

©
F 331.9
L 26 e
IV

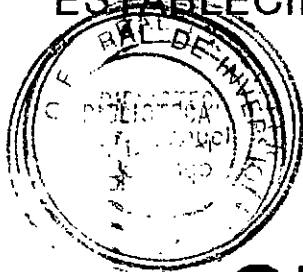
M FN - 155

37777

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE RIO NEGRO

ESTABLECIMIENTO DE DEPURACION CLOACAL



GENERAL ROCA

ANTEPROYECTO DEFINITIVO

ACLARACIONES DE MEMORIA DE CALCULO

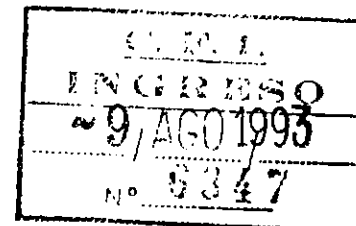
O/F. 331.9
L 26 e
10

Estudio Ing. L.A. Lo Fiego
Paraná 123 - 3º Piso - Of. 72
Capital Federal

LEONARDO A. LO FIEGO INC. CIVIL
INGENIERIA SANITARIA

Buenos Aires, 9 de Agosto de 1993.

Sr. Secretario General del
Consejo Federal de Inversiones,
Ing. Juan José Ciacera
S / D



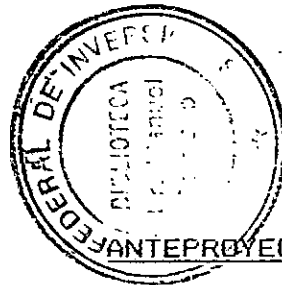
Ref.: Exp. 1685 - Rio Negro.
Anteproyecto Establecimiento
de Depuración en Gral. Roca.

De mi mayor consideración:

De acuerdo con lo establecido en el
contrato de referencia y al acta del 18 de febrero de 1993, adjunto
cuatro (4) ejemplares del Informe Final "Anteproyecto definitivo".

Sin otro particular, saludo a Ud. con mi
consideración más distinguida.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'L. A. Lo Fiego', with a long horizontal stroke extending to the right.



- 1 -

ANTEPROYECTO DEFINITIVO

Aclaraciones a Observaciones efectuadas por la Inspección

El Anteproyecto Definitivo presentado en tiempo y forma se considera legalmente aceptado por haber vencido el plazo estipulado en el Artículo 59 del Acta del 18/2/93.-

Pero por tratarse del anteproyecto Definitivo de la Alternativa seleccionada para su construcción, y por considerar que por sobre todos los aspectos legales o económicos, deben ser aclaradas las discrepancias técnicas, para que no exista ninguna duda respecto a la calidad de la tarea realizada, se procede a aclarar a continuación las observaciones realizadas por la Inspección del CFI, a la presentación efectuada.

- 1.- La Memoria de Cálculo presentada cumple con lo estipulado en el Apartado 4 del Contrato, el cual establece que se deberá efectuar el ajuste del dimensionado de todos los componentes del sistema y el cálculo ajustado del perfil hidráulico, cálculo de canales, vertederos, etc.

En oportunidad de la revisión del Anteproyecto Preliminar no hubo ninguna observación a la Memoria Técnica y de Cálculo de la Alternativa IV seleccionada, por lo que se infiere que la misma cumple con los términos establecidos en el contrato suscrito.

La Alternativa IV seleccionada, fue recalculada íntegramente, de acuerdo a los Parámetros de diseño establecidos en el Acta del 18/2/93, prueba de ello son las observaciones al Anteproyecto Definitivo efectuadas por la inspección, por lo que se considera totalmente incorrecta la opinión emitida en la revisión Informe Final, que solo se han cambiado los Parámetros de diseño.

- 2.- Las características del subsuelo fueron determinadas en el Estudio de suelos que realizó el DPA, copia del mismo deberá incluirse en el pliego de Especificaciones Técnicas, tarea que llevará a cabo dicha repartición, en un todo de acuerdo a lo establecido en el apartado 8 del Acta del 18/2/93.
- 3.- Se considera un tema técnicamente conocido, la facilidad de impermeabilización, que se produce en lagunas Anaeróbicas, Aireadas y Facultativas, por la colmatación de los intersticios del suelo fino, con materia orgánica coloidal, que en un corto periodo de tiempo (durante el llenado) genera una película gelatinosa impermeable, que no permite la percolación.

- 4.- La Cota de fondo de las lagunas adoptado está con un margen razonable sobre el nivel máximo de la napa, por lo que no hay posibilidad de contaminación de la misma por la razón indicada, esto esta ampliamente corroborado por los resultados del funcionamiento de sistemas similares que operan en nuestro país, desde hace mas de 25 años.
- 5.- El cálculo de la eficiencia del sistema en remoción de parásitos y virus, no esta previsto en el Apartado 4, "Anteproyecto Definitivo" del contrato, por otra parte hay previsto como etapa final del tratamiento, la desinfección del efluente tratado con Hipoclorito de Sodio, por lo tanto se considera que el pedido de la inspección es meramente académico y sin valor practico.
- 6.- La tarea establecida en el apartado 4.2 del contrato, es el Asesoramiento al Especialista que debería haber contratado el CFI, durante el periodo de elaboración del Anteproyecto y no aclara que el proyectista deba entregar lo solicitado por la inspección.
- 7.- Lo requerido por la inspección en lo referente a necesidades a tener en cuenta en el proyecto de los Locales Complementarios, los mismos están indicados con suficiente claridad en los planos del Anteproyecto Preliminar.
- 8.- No se Anteproyectó el acueducto de provisión de agua potable, por ser una obra de muy elevado costo, habiéndose previsto en su lugar, la construcción de un pozo semisurgente de caudal pequeño, para atender las necesidades del establecimiento. Esto fue oportunamente consultado a los profesionales del DFA, quienes aceptaron el cambio propuesto.
- 9.- En los Planos Nº 25 y 28 se detallan los cortes de movimiento de tierra, red de agua y zanja de guardia para el desagüe pluvial.
- 10.- Item 1 - Paq. 2 y 4.

$$* \text{Caudal Máximo horario} = \frac{21.673 * 1,37 + 5.232}{24} = 1.455 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Es correcto el valor indicado en la Memoria.

$$* \text{Caudal Medio horario} = \frac{20.584}{24} = 857,7 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Se adopto 858 m³/h

11.- Item 2 - Pág. 3.

Se aclara que se refiere al primer párrafo.

12.- Item 3 - Pág. 4.

- * El Caudal máximo de bombeo, (fijado en $1.575 \text{ m}^3/\text{h}$), debe ser algo mayor al Caudal de bombeo de primera etapa de la Estación Elevadora existente que se fijo en $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$, (ver aclaración en Item 10.1, Pág 25), por lo tanto cubre el pico máximo para el fin de la primera etapa no siendo necesario un mayor margen.
- * Se incluye en el Cálculo del perfil hidráulico las pérdidas de carga en el múltiple de la Estación Elevadora, resultando para las electrobombas, una altura dinámica total de 7 m.

13.- Item 4 - Pág. 4.

- * Se completo dibujo.

Las formulas de cálculo, son las de uso común para el tipo adoptado y figuran en cualquier bibliografía del tema.
- * Las unidades son:
 - Medidas en metro (m).
 - Caudales : m^3/seg .
- * La elevación del vertedero proporcional por encima del piso del desarenador provoca disminución de la velocidad y como consecuencia la sedimentación de partículas orgánicas, que es critica para caudales mínimos.

Por lo anterior y por la experiencia obtenida en la operación de plantas, la ubicación del coronamiento del vertedero es correcta.

14.- Item 5 - Pág. 9.

En el Anteproyecto Preliminar se había adoptado un margen de 100% que se considera muy alto teniendo en cuenta las favorables condiciones locales.

Para el Proyecto el margen se disminuyó al 25%, por las siguientes razones:

- Se produce una infiltración de líquido a través del manto permeable que acelera el tiempo de deshidratación.
- La cantidad de arena de 100 l/1000 m³ es un valor alto.

15.- Item 6 - Pág.10.

Se incluye la nueva numeración de la bibliografía.

16.- Item 6.1 - Pág.11.

La profundidad de las Lagunas Anaeróbica; Se adoptó de 4,30 m por las siguientes razones:

- Disminuir disipación de calor en invierno por tratarse de zonas frías.
- Disminuir Superficie.

17.- Item 6.2 - Pág.12.

La observación es confusa y poco clara; Para el cálculo se adoptaron los valores de K_L mas adecuado según criterio de la EPA.

18.- Item 7 - Pág. 18.

La potencia de 2,5 W/m³ adoptada para mantener los sólidos en suspensión en la Laguna Aireada, se fundamenta en las siguientes razones:

- * En la Pág. 356, del texto de Eckenfelder indica un rango entre 2,3 y 3,9 W/m³, en función de la naturaleza y contenido de sólidos suspendidos.
- * En el mismo párrafo se entiende que para Desagüe Cloacal Crudo la potencia debería ser 3.9 W/m³.

En nuestro caso, existe una Laguna Anaeróbica previa, por lo tanto, el nivel y naturaleza de los sólidos es sensiblemente menor y diferente que para un líquido cloacal crudo.

