

Buenos Aires, 2 de Julio de 1987

Señor Secretario General del.  
Consejo Federal de Inversiones  
Ing. Juan José Ciáccera  
San Martín 871  
Buenos Aires

C. F. I.
INGRESO
2/JUL 1987
Nº 3047

Ref.: Sistema de provisión de  
de agua potable para la ciudad  
de Formosa. 3a. etapa : Amplia  
ción del establecimiento pota-  
bilizador.

De mi consideración:

Tengo el agrado de adjuntar, para su considera-  
ción, el Informe N° 2 "Estudios Básicos - Planteo de alternativas", co-  
rrespondiente al contrato de la referencia.

Sin otro particular, saludo a Ud. muy atentamente,

*H. Lean Cole*

Ing. Herbert Lean Cole

32749

O/F. 331.9  
C 260

3 Etapa  
II

SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE PARA  
LA CIUDAD DE FORMOSA

32 ETAPA - AMPLIACION DEL ESTABLECIMIENTO POTABILIZADOR

Informe N° 2 - Estudios Basicos - Planteo de alternativas



Ing. Herbert Lean Cole

Julio 1987

SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE PARA

LA CIUDAD DE FORMOSA

3° ETAPA - AMPLIACION DEL ESTABLECIMIENTO POTABILIZADOR

Informe N° 2 - Estudios Básicos - Planteo de alternativas

INTRODUCCION

El presente informe es el segundo de la tercera etapa del estudio del sistema de provisión de agua potable a la ciudad de Formosa.

En primer lugar se incluyen los puntos 1.1.3. y 1.1.5., cuyo desarrollo no pudo incluirse en el informe N°1 por no haberse recibido la información solicitada a la Di.S.A.P. y S.

A continuación se desarrolla el ítem 2- Estudios básicos y finalmente se comienza el tratamiento del punto 3.1. - Planteo de alternativas.

### 1.1.3. Características hidrológicas del río Paraguay y físico-químicas del agua.

En los dos gráficos adjuntos se muestran la frecuencia y duración de alturas y el hidrograma promedio del río Paraguay en el puerto de Formosa, correspondientes al período 1911-1982.

Se dispone, además, de los valores promedios mensuales de alturas del río en el período enero 1986-marzo 1987. Estos valores, comparados con el hidrograma mencionado, muestran cierta dispersión pero mantienen la configuración histórica de crecientes durante el otoño e invierno y de bajantes en primavera y verano.

Con respecto a las características físico-químicas del agua, se han obtenido análisis de agua cruda y tratada correspondientes al período abril 1983 -marzo 1987, en base a los cuales se ha confeccionado la siguiente tabla :

Valores promedios de turbiedad (UNT) y altura del río

Mes	Agua Cruda	Agua Tratada	Altura del río	Mes	Agua Cruda	Agua Tratada	Altura del río
Enero	44	4,6	3,10	Julio	15	1,8	4,60
Febrero	47	5,2	3,50	Agosto	14	2,1	3,70
Marzo	15	3,9	3,80	Setiem.	12	2,0	3,20
Abril	15	2,5	4,20	Octubre	13	2,2	3,10
Mayo	16	2,3	4,60	Noviem.	27	2,4	3,20
Junio	17	2,2	4,90	Diciem.	49	5,0	3,10

El color del agua cruda presenta valores entre "levemente amarilla" y 35, mientras que para el agua tratada están entre "incolora" y 15.

Para el agua cruda, los valores del pH están comprendidos entre 7,0 y 7,6.

