin embargo la disposición del material granular es suelto y presenta problemas de estabilidad para profundidades de excavación que excedan los 2 metros.

La calicata intermedia CN6 presenta limo arcilloso con bochones de hasta 15".

Los niveles de napa medidos una vez estabilizada la misma fueron:

<u>Calicata o sondeo</u>	<u>Profundidad (m. )</u>
CN2	1,10
S1	0,30
S5	3,30

#### 4.2. Calicatas D1 a D3

Es una zona de suelos finos, sin presencia de grava. Se integra con arenas limosas y limos no plásticos o de ligera plasticidad, de coloración marrón claro y gris oscuro.

Los detalles y los límites de los distintos estratos están descriptos en las planillas adjuntas.

La napa se ubicó en las calicatas D2 a 2,10 m. de profundidad y D3 a 1,90 m. La velocidad de filtración es mayor en el caso D3, pues a 2,50 m. de profundidad se halló un manto permeable de arena y grava.

#### 4.3. Calicatas E1 a E5, R1 a R2 y M1

Atravesando tapadas de poco espesor, entre 0,30 m. a 1,00 m. constituidas por arenas limosas con poca gravilla (menos del 30%), apareció la base de rodados areno-limosos (GM) o rodados y arena (GP).

El tamaño máximo de los rodados es de 3" y en las calicatas E2, E4 y E5 aparecen bochones de tamaño entre 8" y 20".

El nivel freático se ubicó según la calicata a las siguientes profundidades.

<u>Calicatas</u>	<u>Profundidad napa (m. )</u>
E2	1,50
E3	1,30
E4	1,30
R2	0,70

#### 4.4. Calicatas C1 a C3



La calicata C1 hasta 1,50 de profundidad presenta arena arcillosa con rodados de hasta 2" en proporción menor que 10%. Por debajo aumenta el contenido de grava a 15%, encontrándose en estado suelto. No se ubicó la napa.

La calicata C2 hasta 1,00 m. presenta 75% de arena limosa y 25% de grava de tamaño máximo 2". Por debajo aumentó el contenido de grava al 40% y el tamaño máximo a 4.6". Desde 1,00 m. de profundidad su estado de densidad es suelto. No se ubicó la napa.

La tapada de la calicata C3, hasta 1,00 m. de profundidad está constituida por arenas limosas con más de 40% de finos, color marrón claro. Por debajo predomina la grava (tamaño máximo 6") con un 30% de arena limosa. Este material ha sido clasificado (GM) según el Sistema Unificado.

Se remarca que en ninguna de las tres calicatas apareció agua.

#### 4.5 Niveles freáticos

De un total de 25 perfiles investigados la proporción de zonas a zanjear con napa resultaría la siguiente:

Perfil ruta 237: 25%  
Calicatas D1 a D3: 66%  
Calicatas E1 a E5: 60%  
Calicatas C1 a C3: 0%

### 5 ESTABILIDAD DE LAS EXCAVACIONES

Por observación directa en las calicatas se apreció la probabilidad de derrumbe y por lo tanto la necesidad de entibiación.

#### 5.1 Perfil ruta 237

La zona de influencia de la calicata CN2 es desmoronable a partir de 1,50 de profundidad. Si se realiza una buena depresión, sin provocar arrastres de finos y abatiendo el nivel, por debajo del fondo de la excavación puede aumentarse la estabilidad.

El resto y hasta el comienzo de la zona rocosa es estable, incluido el sector de CN3.

Desde CN3 hasta la terminación debe preverse entibado (al menos parcial) de las excavaciones por el riesgo del derrumbe.

En síntesis: en alrededor de un 50% de la longitud a excavar debe preverse entibado en razón de las características granulométricas de los materiales, aunque el tenor de humedad pueda también afectar esa necesidad.

## 5.2 Calicatas D1 a D3

Las calicatas permanecieron estables durante la excavación. Bajo las mismas sollicitaciones también será estable el zanjeo, sin considerar influencias de eventuales sobrecargas adyacentes a la excavación (el suelo excavado colocado muy cerca del borde) ó tránsito del equipo de excavación.

## 5.3. Calicatas E1 a E5 - R1 - C1, C2 y C3

Para excavaciones que superan 1,50 m de profundidad debe preverse entibado.

## 5.4. Calicatas M1 y R2

Pueden excavar sin entibación.