- * Según nuestra experiencia, recopilada en distintos proyectos para desagües cloacales e industriales, (se adjuntan fotos de algunos de ellos), el nivel de potencia adoptado es correcto, incluso se ha verificado el mantenimiento de sólidos en suspensión con niveles de potencia inferiores al adoptado para geometrías semejantes a la proyectada.

19.- Item 7.2 - Pag.19.

La referencia que hace Eckenfelder (pag 358) se refiere a desagués de fabricación de pasta y pulpa de papel, siendo el valor adoptado correcto y valen las mismas apreciaciones del Item 7.

20.- Item 8.1 - Pag. 21.

Se Modificó el texto.

21.- Item 8.2 - Pag. 22.

La concentración de sólidos suspendidos volátiles adoptada es correcta, y concuerda con valores obtenidos de la operación de sistemas del mismo tipo en el país.

22.- Item 10.1 - Pag. 24.

Para el cálculo se tomó la cota de la Piezometrica en la Cámara de equilibrio, que indica el plano conforme a obra de la cañería de impulsión, que es el nivel liquido de funcionamiento, por lo tanto es erróneo tomar la cota de coronamiento del vertedero.

23.- Item 10.2 - Pag. 25.

La cota de nivel de la napa freática fue determinada en oportunidad de efectuarse el Estudio de suelo a mediados de Octubre en la época del año de máximo riego, que coincide con los niveles máximos anuales de la misma.

Se fijó, en base a la experiencia un margen entre fondo de lagunas y nivel máximo de napa de 0,55 m, que asegura la factibilidad de su construcción, de coincidir su ejecución con periodos de máximo riego.

En el pliego de especificaciones se deberá incluir el Estudio de suelos.

24.- Item 10.1 - Pag.25.

El Caudal de bombeo de la Estación Elevadora existente, deberá tener capacidad para bombear el caudal determinado para la 19 Etapa debiéndose cambiar para ello las bombas existentes.

El Caudal afluente máximo calculado es 1.455 m³/h, y el de bombeo es un 3% mayor, con lo que se cubre el pico horario.

Debe tenerse en cuenta, que en general se produce en la red de colectoras y colectores máximos una atenuación del pico de caudal horario, por lo que el margen adoptado es razonable.

25.- Item 10.2 - Pág. 25.

Se verificaron las longitudes de las conducciones.

Se considera que no es necesario la instalación de Cámaras en la Entrada y Salida de la Planta, por tratarse de Cañerías de gran Diámetro que funcionan en carga, y por lo tanto sin posibilidades de obturación.

26.- Item 10 - Pág. 24.

El Cálculo del perfil hidráulico con el caudal máximo, se basa en la experiencia adquirida por el proyectista en la operación y funcionamiento de sistemas de Lagunas en diferentes lugares del país, por lo tanto se considera que es correcta la hipótesis de máxima.

27.- Item 10.2 - Pág. 28.

El Perfil Hidráulico fue corregido.

28.- Item 10.2 - Pág. 30.

No se previó obra de difusión, porque en ese lugar el río tiene una velocidad alta y corriente turbulenta que asegura la mezcla del desague tratado en un corto tramo.

Los resultados de los muestreos realizados, de la actual descarga de líquido crudo sin tratar, en distintos lugares aguas abajo del vuelco, demostraron el gran poder de mezcla que tiene el río en ese tramo.

29.- Plano Nº 19.

- La diferencia en los terraplenes externos, no puede diferenciarse por estar dibujado el plano en escala 1:1000.
- La Conducción que nace en el encuentro de las Lagunas Aireadas Facultativas y que ingresa en las Lagunas Anaeróbicas II y III se aclara en los planos Nº 19 y 24.

- El fondo de la Laguna Anaerobica II, es distinto a las otras dos, debido a que el nivel liquido de funcionamiento cuando operan las tres en paralelo, es inferior, por tener esta laguna un vertedero de salida, de doble longitud.

Plano N° 19.

Corregido.

Plano N° 21.

Corregido, Protección, Conducto de Ingreso, ver Plano N° 28.

Plano N° 22.

Corregido, ver Limite Relleno en Plano N° 28.

Plano N° 23.

Corregido.

Plano N° 24.

Corregido.

Plano N° 25.

Corregido.

Plano N° 26.

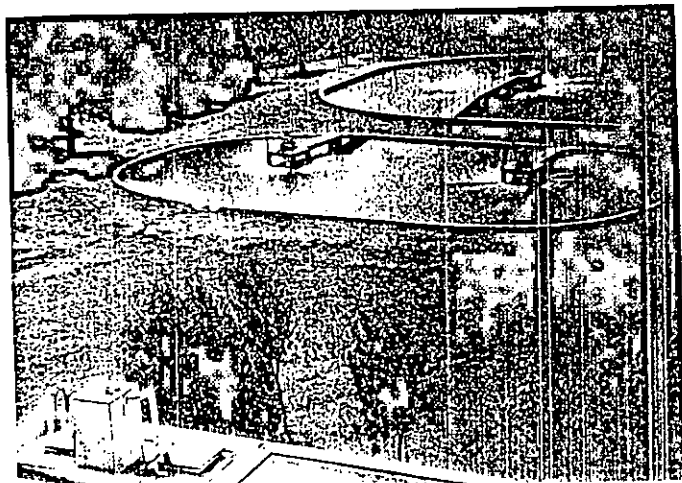
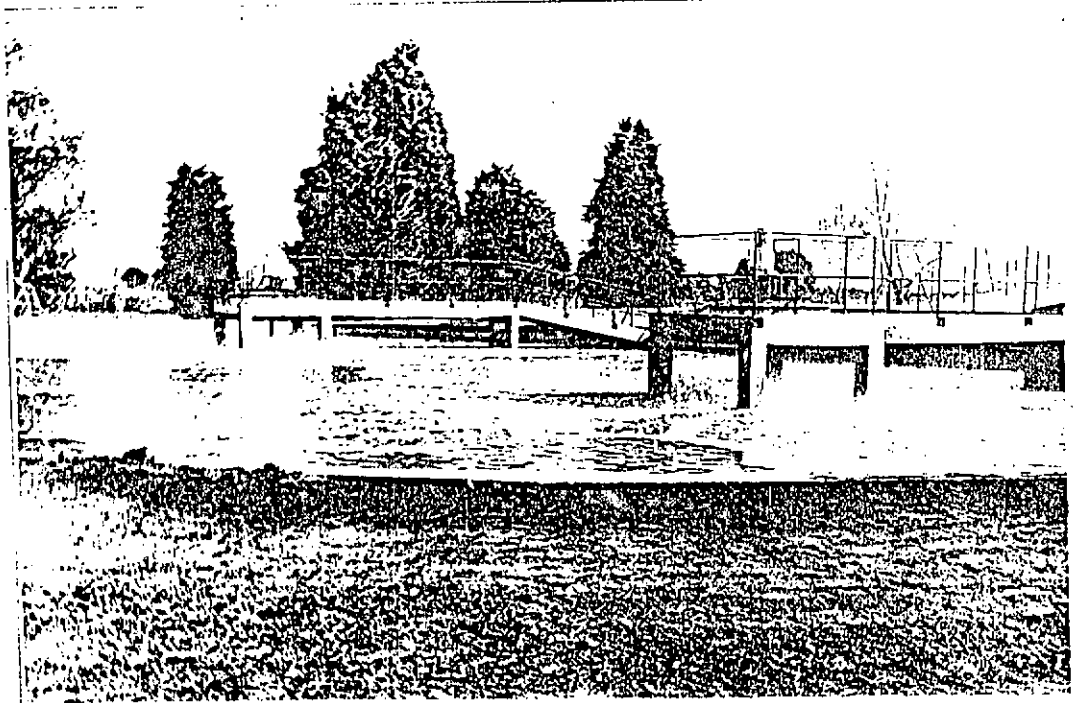
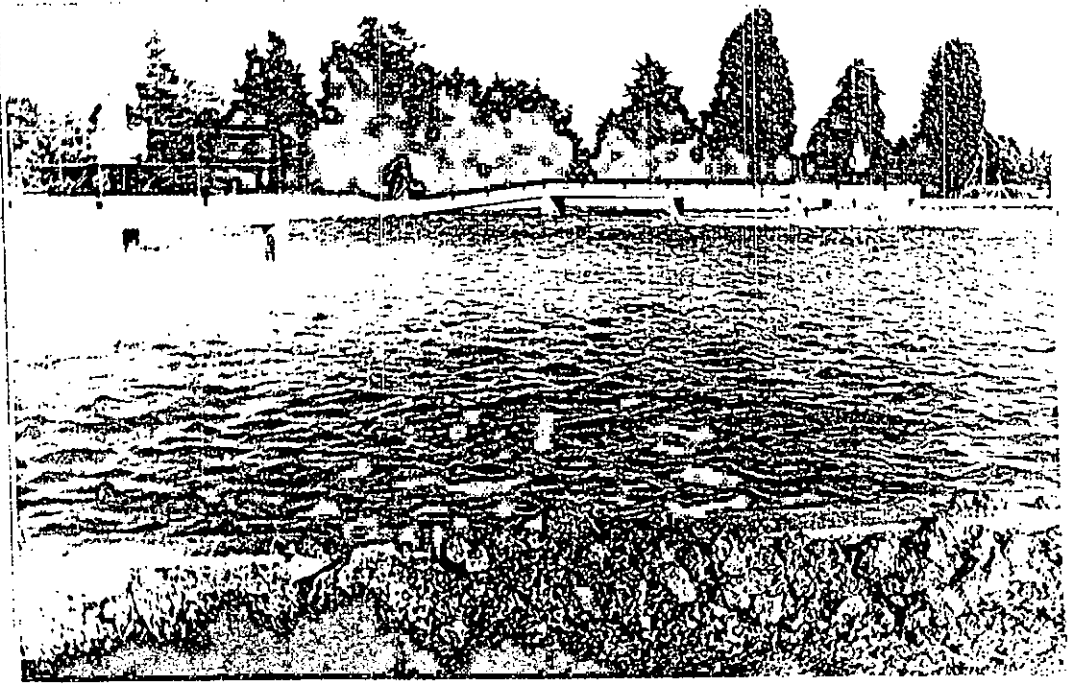
Corregido.