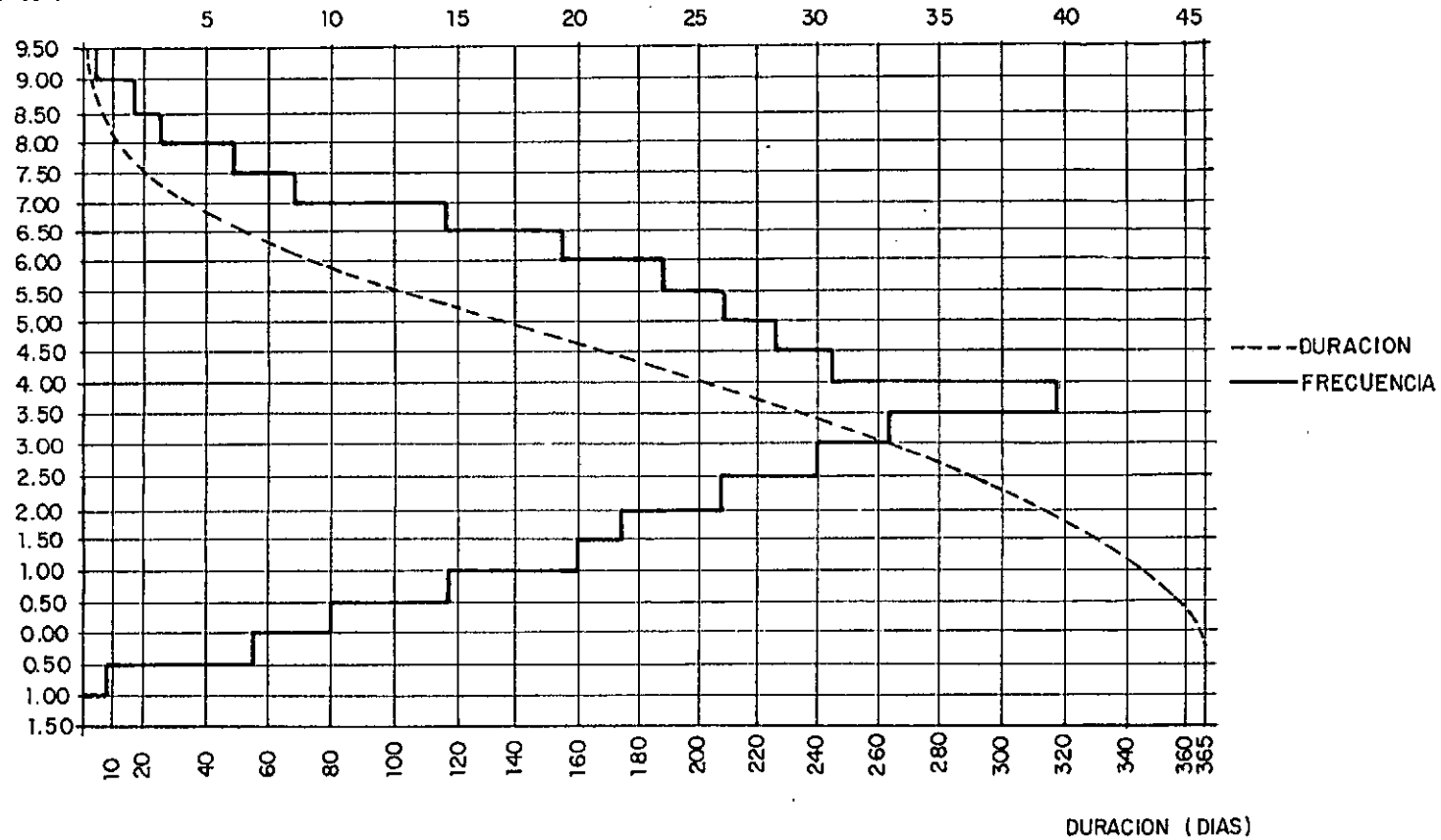
Puede verse que la turbiedad del agua cruda alcanza sus valores máximos entre los meses de noviembre a febrero, período que corresponde a aguas bajas, y que el resto del año esa turbiedad no presenta variaciones importantes.

# RIO PARAGUAY – FRECUENCIA Y DURACION DE ALTURAS EN EL PUERTO DE FORMOSA

COTAS DE  
ALTURA  
(m. sobre cero  
local )