## 5.5 Síntesis

Del total de la longitud a excavar, representado por las calicatas y sondeos consideradas como de distribución uniforme, debe preverse la necesidad de entibado en alrededor de un 60% de su desarrollo.

La decisión y forma de hacerlo corresponde a quien construya, dado que se trata de una operación altamente dependiente del proceso constructivo, tipo de la mano de obra y experiencia de la dirección ejecutiva.

## 6. PRESIONES ADMISIBLES

Para fundaciones de estructuras singulares se recomienda:

### Sondeo 1:

Nivel mínimo de fundación: 1,0 m.

Presión admisible: 3,0 kg/cm<sup>2</sup>.

### Sondeo 4:

Nivel de fundación: 2,0 m. (mínimo)

Presión admisible: 3,0 kg/cm<sup>2</sup>.

### Calicatas S5 a S6:

Nivel de fundación: 1,50 m (mínimo).

Presión admisible: 2,0 kg/cm<sup>2</sup>.

Fórmulas usadas: corresponden a relaciones entre el asiento y presión admisible de naturaleza empírica (MEYERHOF), en base al valor N del SPT o de la densidad relativa estimada de la calicata por observación de la estructura granular.

Variación del nivel de fundación: Podrá aumentarse manteniendo el mismo valor de la presión admisible.

ANALISIS QUIMICO DEL AGUA

CALICATA o PERFORACION	SULFATOS	CLORUROS (ppm)	RESIDUO SOLIDO (g/l)	PH
CN 2	NO	25	0,2	7,0
D 2	NO	20	0,15	7,0
D 3	NO	30	0,22	7,0
E 2	NO	27	0,23	7,0
E 3	NO	25	0,20	7,0
R 2	NO	25	0,20	7,0
S 1	NO	20	0,15	7,0
S 5	NO	25	0,20	7,0

ANALISIS QUIMICO DE SUELOEXTRACTO ACUOSO 1:10

PERFORACION	PROFUNDIDAD (m)	SULFATOS (%)	CLORUROS (ppm)	RESIDUO SOLIDO (g/l)	PH
S 4	1,50	NO	50	0,3	6,0
CN 7	2,00	NO	70	0,25	6,5
CN 6	1,00	NO	30	0,20	7,0
CN 5	0,50	NO	25	0,20	7,0
CN 4	1,00	NO	60	0,30	6,5
CN 3	1,20	NO	85	0,20	6,0
CN 1	0,50	0,15	120	0,40	6,5
S 6	1,00	NO	20	0,15	7,0
D 1	1,00	NO	25	0,15	7,0
D2	1,20	NO	35	0,25	7,0



NEUQUEN 480 T.E. 25589 BAHIA BLANCA

OBRA: Desagues Cloacales

COMITENTE: INHAR S.C.A.- FRANKLIN CONS.- INTERCON.