Plano N° 27.

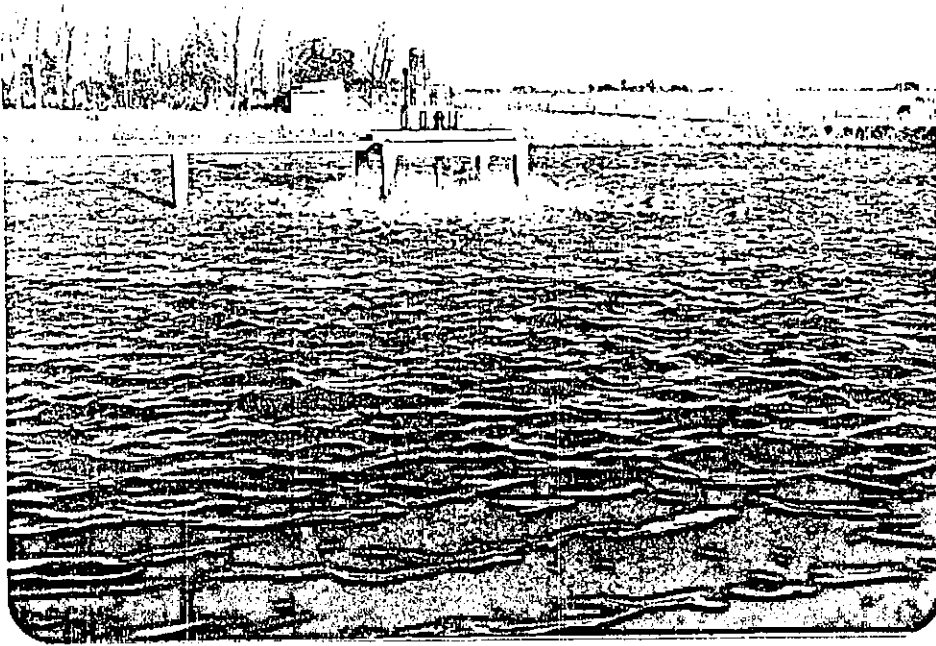
Corregido.

Plano N° 28.

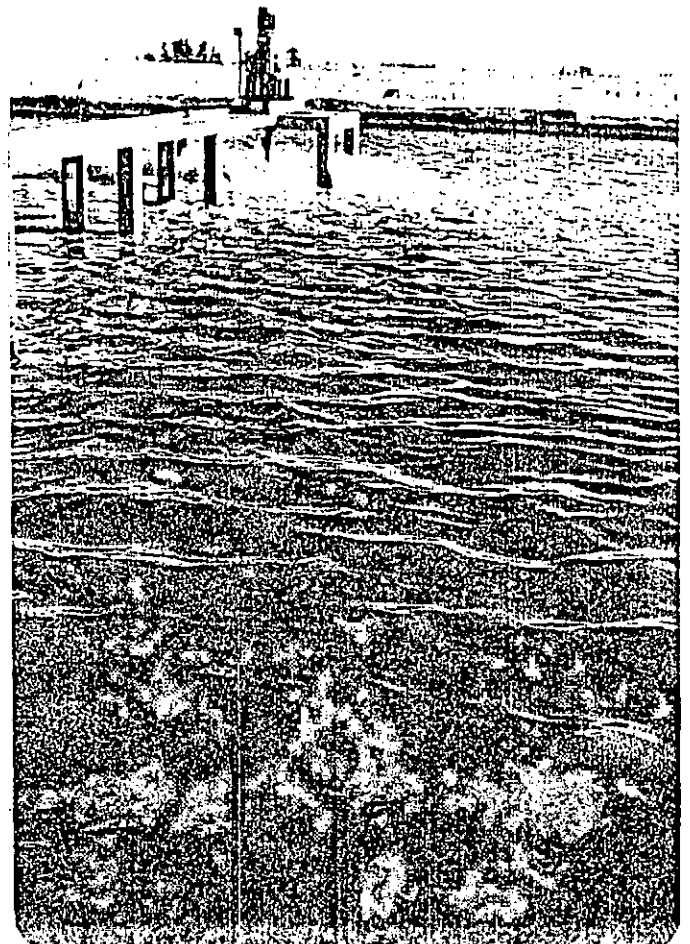
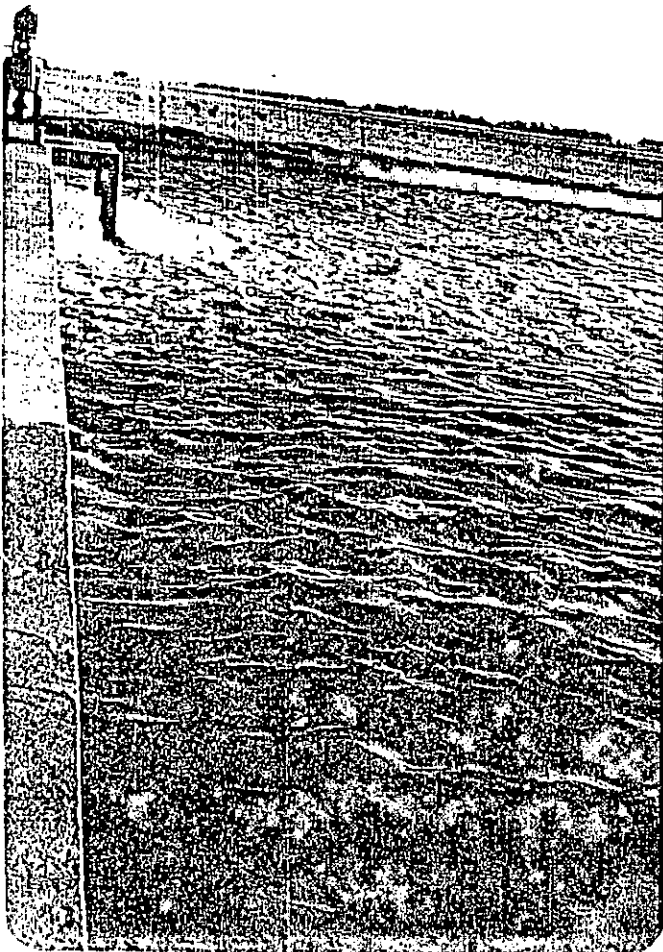
Corregido.