PERIODO 1911-1982

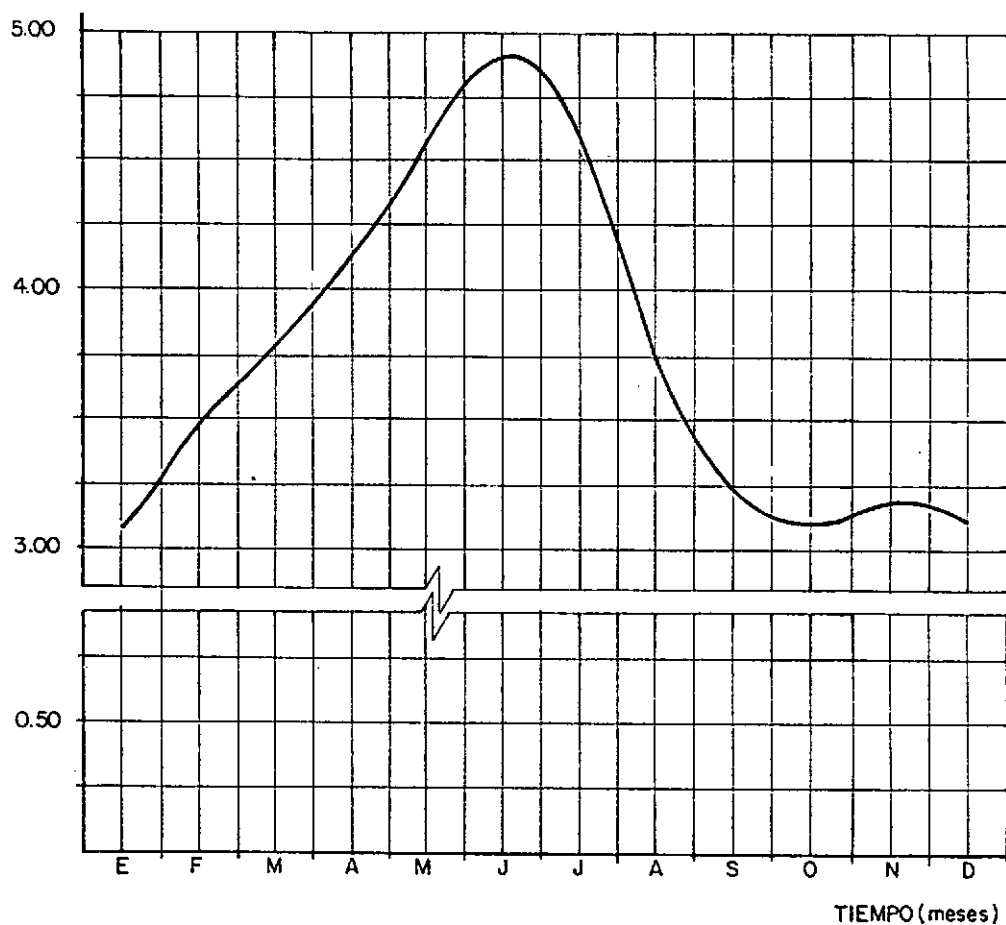
FRECUENCIA (DIAS)



FUENTE : ADE S.A. - INTERCONSUL S.A.

# RIO PARAGUAY - PUERTO DE FORMOSA HIDROGRAMA PROMEDIO 1911-82

$h$  (m)  
(sobre cero  
local)



FUENTE: ADE S.A. - INTERCONSUL S.A.

1.1.5. Costos de operación, reparación y mantenimiento del establecimiento.

Se ha obtenido, de la Di.S.A.P. y S., información sobre costos de operación, reparación y mantenimiento de acuerdo al cuadro "Planta Potabilizadora de Formosa - Costo operativo", que se adjunta.

Asimismo, se obtuvo información sobre los volúmenes mensuales de agua producidos en el período enero-diciembre de 1986.

De la información anterior se desprende que el promedio mensual de producción de agua ha sido de 716.000 m<sup>3</sup>/mes, con valores entre 609.000 y 845.000 m<sup>3</sup>/mes (845 a 1175 m<sup>3</sup>/h).

PLANTA POTABILIZADORA FORMOSA

COSTO OPERATIVO

CONCEPTOS CONSIDERADOS :

INSUMOS CRITICOS

GASTOS DE PERSONAL (Personal Operador y de Mantenimiento y Administrativos del Depto. Explotación)

GASTOS DE MANTENIMIENTO (Repuestos y bienes consumibles)

LUBRICANTES

CONSUMOS ENERGETICOS

COSTO OPERATIVO MES DE ENERO 1987 :

GASTOS .....	72.240 A/Mes
PRODUCCION .....	782.549 m <sup>3</sup> /Mes
C.Op. ....	0.092 A/m <sup>3</sup>

COSTO OPERATIVO MES DE FEBRERO 1987 :