UBICACION: San Carlos de Bariloche - R.Negro

Cota terreno natural: 0.00

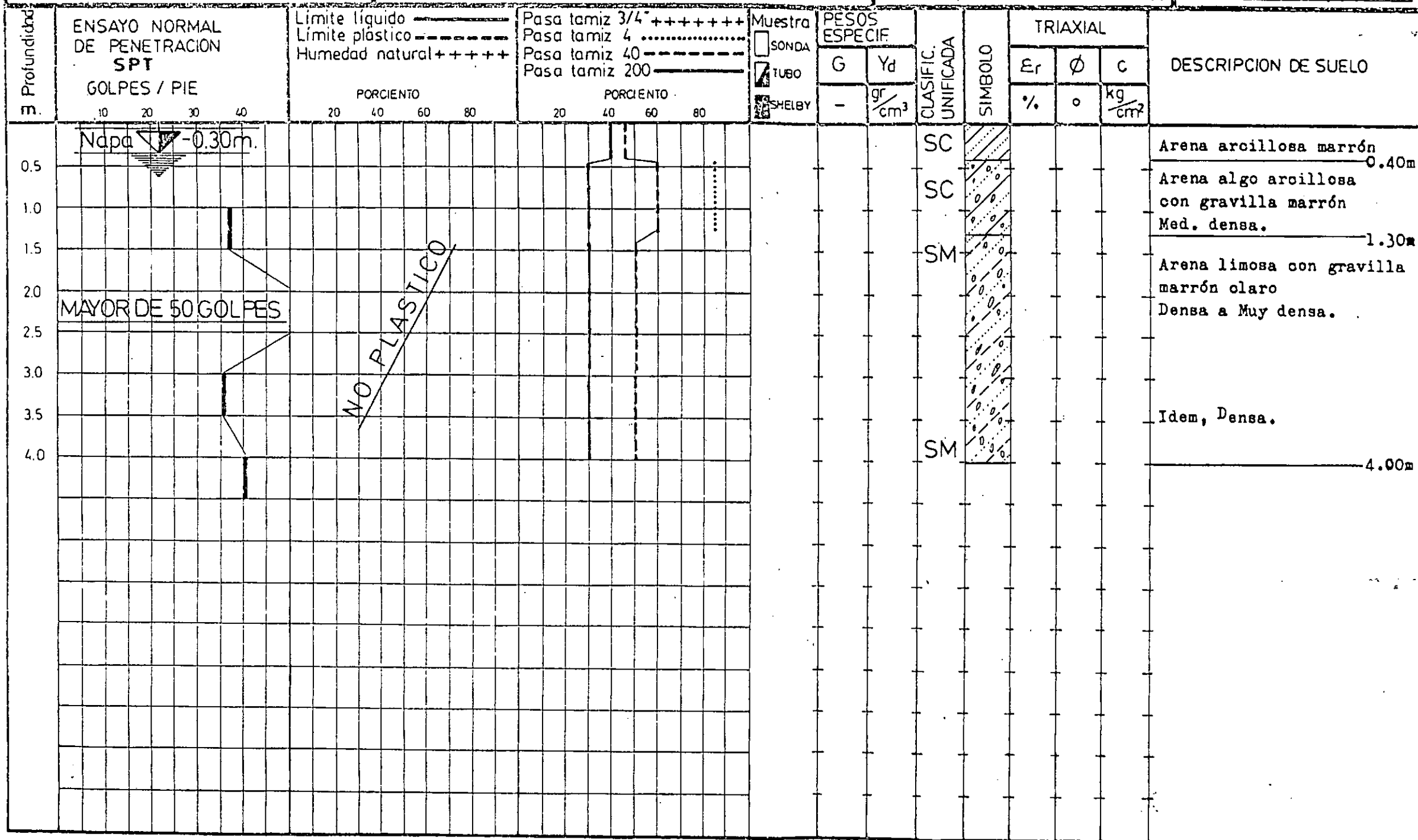
Cota napa freatica: - 0,30 m

Sondeo tipo: a Peroución

Sondeo N° S1

Estudio N° 1956

Fecha: 11 / 11 / 1986



PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++ %				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: _____ Pasa tamiz 40: _____ Pasa tamiz 200: _____ %				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM	Arema limosa negra a grisacea.
1.0										
1.5									SM	Arema limosa con grvas - negra a gris
2.0										
2.5										

NEUQUEN 480 T.E.25589 BAHIA BLANCA

UBICACION: San Carlos de Bariloche - Rio Negro

Sondeo tipo: a peroución

Fecha: 11 / 11 / 1986

GM

- 4.50m





UBIGACION: San Carlos de Bariloche (Pcia. de Río Negro).

Fecha: 11/ 11 / 1986.-

## SONDEO - CALICATA S5

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++ %				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4# ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____ %				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM GM	Arena limosa con rodados - marrón claro.
1.0										
1.5									GP	1.40m Arena con grava marrón idem.- 3.50m
2.0										
2.5										
3.0										
3.5										

UBICACION: San Carlos de Bariloche (pcia. de Río Negro)

[illegible]

Estudio No 1956.-

Fecha: 11 / 11 / 1986.-

## CALICATA CN4

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: ----- humedad natural: ++++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____				CLASIFI- CACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5	NO PLASTICO								SM	Arena limosa gris oscuro.
1.0										
1.5										
2.0										
2.5										
									GM	Arena con grava Marrón claro.
										1.10m
										2.50m

OBRA: Desagues Cloacales.

COMITENTE: INHAR S.C.A.- FRANKLIN CONSULTORA S.A.- INTERCONSULT S.A.

UBICACION: San Carlos de Bariloche (Pcia. de Rio Negro).