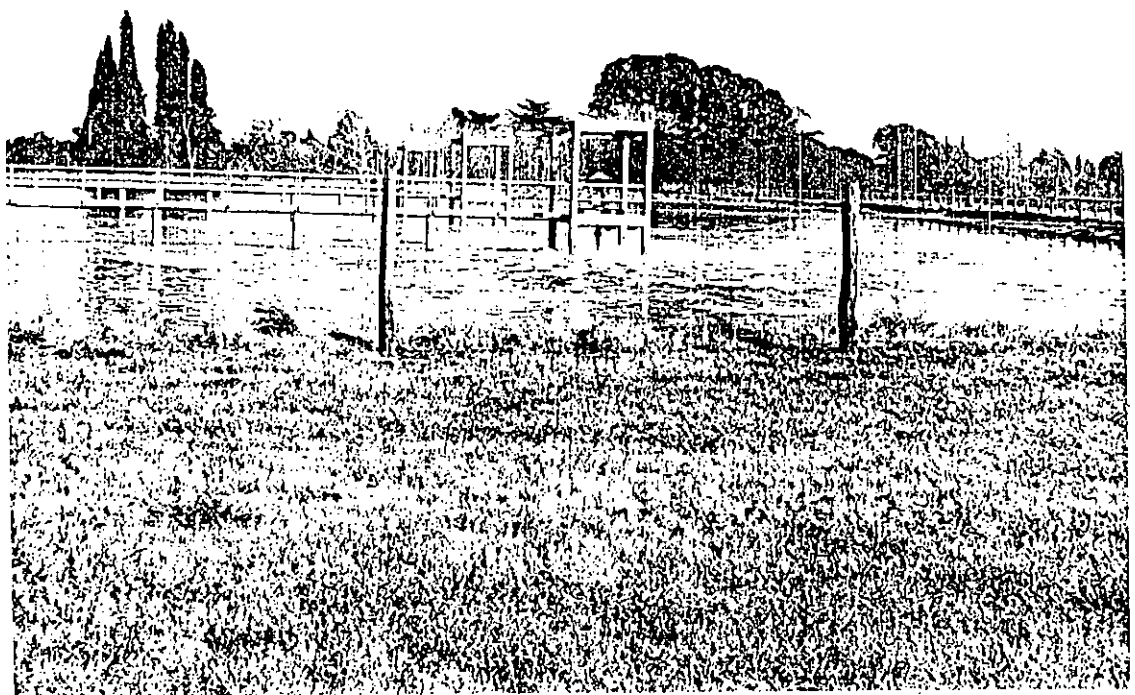


ABBOTT LABORATORIES - ARGENTINA

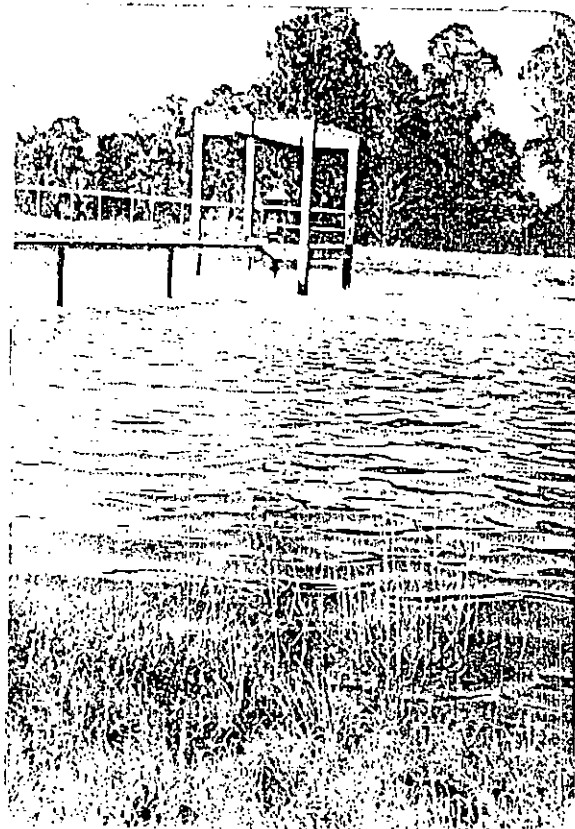


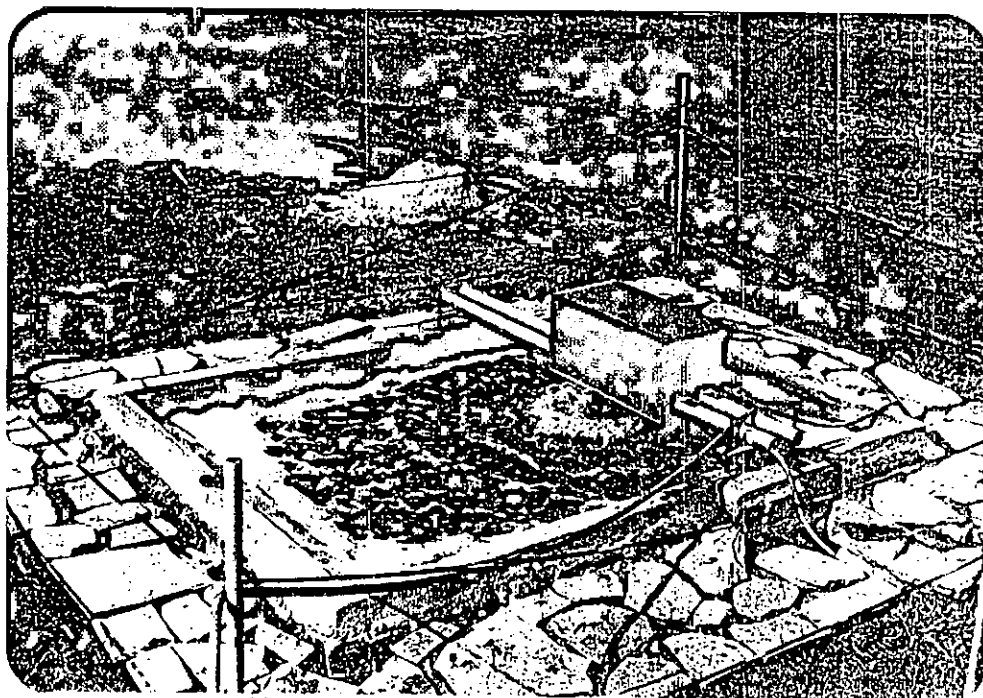
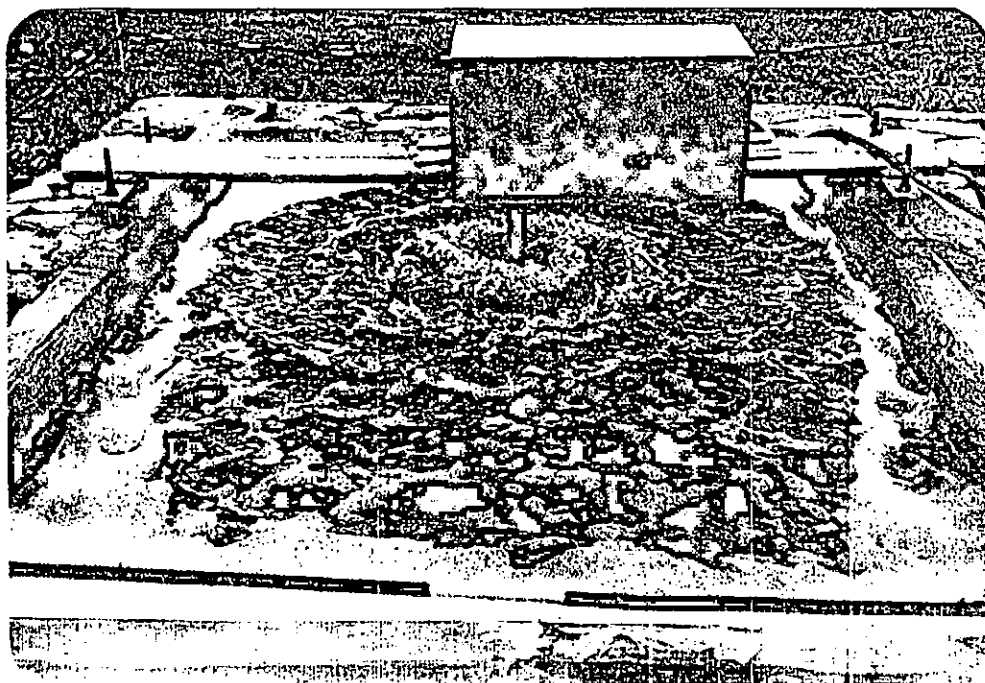
LA VASCONGADA - CHIVILCOY



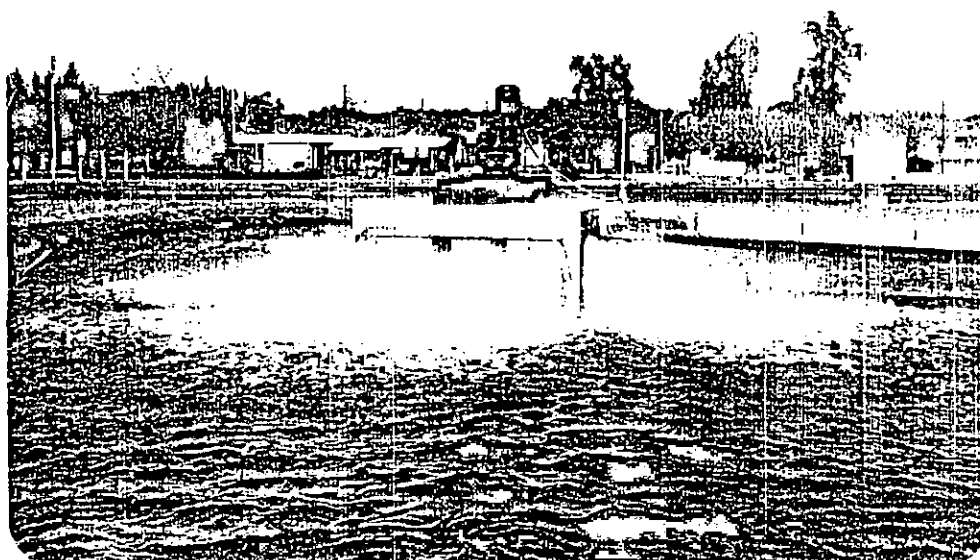
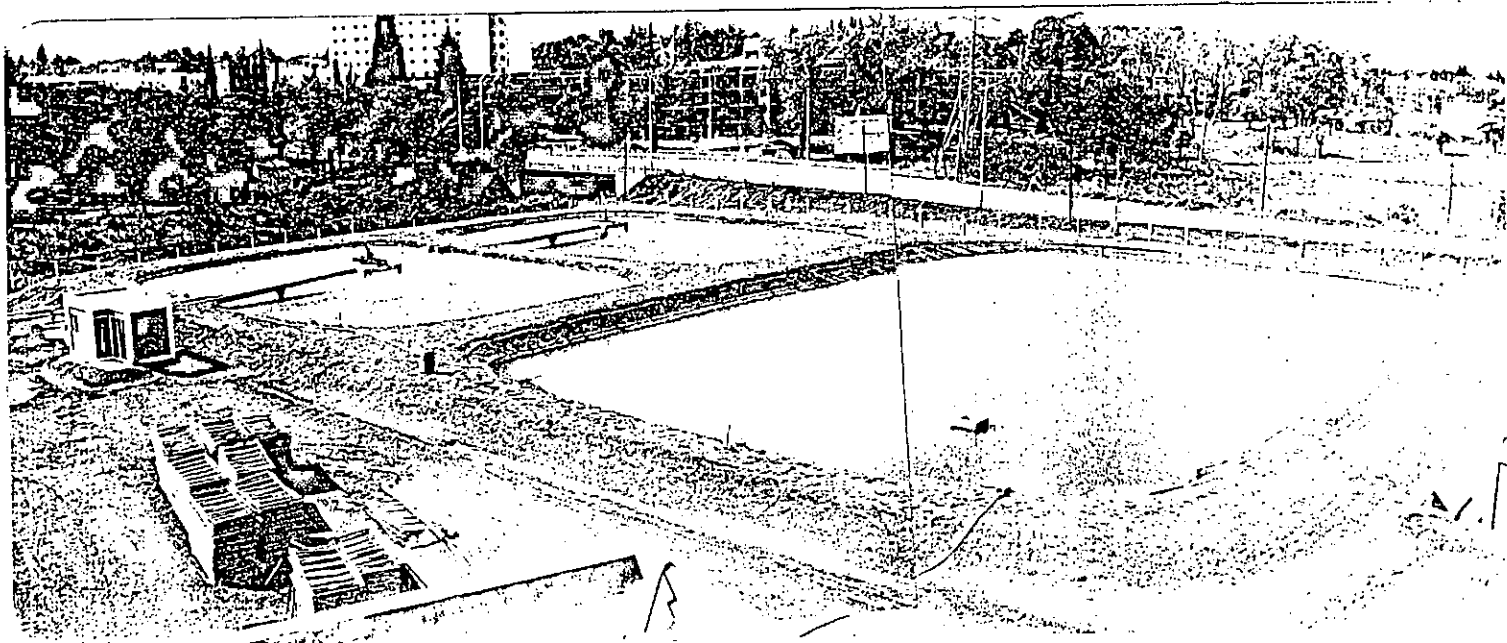