GASTOS .....	72.240 A/Mes
Adquisición Bien Cap. ....	36.000 A
	108.240 A/Mes
PRODUCCION .....	775.265 m <sup>3</sup> /Mes
C.Op. ....	0.139 A/m <sup>3</sup>

COSTO OPERATIVO MES DE MARZO DE 1987 :

GASTOS .....	79.778 A/Mes
PRODUCCION .....	845.395 m <sup>3</sup> /Mes
COSTO OPERATIVO .....	0.094 A/m <sup>3</sup>

COSTO OPERATIVO MES DE MAYO DE 1987 :

GASTOS .....	80.000 A/Mes
PRODUCCION .....	834.780 m <sup>3</sup> /Mes
C.Op. ....	0.096 A/m <sup>3</sup>

COSTO OPERATIVO PROMEDIO DE LOS CINCO PRIMEROS MESES DE 1987 :

COSTO OPERATIVO PROMEDIO .....	0.105 A/Mes <sup>3</sup> m
--------------------------------	----------------------------

COSTO DE VENTA AL PUBLICO DEL M3 DE AGUA :

COSTO DEL M3 DE AGUA POTABLE ....	0.360 A/m <sup>3</sup>
-----------------------------------	------------------------

Nota : Información suministrada por la Di.S.A.P. y S.



## 2. ESTUDIOS BASICOS

### 2.1. Evaluación de la capacidad del establecimiento potabilizador en servicio.

Tal como se dijo en el punto 1.1.2., no se efectúan mediciones exactas de caudales de agua cruda y tratada.

La información consignada en el punto 1.1.5. muestra que el establecimiento puede alcanzar una producción mensual promedio del orden de 1200 m<sup>3</sup>/h. De acuerdo a los datos recogidos por el experto en el propio establecimiento, incluyendo informaciones del personal de explotación, puede estimarse en 1300 m<sup>3</sup>/h el caudal máximo de agua tratada capaz de ser producido en las condiciones actuales.

El sistema existente de producción de agua potable para la ciudad de Formosa (obra de toma, cañería de impulsión y establecimiento potabilizador) puede ser mejorado para aumentar su capacidad.

Si bien el estudio de esas mejoras no forma parte de esta etapa del proyecto, puede señalarse que es factible llevar la capacidad de producción hasta 1800 m<sup>3</sup>/h. En el Informe Técnico : Reacondicionamiento del Establecimiento Potabilizador de fecha 23/04/86, elaborado por el Ing. Nicolás Ratto, se exponen cuales medidas pueden tomarse para alcanzar el mencionado caudal. Como se ha dicho en 1.1.2., se encuentran en proceso de licitación obras para mejorar el establecimiento.

En consecuencia, para el desarrollo de las siguientes fases del proyecto, se tomará como capacidad futura de producción del establecimiento el valor de 1800 m<sup>3</sup>/h.

## 2.2. Pautas de diseño

Tal como se ha indicado en el punto 1.1.1., la demanda del día de máximo consumo al final del período de diseño (año 2017) se ha calculado en 116.444 m<sup>3</sup>/día, que equivale a unos 4800 m<sup>3</sup>/h. En la figura adjunta se muestra la curva de variación de la demanda máxima.

Puesto que, de acuerdo a lo establecido en 2.1. el actual establecimiento potabilizador puede alcanzar una producción máxima de 1800 m<sup>3</sup>/h, las obras de ampliación tendrán como objetivo cubrir la diferencia de 3000 m<sup>3</sup>/h. Por supuesto que esta cobertura deberá ser escalonada en el tiempo, en consecuencia con las necesidades del abastecimiento de agua a la ciudad.

Para producir 3000 m<sup>3</sup>/h las obras de ampliación deberán tratar un caudal mayor, pues es necesario contar con los usos consuntivos del agua durante el proceso de potabilización : purga de barros de los decantadores, lavado de filtros, etc. Estos usos pueden estimarse en un 5% del agua producida, por lo cual las obras de ampliación deberían tratar un caudal de 3150 m<sup>3</sup>/h.