\*\*\*\*\*

Estudio N° 1955.-

Fecha: 11 / 11 / 1986.-

## CALICATA CN5

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++ %				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ..... Pasa tamiz 200: _____ %				CLASIFI- CACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM	Arena limosa marrón oscuro.
1.0										
1.5									SM GM	-----1.60m
2.0										Arena limosa con grava - marrón
2.5										-----2.50m



OBRA: Desagues Clocales.

COMITENTE: INHAR S.C.A.- FRANKLIN CONSULTORA S.A.- INTERCONSULT S.A.

UBICACION: San Carlos de Bariloche (Pcia. de Río Negro)

\*\*\*\*\*

estudio Nº 1956

Fecha: 11 / 11 / 1986

### SONDEO-CALICATA S6

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: ++++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 50: ----- Pasa tamiz 200: _____				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM	Arena limosa con grava - marrón claro.
1.0									GM	
1.5										
2.0									GP	Arena con grava marrón a gris oscuro
2.5										
3.0										
3.5										Idem.

NO PLASTICO

1.40m

3.50m

## CALICATA CN6

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: ----- humedad natural: ++++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____				CLASIFI- CACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5	NO PLASTICO									
1.0										
1.5										
2.0										
2.5										
SC									Arena algo arcillosa con rodados - marrón	
GP									1.60m Arena con rodados marrón 2.50m	

OBRA: Desagues Cloacales

COMITENTE: INHAR S.C.A.- FRANKLIN CONSULTORA S.A.- INTERCONSULT S.A.

UBICACION: San Carlos de Bariloche (Pcia. de Río Negro)

[illegible]

Estudio Nº 1956

Fecha: 11 / 11 / 77 1986.-

## CALICATA CN7

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: ----- humedad natural: ++++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____				CLASIFI- CACION	DESCRIPCION	
	20	40	60	80	20	40	60	80			
0.5	NO PLASTICO									SM	Arena limosa con gravilla - marrón claro.
1.0											
1.5											
2.0										SM	Arena limosa con gravilla - marrón
2.5											
3.0									GM SM	grava con arena.	

OBRA: Desagues Cloacales

COMITENTE: INHAR S.C.A.- FRANKLIN CONSULTORA S.A.- INTERCONSULT S.A.

UBICACION: San Carlos de Bariloche (Pcia. de Río Negro)

\*\*\*\*\*

estudio N° 1956

Fecha: 11 / 11 / 1986.-

## CALICATA D1

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: ++++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: _____ Pasa tamiz 40: _____ Pasa tamiz 200: _____				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM	Arena limosa marrón claro con grava.
1.0										Idem.--
1.5									ML	2.00m
2.0										Limo gris oscuro a negro.
2.5										2.70m
3.0										



\*\*\*\*\*

Fecha: 11 / 11 / 1986.-

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++		Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: _____ Pasa tamiz 200: _____		CLASIFICACION	DESCRIPCION
	%	%	%	%		
0.5					ML	Limo algo arcilloso gris oscuro.
1.0						
1.5					ML	Limo arenoso con algo de arcilla gris clara
2.0						
2.5						

OBRA: Desagues Cloacales.

COMITENTE: INHAR S.C.A.- FRANKLIN CONSULTORA S.A.- INTERCONSULT S.A.

UBICACION: San Carlos de Bariloche (Pcia. de Río Negro).

[illegible]

Estudio N° 1956

Fecha: 11 / 11 / 1986

CALICATA D3

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: --- Límite Plástico: --- humedad natural: +++++  %				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: -----  %				CLASIFI- CACION	DESCRIPCION	
	20	40	60	80	20	40	60	80			
0.5	<div>NO PLASTICO</div>								SM ML	Arena limosa	
1.0										marrón oscuro.	
1.5											
2.0											
2.5											
										Idem.-	- 2.50m

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: _____ Pasa tamiz 40: _____ Pasa tamiz 200: _____				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5	NO PLASTICO								SM	Arena marrón 0,50m
1.0									SM	Arena con grava (35%) tamaño máximo hasta 3" 2,50m
1.5									GM	
2.0										
2.5										

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: ++++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5	NO PLASTICO								GM	Grava (70 %) arenosa Tamaño max. 5"
1.0										
1.5										
2.0										
2.5										
									GP	Grava con arena y bo- leos hasta (25" - 30")
										2,50m

CALICATA E3

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++ %				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____ %				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM	Arena c/gravilla. 0,30m
1.0									ML	Limo algo arcilloso gris oscuro con restos vegetales
1.5									SC	Arena arc. verdosa 1,40
2.0									ML	Limo algo arcilloso gris oscuro con restos v. veget. 1,60
2.5										2,50