SNIAFA - PLATANOS

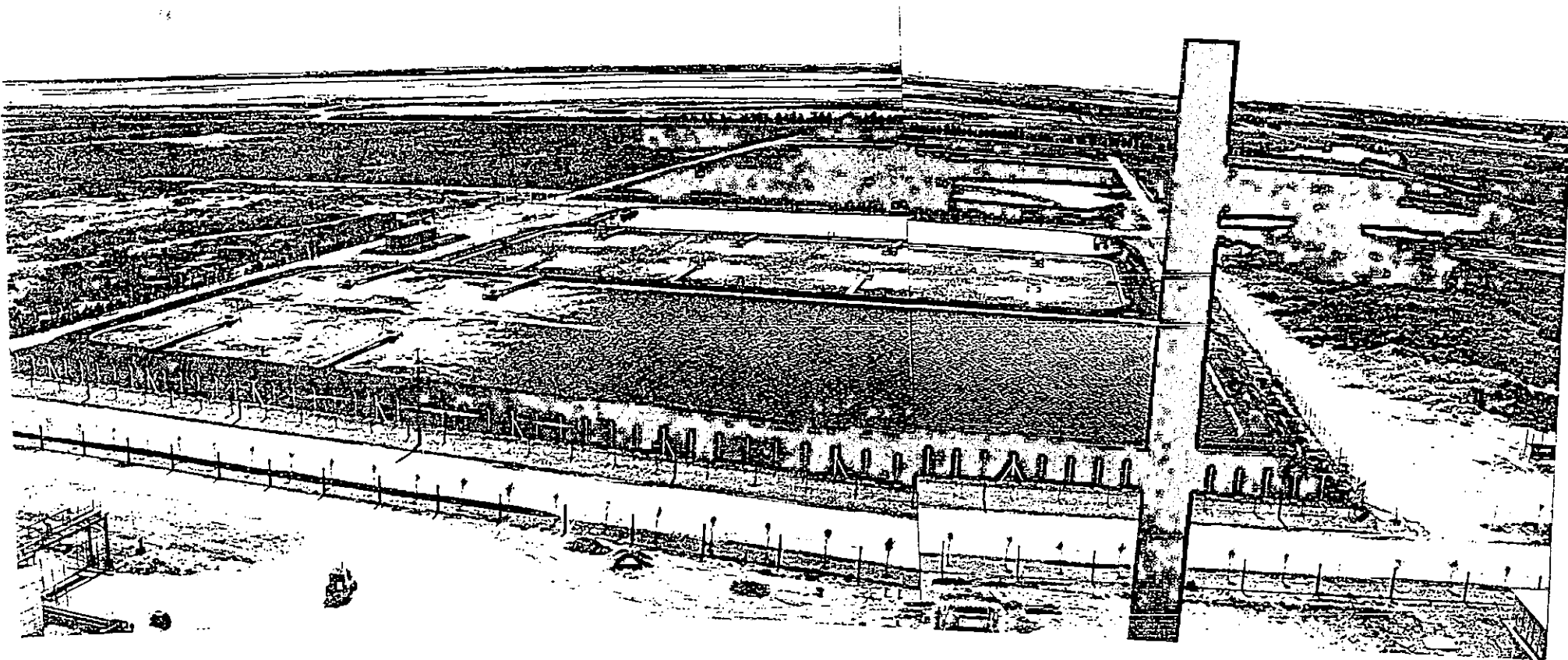




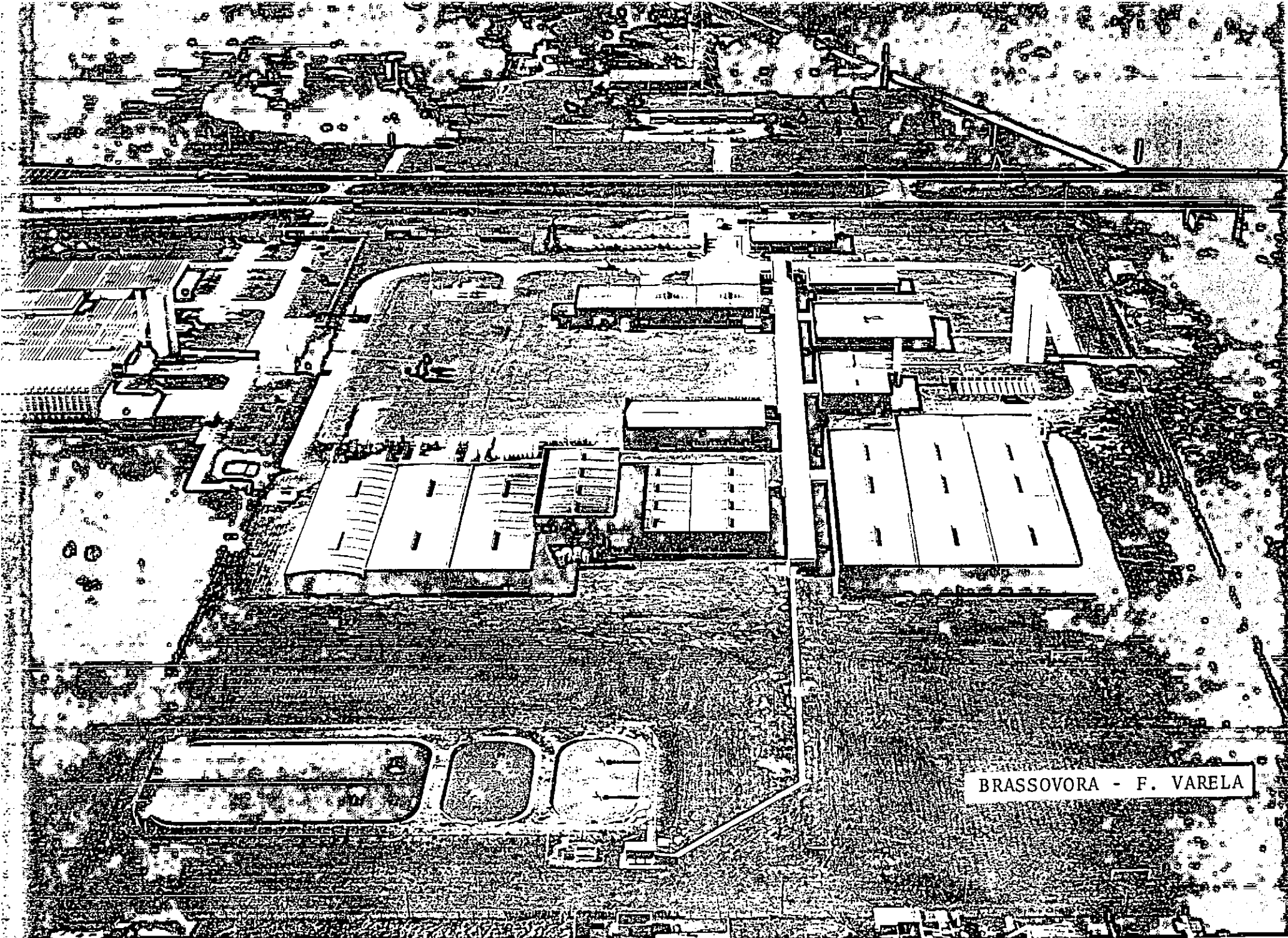
PLANTA EXPERIMENTAL - LAGUNA AIREADA
CYANAMID - MORENO



LAGUNAS AIREADAS - CYANAMID MORENO



ISAURA - BAHIA BLANCA



BRASSOVORA - F. VARELA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE RIO NEGRO

ESTABLECIMIENTO DE DEPURACION CLOACAL

GENERAL ROCA

ANTEPROYECTO DEFINITIVO

MEMORIA DESCRIPTIVA

Estudio Ing. L.A. Lo Fiego
Paraná 123 - 3ºPiso - Of.72
Capital Federal

ESTABLECIMIENTO DE DEPURACION CLOACAL.