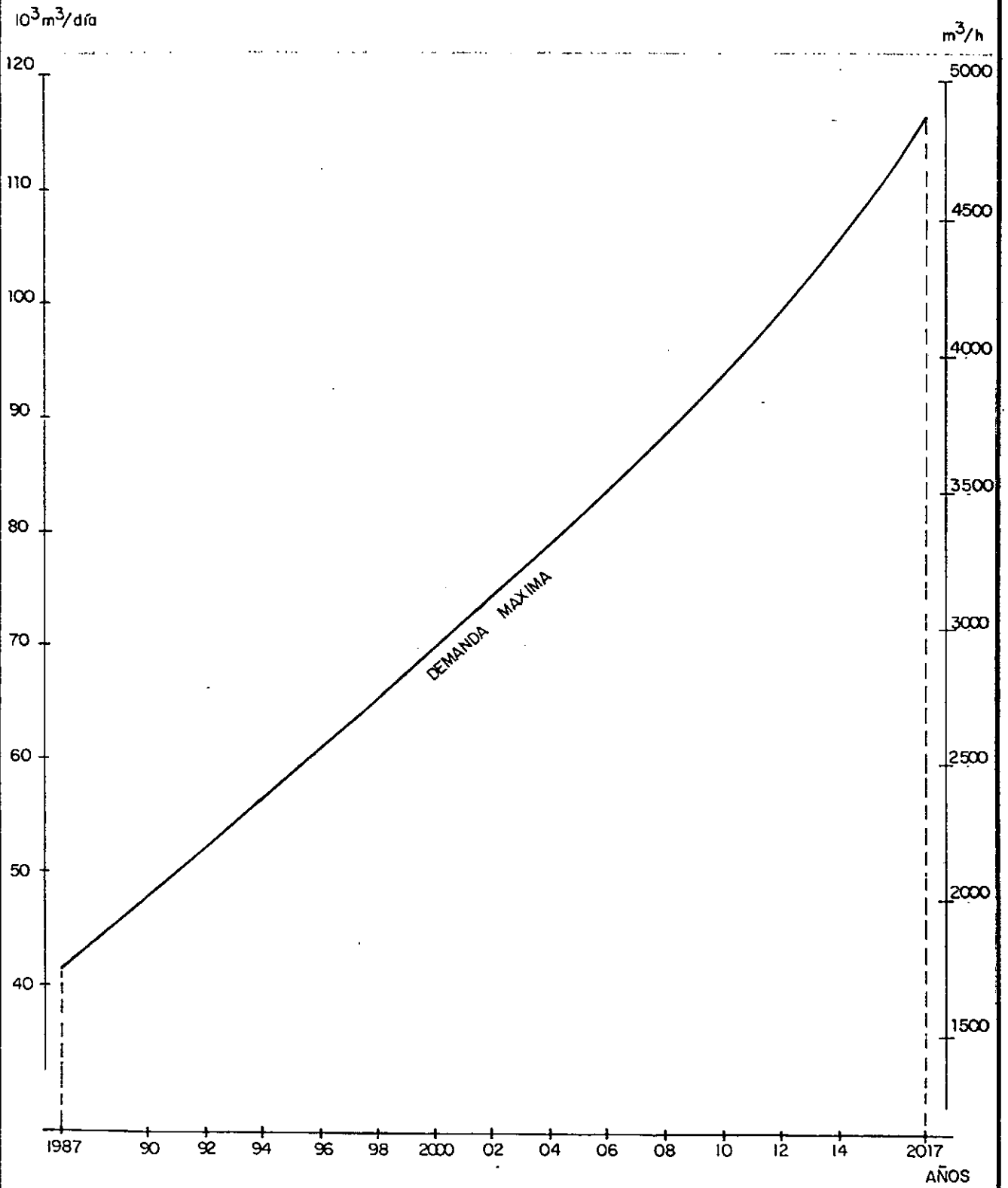
El diseño de los distintos procesos de potabilización deberá cumplir con las siguientes condiciones mínimas :

- Seguridad en el servicio
- Similitud de operación con el establecimiento actual
- Sencillez de operación
- Economía
- Calidad técnica

De acuerdo a las características físico-químicas del agua cruda, el tratamiento potabilizador incluirá las siguientes etapas :

- Agregado de coagulante mediante dispersión
- Acondicionamiento de coágulos (floculación)
- Decantación
- Filtración

# CURVA DE LA DEMANDA MAXIMA



- Corrección del pH
- Desinfección

El coagulante a utilizar será el sulfato de aluminio pues es el de mejor disponibilidad en el mercado y, además, es el utilizado en el establecimiento actual. Las características del agua del río Paraguay y la experiencia del actual establecimiento no indican, en principio, la necesidad de utilizar un coadyuvante de coagulación. No obstante ello, en el proyecto de las nuevas instalaciones se dejará previsto su posible uso.