## CALICATA E4

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: ----- humedad natural: ++++++	Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____	CLASIFICACION	DESCRIPCION
	% 20    40       60      80	% 20    40       60      80		
0.5	<b>NO PLASTICO</b>		SM	Arena limosa marrón .....
1.0			GM-SM	Grava arenosa. boleas hasta 6" .....
1.5			GP	Boleos de gran diámetro. ....
2.0				..... 2,00

CALICATA E5

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ..... Pasa tamiz 200: _____				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM	Arena limosa c/grava de hasta 4" de $\phi$
1.0									GM	0,90
1.5									SM	Idem a la capa sup.
2.0									GM	2,10
2.5									GM	Grava arenosa c/bochas de hasta 8"
3.0										3,00

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: ++++++  2 20    40    60    80	Pasa tamiz 3/4": ++++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ..... Pasa tamiz 200: _____  2 20    40    60    80	CLASIFICACION	DESCRIPCION
0.5	<div style="transform: rotate(-45deg); display: inline-block;">NO PLASTICO</div>		SM	Arena limosa marrón clara
1.0			SM GM	1.80 Arena con grava (6") 2,50
1.5				
2.0				
2.5				



## CALICATA R2

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++ 2 20 40 60 80				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____ 2 20 40 60 80				CLASIFICACION	DESCRIPCION
0.5									SM ML SM	arena c/grava gris
1.0										0,50
1.5										Limo arenoso gris
2.0										oscuro
2.5										2,50

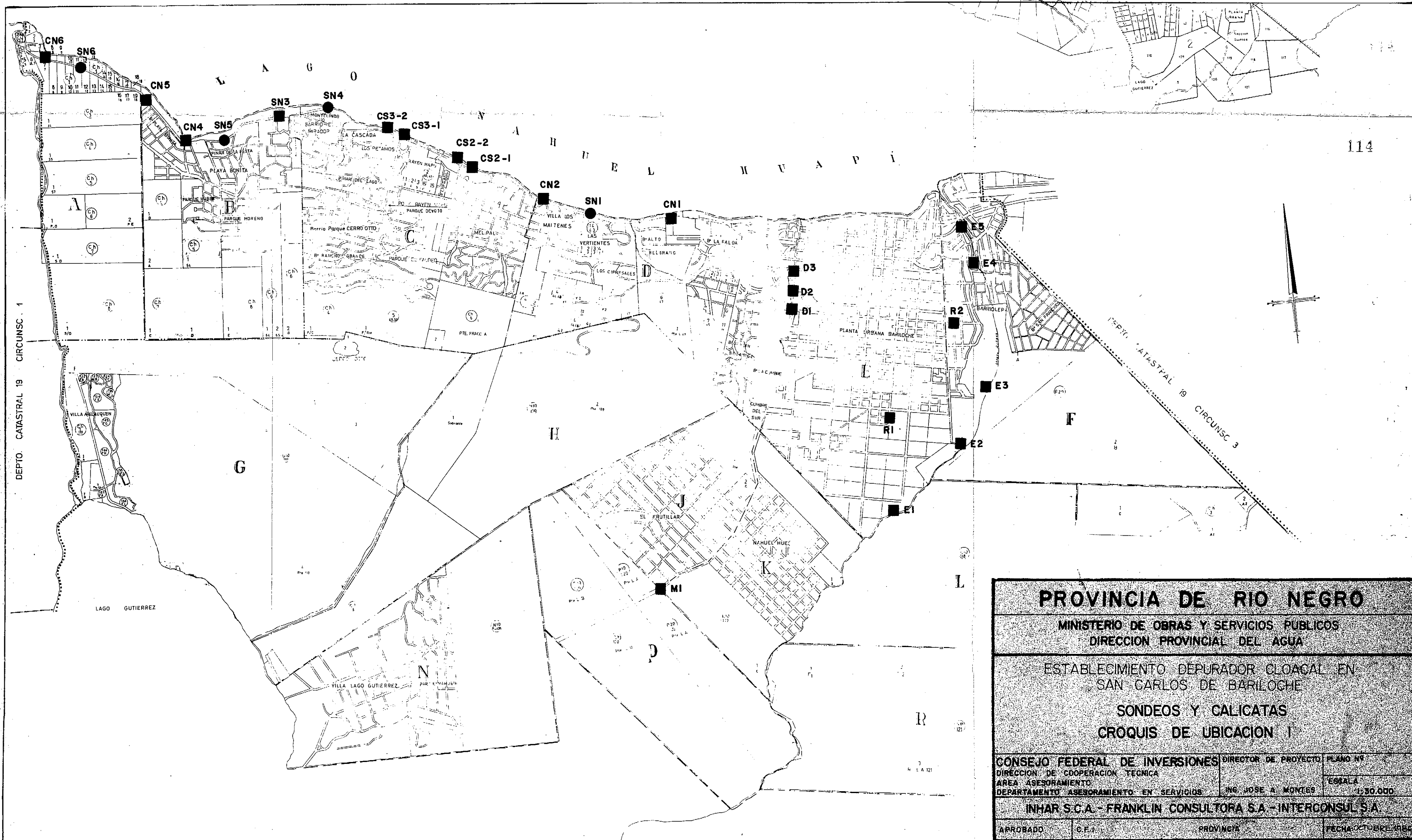
PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: ++++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: _____ Pasa tamiz 40: _____ Pasa tamiz 200: _____				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM	Arena marrón.
1.0									SM	..... 0,20 Arena con gravilla
1.5										
2.0										
2.5									GM SM	Grava arenosa - 2,10 ----- - 2,50