GENERAL ROCA

RIO NEGRO.

ANTEPROYECTO DEFINITIVO.

INDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA.

	<u>Página</u>
1.- Memoria Descriptiva	1
2.- Descripción Física del Proyecto	8
Caracterización de las Obras	8
Descripción de las Obras que componen el Proyecto	8
Sistema de Contratación	9
Plazo de Ejecución de la Obra	9
Capacidad Técnica-Financiera	10
Fecha Básica de cotización	10
Régimen de Acopio	10

SISTEMA DE DESAGUES CLOACALES DE LA CIUDAD DE GENERAL ROCA

PROVINCIA DE RIO NEGRO

ESTABLECIMIENTO DEPURADOR

CAPITULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

La ciudad de General Roca se halla ubicada al Nordeste de la Provincia de Río Negro, dentro de lo que se conoce como Alto Valle. Es cabecera del Departamento que lleva su nombre, y está vinculada por diversos medios con los centros urbanos más importantes del país. Dista 1180 km de la Capital Federal, 485 km de la ciudad de Bahía Blanca, y 530 km de la ciudad de Viedma. La población de la planta urbana creció desde 7.439 habitantes en 1947 a 53.796 habitantes en 1991. La zona rural de General Roca es el eje económico de una vasta región de importante producción agrícola.

Sus calles, en las zonas más pobladas, se encuentran en su mayoría pavimentadas, muy bien cuidadas. Se trata de pavimentos de hormigón, en general en buen estado.

Las características climáticas de la zona se pueden resumir mencionando que su temperatura media anual es de 13,8°C, su precipitación media anual de 181 mm, distribuida a lo largo de todo el año, y vientos con dirección prevalesciente del Oeste.

El relieve de la región es predominantemente meseta, y su altura va descendiendo en forma escalonada hasta el litoral Atlántico. Los grandes ríos que nacen en la región andino-patagónica cruzan transversalmente las mesetas por amplios valles. En la actualidad, han llegado a un estado de senectud que se detecta por la presencia de meandros. La ciudad de General Roca se encuentra emplazada a 7 Km de la margen izquierda del Río Negro y a 35 Km de su nacimiento.

La ciudad cuenta con sistema de provisión de agua potable que actualmente está ampliándose debido a la fuerte expansión que experimenta.

Existen actualmente servicios de desagües cloacales que constan de red cloacal, colectores máximos, Estación Elevadora y cañería de Impulsión con descarga al Río Negro.

La red cloacal funciona en su totalidad por gravedad, convergiendo todas las cañerías de menor diámetro en tres colectoras principales, ubicadas en las calles Libertad, Mendoza y Jujuy, y empalmen con el Colector Máximo situado a lo largo de la banquina norte de la Ruta N°22. Dicho colector desemboca en la Estación Elevadora, que bombea el líquido hasta una Cámara de Carga, desde donde parte el Conducto de Descarga hasta el Río Negro.

La localidad no cuenta con conductos de desagües pluviales, y las aguas de lluvia escurren en forma superficial por los pavimentos desde los lugares mas altos, ubicados al Norte, hacia el Sur, para volcar a través de canales de drenaje al Río Negro. El Departamento Provincial de Aguas ha construido represas de tierra en la zona alta de las cuencas

de los cañadones para evitar los aluviones que se producían por lluvias, originando el escurrimiento de grandes caudales de barro y agua por la calle Maipú.

El servicio de distribución de energía eléctrica es prestado por E.R.S.E., Empresa Rionegrina Sociedad del Estado; la red eléctrica local se encuentra abastecida de energía del Sistema Interconectado Nacional. La red de distribución de energía eléctrica es aérea en toda el área de la ciudad.

Para abastecer de energía al Establecimiento de Depuración deberá aumentarse la línea de media tensión que llega hasta la esquina de las calles Sayhueque y Rembrandt, de 16 mm² de sección a 70 mm² en aproximadamente 1000 m.

La ciudad cuenta con red distribuidora de gas natural, alimentada desde el Gasoducto Neuquén-Bahía Blanca, ubicado al Norte de la ciudad.

El Establecimiento Depurador de líquidos cloacales está ubicado en un terreno inexplorado, situado a aproximadamente 1,5 km de la Ruta N° 22.

La superficie total del terreno elegido para el establecimiento depurador es de aproximadamente 32 Ha, de las cuales se utilizará la mitad situada hacia el Norte para las obras de primera etapa, que tendrán una capacidad para depurar los efluentes cloacales de una población de 25.251 habitantes.

La alternativa de tratamiento adoptada (Lagunas Anaeróbicas, Aireadas y Facultativas en serie) es sin lugar a dudas, de muy fácil operación, factible económicamente ya que se dispone de espacio suficiente y de suelos estables compactables, que no requieren especial protección de los taludes de las Lagunas.

Este sistema ha sido comprobado y apreciado en la simplicidad de su operación en plantas existentes en el país para el tratamiento de desechos industriales y cloacales. La circunstancia de haberse adoptado para tratamientos de desechos industriales, señala las seguridades que pueden obtenerse en la depuración de líquidos cloacales exclusivamente.

El líquido a tratar, ingresará en la Estación Elevadora, y desde ésta se impulsará al Desarenador, luego pasará por gravedad a una Cámara Partidora, y de la misma al sistema de Lagunas que incluirá: Lagunas Anaeróbicas de Primera Etapa, Lagunas Aireadas de Segunda Etapa, y de Afinamiento. La permanencia en el sistema de Lagunas Anaeróbicas se ha fijado en 8,8 días y la correspondiente a las Lagunas Aireadas en 2,0 días.

Las Lagunas de Primera Etapa pueden clasificarse dentro del tipo de Lagunas Anaeróbicas; la disposición de entradas y salidas de líquidos, la profundidad y la carga orgánica de diseño las encuadran dentro de ese tipo de Lagunas.

La implementación de las Lagunas Anaeróbicas como primera etapa del tratamiento, fue necesaria para poder encuadrar al sistema de Lagunas en la superficie disponible de terreno.

El proceso en este tipo de lagunas es fundamentalmente anaeróbico, es decir que la estabilización de la materia orgánica se realiza mediante acción bacteriana anaeróbica, con ausencia total de oxígeno disuelto en la laguna; a lo sumo éste se halla presente en la superficie libre, y sin mayor significación.

En las Lagunas Anaeróbicas los sólidos en suspensión sedimentan y el material sedimentado sufre una descomposición biológica anaeróbica con desprendimiento de gases. Además la masa de barro estabilizado sufre un proceso de espesamiento, reduciéndose de este modo su volumen en forma significativa. Como consecuencia de este proceso la acumulación de lodo en el fondo es reducida, previéndose su remoción aproximadamente una vez por año.

En el proceso anaeróbico, considerado en términos generales, la materia orgánica es licuada, gasificada, mineralizada y transformada en materia orgánica más estable.

En general en este tipo de lagunas, el desprendimiento de olores ofensivos no constituye una característica inevitable, en particular cuando el proceso es normal. Sin embargo, pueden presentarse a distancias del orden de 150 m olores vagamente desagradables, por lo que se ha previsto rodear estas lagunas con una barrera arbórea con el fin de interceptar y desviar la propagación de los gases que se desprenden del sistema.

El líquido efluente de las Lagunas Anaeróbicas pasará por gravedad a las Lagunas Aireadas Aeróbicas, las que contarán con equipos aireadores mecánicos, que tendrán la doble función de incorporar oxígeno a la masa líquida y mantener los sólidos biológicamente conformados en suspensión. Este tipo de Lagunas se encuadra dentro de lo que se define como Barro Activado Disperso, y la concentración de barro biológico en estas unidades, es relativamente bajo, autoregulándose en función de la carga orgánica afluente.

El líquido efluente de las Lagunas Aireadas Aeróbicas pasará luego a las Lagunas Aireadas de segunda etapa, las cuales se encuadran dentro del tipo de Lagunas Aireadas Facultativas, vale decir que las mismas contarán con dispositivos mecánicos de incorporación de oxígeno, capaz de mantener el oxígeno disuelto en la masa líquida predominante, pero la agitación inducida por los mismos no será tan intensa como para impedir la sedimentación de los sólidos biológicamente conformados. Estos sedimentarán y se acumularán en el fondo, donde se irán estabilizando mediante un lento proceso de digestión biológica anaeróbica, con producción de gases, resultando una muy pequeña acumulación de lodo digerido, el cual se acumulará en la zona de salida, siendo necesaria su remoción aproximadamente cada tres meses.