La dispersión del coagulante en el agua cruda puede realizarse por medios mecánicos (agitadores accionados por motor) o hidráulicos (turbulencia inducida). Los medios mecánicos implican costos de instalación, de operación y de mantenimiento superiores a los costos de la dispersión por medios hidráulicos. Para las nuevas obras se usará, como dispersor del coagulante, la turbulencia creada en la canaleta Parshall que se construirá para medir los caudales de agua cruda. Este método cuenta con numerosos y satisfactorios antecedentes de aplicación que justifican su elección.

El acondicionamiento de coágulos (floculación) puede, también, realizarse por medios mecánicos o hidráulicos. Cuando se utilizan los primeros, la energía necesaria es provista para agitadores movidos por motores. En el caso de los medios hidráulicos, la energía se obtiene a costa de pérdidas de carga en el circuito del agua. Si se dispone de carga suficiente para realizar la floculación por medios hidráulicos, éstos implican en general costos de instalación, operación y mantenimiento menores que los correspondientes a los medios mecánicos. Teniendo en cuenta lo expresado y que, además, los floculadores del actual establecimiento son hidráulicos, se adopta este sistema de acondicionamiento del coágulo para las obras de ampliación.

Los procesos de decantación pueden dividirse en dos grandes grupos : decantación simple (convencional o acelerada) y decantación con manto de lodos. En la decantación simple, los coágulos provenientes de la floculación se depositan en el fondo del decantador a medida que el agua recorre

éste, el cual puede ser del tipo convencional (piletas rectangulares o circulares) o acelerado (con el agregado de placas planas). La decantación con manto de lodos se basa en el pasaje del agua a través de un manto de lodos que se mantiene en suspensión por medios mecánicos (agitación mecánica o insuflación de aire). Este tipo de decantación suele prescindir de la floculación como etapa separada de ella. Cuando el agua cruda tiene turbiedad baja, como sucede en varias épocas del año en el río Paraguay, la decantación con manto de lodos puede exigir un mayor consumo de coagulante para mantener, precisamente, dicho manto.

Los decantadores del establecimiento actual son del tipo simple convencional, lo cual indica la conveniencia que, por razones de similitud y sencillez de operación, los decantadores de la ampliación sean también del tipo simple. Teniendo en cuenta las disponibilidades de superficie para las nuevas obras, es conveniente utilizar decantadores acelerados mediante la inclusión de placas planas, que permiten un ahorro de área ocupada. Este sistema ha sido ya lo suficientemente experimentado como para que su adopción pueda hacerse con total seguridad técnica.

Para la etapa de filtración se usarán filtros rápidos de gravedad (tal como se hace en el establecimiento actual) cuya operación y mantenimiento no presentan complicaciones técnicas. En el estudio de alternativas se analizarán los aspectos relativos al tipo de manto filtrante, lavado de filtros, etc., de modo de adoptar las soluciones más convenientes.

La corrección del pH y la desinfección del agua tratada se harán utilizando cal y cloro gaseoso respectivamente, tal como se procede actualmente en el establecimiento existente. Ambos productos químicos son de fácil disponibilidad en el mercado y de reconocida eficiencia.

El comando y control de la operación de las nuevas unidades de tratamiento deberá ser seguro, sencillo y adecuado a los medios humanos, técnicos y económicos disponibles, de modo de lograr una buena integración entre las instalaciones existentes y las futuras. Con este criterio se estudiarán estos aspectos durante el planteo de alternativas del proyecto.

### 2.3. Estimación de superficies necesarias

Los principales elementos de la ampliación del establecimiento son :

- cámara de carga y aforador de caudales
- floculadores
- decantadores
- filtros
- reservas de agua tratada
- casa química

La cámara de carga y el aforador de caudales (Canaleta Parshall) deberán ubicarse tomando en cuenta las instalaciones existentes y las que se proyectan como ampliación.