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: ++++++				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: _____ Pasa tamiz 40: _____ Pasa tamiz 200: _____				CLASIFI- CACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5	NO PLASTICO								SC	Arena algo arcillosa
1.0										marrón con poca grava
1.5									Rodados hasta 2" (20%)	
2.0									1,50	
2.5									GC	Grava con limo arcilloso
	2,50									

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++ %				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ----- Pasa tamiz 200: _____ %				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM GM	Arena con grava (10%) hasta 2"
1.0										1,00
1.5									GM	Grava arenosa. Rodados de 4" a 6"
2.0										2,50
2.5										

CALICATA C3

PROFUNDIDAD	Límite Líquido: _____ Límite Plástico: _____ humedad natural: +++++ %				Pasa tamiz 3/4": +++++ Pasa tamiz 4: ..... Pasa tamiz 40: ..... Pasa tamiz 200: _____ %				CLASIFICACION	DESCRIPCION
	20	40	60	80	20	40	60	80		
0.5									SM	limo arenoso marron claro con rodados chicos 1,00
1.0									ML	
1.5									GM	Grava con arena boleos de hasta 6" 2,50
2.0										
2.5										



<b>PROVINCIA DE RIO NEGRO</b>		
MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS DIRECCION PROVINCIAL DEL AGUA		
ESTABLECIMIENTO DEPURADOR CLOACAL EN SAN CARLOS DE BARILOCHE		
SONDEOS Y CALICATAS CROQUIS DE UBICACION I		
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES	DIRECCION DE PROYECTO	PLANO N°
DIRECCION DE COOPERACION TECNICA		666.14
AREA ASESORAMIENTO	ING. JOSE A. MONTES	U.S. \$ 30.000
DEPARTAMENTO ASESORAMIENTO EN SERVICIOS		
INHAR S.C.A. - FRANKLIN CONSULTORA S.A. - INTERCONSUL S.A.		
APROBADO	C.F.I.	PROVINCIA
		FECHA: OCTUBRE 1986

CROQUIS DE LOCALIZACION

115

LIMITE DEPART. CATASTRAL

LIMITE DEPART. CATASTRAL



# PROVINCIA DE RIO NEGRO

MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS  
DIRECCION PROVINCIAL DEL AGUA

ESTABLECIMIENTO DEPURADOR CLOACAL EN  
SAN CARLOS DE BARILOCHE

CALICATAS

CROQUIS DE UBICACION 2

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES	DIRECCION DE PROYECTO	PLANO Nº
DIRECCION DE COOPERACION TECNICA		
AREA ASESORAMIENTO		ESCALA
DEPARTAMENTO ASESORAMIENTO EN SERVICIOS	ING. JOSE E. MONTES	1:30.000
INHAR S.C.A. - FRANKLIN CONSULTORA S.A. - INTERCONSUL S.A.		
APROBADO	C.F.	PROVINCIA
		FECHA

DETALLE  
Esc. 1:4.000