Luego de transcurrido ese período de funcionamiento de estas lagunas, la extracción de barro podrá realizarse mediante la instalación en una

balsa, de una electrobomba de motor sumergido, la cual impulsaría el barro mediante una manguera conectada a una cañería colocada sobre el terraplén que conduciría el barro a las Lagunas Anaeróbicas.

Se previó la construcción de tres Lagunas Anaeróbicas, las cuales funcionarían en paralelo, de manera que cuando la acumulación de barro en las mismas evidencie la necesidad de su extracción, se pondrá una de ellas fuera de servicio, se bombeará el líquido sobrenadante a la Laguna Aireada que corresponda con una bomba de motor sumergido, y se extraerá el barro una vez deshidratado, con máquinas de tipo vial.

De acuerdo a las normas vigentes en la Provincia de Río Negro, se ha previsto la desinfección del efluente tratado, lo cual se efectuará mediante la dosificación de hipoclorito de sodio en la Cámara de Cloración. La dosificación del hipoclorito se realizará desde un pequeño local para tal efecto, donde se instalarán dos bombas dosificadoras y tres tanques: dos para almacenamiento de Hipoclorito y uno para preparar la solución diluida.

En el sistema de Lagunas proyectado se logra una operación muy sencilla, con un mínimo de personal, con grandes seguridades de explotación y con una infima y discontinua tarea de movimiento de barro. Deberá contarse con personal de campo para el mantenimiento y limpieza de las instalaciones; probablemente las tareas que ocupen al referido personal serán: corte de pasto, eliminación de malezas, conservación de taludes, riego de las especies arbóreas y arbustivas destinadas a crear barreras en los lugares donde fuere necesario.

Con respecto al problema de olores, el mismo puede ser mínimo, mediante una cuidadosa operación, y dado que puede afectar localmente el sector de Lagunas Anaeróbicas, se prevé rodear a las mismas de barreras verdes convenientemente dispuestas, las que se extenderán a lo largo de los límites Norte y Oeste del predio para evitar los riesgos -probablemente más psicológicos que reales- de propagación de gases en determinadas condiciones de temperatura y humedad, poco frecuentes por otra parte dadas las características climáticas de la zona. El resto del predio será de libre exposición y vista, simplemente mejorado estéticamente por grupos arbóreos y de arbustos de parquización, de especies de fácil crecimiento en la zona.

A continuación se realiza una somera descripción de la secuencia de funcionamiento del sistema de tratamiento:

De la Cámara de Equilibrio Existente sale el actual Conducto de Descarga, al que se empalmará una cañería de P.R.F.V. de 0,600 m de diámetro que ingresará al predio del Establecimiento Depurador, y conducirá el líquido a la Estación Elevadora. En ésta se ubicarán bombas de eje horizontal, las que se han adoptado luego de una cuidadosa comparación económica y de ventajas de operación. La cañería de impulsión de las referidas electrobombas descargará en el Desarenador.

En la Estación Elevadora no se previó la instalación de by-pass, debido a que si se colocara un desborde, el desagüe cloacal crudo descargaría

hacia la zanja existente en calles próximas, inundando los predios aledaños con los serios inconvenientes que ello traería aparejado.

Para la Estación Elevadora se han previsto cuatro electrobombas, tres en funcionamiento y una de reserva.

El líquido impulsado desde la Estación Elevadora ingresa al Desarenador. En este último la velocidad de circulación es regulada para producir la sedimentación de partículas inertes que puedan dificultar el normal funcionamiento del resto de las unidades y conducciones. El barro separado se descarga en las playas de secado, donde por evaporación y por filtración termina de separarse del líquido, el cual retorna al Desarenador y se dirige por gravedad a las Lagunas Anaeróbicas, pasando por la Cámara Partidora, encargada de la equipartición.

En las Lagunas Aireadas se ha previsto la instalación de equipos de aireación, cada uno constituido por motor, reductor y rotor del tipo de eje vertical, y baja velocidad; se instalarán cuatro en cada una de las Lagunas. El efluente de estas Lagunas pasará por gravedad -al igual que toda la circulación dentro de la Planta de Tratamiento- a Lagunas Aireadas Facultativas.

Los tirantes líquidos en cada una de las lagunas que constituyen el tratamiento, son: 4,30 m para las Lagunas Anaeróbicas; 3,60 m para las Lagunas Aireadas, y 3,60 m para las Lagunas Aireadas Facultativas.

El efluente de las Lagunas Aireadas Facultativas descargará por gravedad previa cloración en una conducción que empalmará con la cañería de descarga existente que, por gravedad, volcará en el Río Negro, destino final de los líquidos tratados.

La Cañería de Descarga Existente es de Asbesto Cemento de 0,600 m de diámetro, y se encuentra en una franja de terreno ubicada al Oeste de una calle pública. El punto final de la misma se encuentra a aproximadamente 60 m de la margen izquierda del Río Negro.

Se prevé extender la cañería en 62 m con el fin de lograr la descarga directamente en el río, evitando que el líquido divague y provoque zonas pantanosas en el área del extremo del conducto de Descarga.

El anteproyecto incluye además los locales necesarios para el desarrollo de las diferentes actividades del Establecimiento Depurador; se prevén dos edificios, uno destinado a Oficina y Laboratorio, que cuentan además con un pequeño office y servicios sanitarios para el personal que trabaja en el mismo. En el otro edificio se agrupan: taller, Depósito, Pañol, Local de Comando, Office, servicios sanitarios y vestuarios para personal del Establecimiento, y un espacio semicubierto para estacionamiento de vehículos.

Además se ha previsto una vivienda para el encargado de planta, alejada del resto de los edificios para lograr una mayor privacidad, y que cuenta con comodidades, dos dormitorios y locales auxiliares.

La ubicación de los edificios se encuentra en el frente del Establecimiento, en un lugar inobjetable desde todo punto de vista y el conjunto se complementará con la parquización y forestación prevista en todo el sector del frente del Establecimiento.

Además se ha previsto crear barreras arbóreo-arbustivas a los lados Norte y Oeste del sector de Lagunas Anaeróbicas donde podrían producirse vagos olores desagradables; también se ha implementado barreras al Norte del sector de Lagunas Aireadas, en las cuales no habrá en absoluto problemas de olores, pero que puede experimentar, en ciertas condiciones climáticas, la formación de leves dispersiones de partículas que es aconsejable detener para el caso extremo, poco probable, de que llegaran al límite de las Lagunas.

Se ha previsto un sistema para el riego de la forestación y terraplenes, el cual se alimentará de una bomba que extraerá líquido tratado de la entrada a la Cámara de Cloración. Dicho sistema consistirá en una cañería de P.R.F.V. de 0,100 m de diámetro que rodea las Lagunas. Esta alimentará un total de 33 canillas de servicio roscadas, a las que se conectarán mangueras con el fin de distribuir el agua de acuerdo a los requerimientos.

El monto a que asciende la ejecución de las presentes obras es de:

DESCRIPCION FISICA DEL PROYECTO.

Caracterización de las Obras.

El Establecimiento Depurador anteproyectado comprende, la Planta Depuradora, la Estación Elevadora, y las Obras de Descarga del líquido effluente a un curso superficial.

Descripción de las Obras que componen el Proyecto.

Se prevé ejecutar el Proyecto mediante una sola licitación que comprende la totalidad de las obras, las cuales se describen a continuación:

*** Planta Depuradora.**

Estará compuesta por los siguientes elementos:

Estación elevadora: estructura de hormigón armado dotada de cuatro electrobombas de eje horizontal de 525 m³/h cada una, con sus respectivas cañerías de impulsión y válvulas correspondientes, así como un aparejo elevador.

Desarenador: estructura de Hormigón Armado con vertedero proporcional y losetas premoldeadas de Hormigón Simple.

Playas de Secado: se construirán dos Playas de Secado de arena de 5,0 m por 23,0 m, con capas de canto rodado, granza, arena gruesa y ladrillos a junta abierta, con sus respectivas cañerías perforadas y compuertas de madera dura estacionada.

Cámara Partidora: recibirá el líquido del Desarenador y lo distribuirá mediante vertederos a las unidades de lagunas anaeróbicas.

Lagunas Anaeróbicas: se construirán tres lagunas de 160,00 m por 90,00 m en su nivel medio y 4,30 m de profundidad líquida neta, con sus cañerías de entrada y cámaras de salida.

Lagunas Aireadas: son dos unidades de 73,80 m x 77,90 m y 3,60 m de profundidad líquida, dotada cada una con cuatro aireadores de 17,5 HP con su correspondiente estructura de sostén y acceso.

Lagunas Aireadas Facultativas: dos de 52,80 m x 161,40 m y 3,60 m de profundidad líquida, dotada cada una con cuatro aireadores de 7,5 HP con su correspondiente estructura de sostén y acceso, con sus cañerías de entrada y vertederos de salida.

Cámara de Cloración y de Aforo: estructura de Hormigón Armado y vertedero aforador.