Para los floculadores, puede adoptarse un tiempo de permanencia de 20 minutos y un tirante de agua de 3,20 m. Para un caudal de  $3.150 \text{ m}^3/\text{h}$  se tendrá una superficie neta de  $328 \text{ m}^2$ . Teniendo en cuenta el canal de ingreso de agua a los floculadores, el espesor de las paredes y otros elementos auxiliares, puede adoptarse una superficie total ocupada de  $435 \text{ m}^2$ , configurada por un rectángulo de  $29,00 \times 15,00 \text{ m}$ .

Para los decantadores con uso de placas se toma una carga superficial de  $140 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ ; para un caudal de  $3150 \text{ m}^3/\text{h}$  se necesitará una superficie neta de  $540 \text{ m}^2$ . Considerando el espesor de las paredes, los canales de entrada, salida y desagüe y otros elementos auxiliares, se llega a una superficie total ocupada de  $725 \text{ m}^2$ , formada por un rectángulo de  $29,00 \times 25,00 \text{ m}$ .

Para los filtros se toma una velocidad de filtración de  $10 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hora}$  que, para un caudal de  $3150 \text{ m}^3/\text{h}$ , da una superficie neta necesaria de  $315 \text{ m}^2$ . Tomando en consideración las galerías de conductos y de comando, los canales de lavado y desagüe y los espesores de paredes se llega a una superficie total ocupada de  $648 \text{ m}^2$ , formada por un rectángulo de  $27,00 \times 24,00 \text{ m}$ .

Las reservas de agua tratada se construirán bajo los floculadores, de cantadores y filtros.

En el plano EB-01 se han ubicado, en forma tentativa, los elementos descritos anteriormente. Puede verse que, en principio, el espacio disponible es capaz de alojar las instalaciones para la ampliación del establecimiento, aunque afectando el actual emplazamiento de la casa del encargado, la cual deberá ser relocalizada.

La ubicación de la nueva casa química deberá estudiarse en relación a la existente para determinar si conviene unificar ambas o separar las instalaciones de los distintos productos químicos o adoptar otras soluciones. En cualquiera de estos casos, las áreas disponibles son adecuadas para una correcta disposición de las futuras instalaciones.

De lo expuesto anteriormente se concluye que puede proyectarse la ampliación del establecimiento de manera armónica con las actuales estructuras y sin que éstas sufran modificaciones importantes. En el desarrollo del estudio deberán ajustarse los parámetros de diseño de modo que las obras de ampliación y las existentes constituyan un conjunto que funcione coordinadamente.

- 2.4. Relevamientos topográficos
- 2.5. Estudios de suelos complementarios
- 2.6. Análisis físico-químicos de agua cruda

El desarrollo del estudio, hasta la presente fase, se ha hecho en base a la información existente y a la obtenida por el experto en sus viajes a Formosa.

No ha sido necesario, hasta el momento, realizar relevamientos topográficos, estudios de suelos y análisis del agua cruda. Estas tareas se ejecutarán a medida que la marcha del proyecto lo requiera.



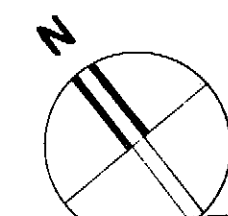
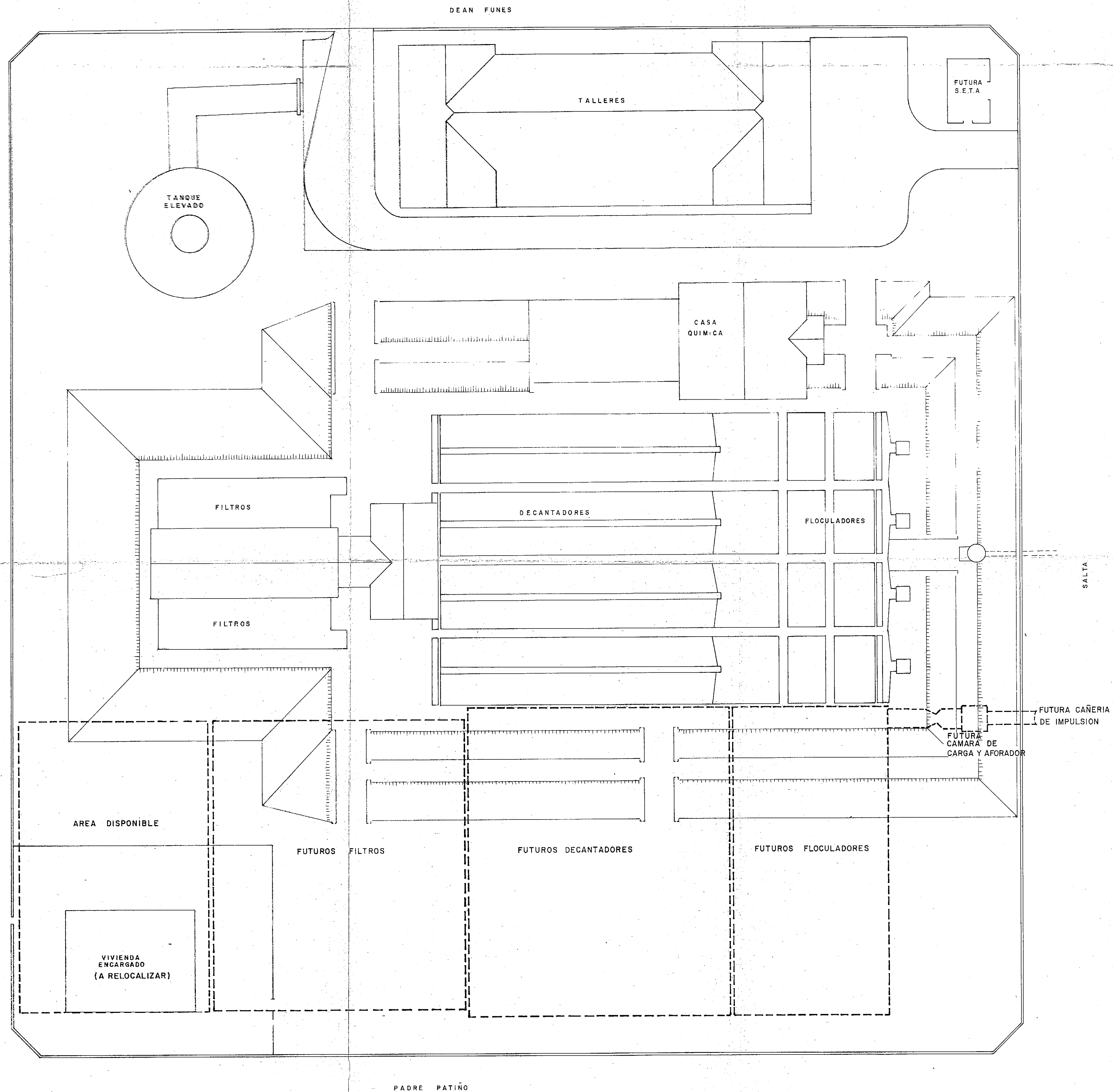


### 3. ANTEPROYECTOS PRELIMINARES

#### 3.1. Planteo de alternativas.

Tomando como base lo realizado en los capítulos 1 -"Estudios preliminares" y 2 -"Estudios básicos" se ha comenzado el planteo de alternativas del proyecto de las instalaciones de ampliación.

El desarrollo de estas alternativas, su comparación técnico-económica y las recomendaciones finales serán el contenido del próximo informe.



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
BIBLIOTECA

01/03/87  
Calle, Nivel 8m  
L. 15  
No. 1000 de agua  
3.50 m  
38449  
10/10/87

#### REFERENCIAS

— INSTALACIONES EXISTENTES  
- - - INSTALACIONES FUTURAS

PROVINCIA DE FORMOSA

SUBSECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS

SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE PARA  
PARA LA CIUDAD DE FORMOSA  
AMPLIACION DEL ESTABLECIMIENTO POTABILIZADOR  
UBICACION DE FUTURAS INSTALACIONES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PLANO Nº  
EB-01

PROYECTO: ING. HERBERT LEAN COLE  
ING. NICOLAS J. RATTO  
DIBUJO: PAULINA LEWKO

ESCALA  
1:200

FECHA  
JULIO 1987