Cámaras: En las cámaras Partidora y Número 6 se prevé la instalación de compuertas de madera, que tienen por finalidad la puesta fuera de servicio de las lagunas Anaeróbicas en forma alternada, para extracción de barro.

*** Locales complementarios:**

Local de comando: de 120 m² de superficie cubierta.

Oficina y Laboratorio: de 60 m² de superficie cubierta, compuesta por un local de oficina, un laboratorio, office y baño, agregándose una cochera semicubierta. El laboratorio se dotará con los elementos necesarios para su funcionamiento.

Talleres y vestuarios: de 85 m² de superficie cubierta, constituido por los locales destinados a depósito, taller y vestuarios, con sus office y baño.

Casa de encargado: de 160 m² de superficie cubierta, compuesta por dos dormitorios, estar, cocina y baño.

Local para dosificación de hipoclorito: de 8,6 m² de superficie, para alojamiento de dos bombas dosificadoras, mediante la cual se dosificará el hipoclorito de sodio diluido en la cámara de aforo de entrada a la Cámara de Cloración, que tomarán de un tanque de P.R.F.V. de 2.500 l de capacidad situado en el exterior del local. El Hipoclorito se almacenará en dos tanques de P.R.F.V. de 10.000 l de capacidad cada uno.

Instalaciones complementarias: están constituidas por un alambrado perimetral tipo olímpico, caminos enripiados interiores, veredas, local de vigilancia, instalación eléctrica y de iluminación, parquización y forestación del predio, sistema de riego y cañerías de provisión de agua al establecimiento.

Cañería de descarga: a construir entre el extremo de la cañería existente y el río en una longitud de aproximadamente 62 m, y estará constituida por una cañería de Asbesto Cemento de 0,600 m de diámetro.

Sistema de Contratación.

Se contratará por el sistema de "Unidad de Medida" las obras que se indican en los planos y especificaciones.

Plazo de Ejecución de la obra.

El plazo para la ejecución de la totalidad de la obra será de (..) meses.

• Capacidad Técnica-Financiera.

La capacidad Técnica-Financiera se determinará aplicando la siguiente expresión:

$$C T C I = M \times \frac{12}{PI}$$

donde:

CTCI = Capacidad Técnica de Contratación Individual

M = Monto de la obra actualizado ó monto de la oferta.

Para el cálculo se aplicará el mayor de ambos.

PI = Plazo de ejecución (... meses)

• Fecha básica de cotización.

La propuesta será calculada con precios vigentes al mes anterior al de la fecha de apertura de la Licitación. En caso de postergación de la fecha de apertura seguirá rigiendo el mismo criterio anterior.

Régimen de Acopio.

Para la presente obra no está previsto el acopio de materiales, por lo que no se emitirán certificados de acopio de materiales.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE RIO NEGRO

ESTABLECIMIENTO DE DEPURACION CLOACAL

GENERAL ROCA

ANTEPROYECTO DEFINITIVO

MEMORIA DE CALCULO

Estudio Ing. L.A. Lo Fiego
Paraná 123 - 3ºPiso - Of.72
Capital Federal

ESTABLECIMIENTO DE DEPURACION CLOACAL.

GENERAL ROCA

RIO NEGRO.

ANTEPROYECTO DEFINITIVO.

INDICE

MEMORIA DE CALCULO.

	<u>Página</u>
1.- Parámetros de Diseño	1
2.- Descripción del Sistema	2
3.- Estación Elevadora del Establecimiento	4
3.1.- Cálculo del Volumen del Pozo de Aspiración . . .	5
4.- Desarenador	6
5.- Recintos para Deshidratación de Barro	8
6.- Dimensionado de Lagunas	
6.1.- Lagunas Anaeróbicas	10
6.2.- Lagunas Aireadas Mezcla Completa	11
6.3.- Lagunas Aireadas Facultativas	14

7.-	Equipos Aireadores	
7.1.-	Equipos Aireadores Lagunas de Mezcla Completa . .	17
7.2.-	Equipos Aireadores Lagunas Aireadas Facultativas	19
8.-	Barros Acumulados	
8.1.-	Lagunas Anaeróbicas	19
8.2.-	Lagunas Aireadas Facultativas	22
9.-	Cámara de Cloración	23
10.-	Perfil Hidráulico	24
10.1.-	Perfil Hidráulico entre Cámara de Equilibrio Existente y Estacion Elevadora de Planta Depura- dora	24
10.2.-	Perfil Hidráulico Lagunas	25
11.-	Referencias Bibliograficas	32
12.-	Listado de Elementos para Laboratorio y Equipos.	33

ESTABLECIMIENTO DE DEPURACION CLOACAL.

GENERAL ROCA

RIO NEGRO.

ANTEPROYECTO DEFINITIVO.

MEMORIA DE CALCULO

Sobre la base de la Alternativa seleccionada por el Consejo Federal de Inversiones y el Departamento Provincial de Aguas de Río Negro en oportunidad de llevarse a cabo las tareas de Anteproyecto Preliminar, se elaboró el Anteproyecto Definitivo de las Obras de Primera Etapa, detallándose a continuación el cálculo Hidráulico-Sanitario del mismo.

1.- Parámetros básicos de diseño

Los parámetros Básicos de diseño, para desarrollar el Anteproyecto Definitivo de la Alternativa seleccionada, fueron definidas por el C.F.I. y el Departamento Provincial de Aguas, y son los que se indican a continuación:

PARAMETROS BASICOS	UNIDAD	AÑO 1992	1° ETAPA 2007	2°ETAPA 2022
Población a servir	habitante	31.712	75.251	144.250
Dotación de agua	l/hab.d	415	255	265
Vol. des.med.diario	m ³ /día	10.000	15.352	30.581
Infiltración	m ³ /día	5.100	5.232	5.364
Vol.total med.día	m ³ /día	15.100	20.584	35.945
D.B.O ₅	mg/lit	120	208	229
D.B.O ₅	g/hab/d.	57	57	57
D.B.O ₅	Kg/d	1.809	4.289	8.222
Sol. Susp. Tot.	mg/litro	168	292	321
Sol. Susp.Vol.	mg/litro	119	207	227
Sol. Dis. Vol.	mg/litro	92	160	176
Sol. Sed. en 2 horas	mg/litro	56	97	107

Los Parámetros Complementarios que surgen de los definidos por CFI y DPA son los siguientes.

Parámetro	Unidad	1° Etapa	2° Etapa
Vol. des. max.diario	m ³ /día	21.673	43.275
Vol. tot. max.diario	m ³ /día	26.905	48.639
Caudal medio horario	m ³ /h	858	1.498
Caudal max horario R	m ³ /h	1.455	2.694

$$R \text{ Caudal max horario} = \frac{\text{Vol.Des. Max Diario} * 1,37 + \text{Inf}}{24}$$

2.- Descripción del sistema.

Esta Alternativa consiste en la implementación, como primera etapa del tratamiento, de Lagunas Anaeróbicas, seguidas por Lagunas Aireadas de Mezcla Completa y, como afinamiento, Lagunas Aireadas Facultativas.

Se trata de un sistema de tratamiento muy simple y seguro para tratar desechos cloacales, con un equipamiento electromecánico mínimo.

Las lagunas se diferenciarán, en condiciones de funcionamiento normal, en unidades de primera etapa, segunda etapa y de afinamiento.

Las primeras serán de tipo Anaeróbicas, es decir con ausencia total de oxígeno en toda la masa líquida.

En los procesos anaeróbicos, como es sabido, la materia orgánica es licuada, gasificada, mineralizada y transformada en materia orgánica más estable, destacándose en este complejo proceso, dos etapas, la licuación y la gasificación.

Los sólidos orgánicos sedimentarán y sufrirán una digestión también anaeróbica a largo periodo de tiempo, concentrándose en el fondo de estas lagunas.

Una vez por año se deberá poner fuera de servicio cada una de estas lagunas, para proceder a extraer el barro acumulado. Esta operación consistirá en bombear el líquido con bombas portátiles de motor sumergido, sustentadas desde una unidad flotante, a las otras lagunas. Luego se dejará deshidratar el manto de barro contando con las condiciones climáticas favorables del lugar, hasta adquirir las características adecuadas para su extracción con palas frontales, cargándolo en camiones para su disposición final en áreas a forestar o para rellenos, dada su condición de mineralización resultante de los largos periodos de digestión.

Las Lagunas de segunda etapa son del tipo Aireadas de Mezcla Completa (Aeróbicas), es decir con oxígeno disuelto en toda la masa líquida, siendo por lo tanto el proceso del tipo biológico Aeróbico. La potencia de los equipos aireadores es la necesaria como para mantener en suspensión los sólidos contenidos en el líquido afluente y los conformados biológicamente, los cuales pasaran a las Lagunas Aireadas Facultativas.

Como se indicó, en el primer párrafo de este ítem, como última etapa del sistema de tratamiento, se ubicarán Lagunas Aireadas Facultativas, en las cuales la potencia de los equipos aireadores es la necesaria para tener oxígeno disuelto en toda la masa líquida, pero no es suficiente para mantener los sólidos biológicamente conformados en suspensión, los cuales sedimentarán, y seguirán un lento y prolongado proceso de estabilización anaeróbica.

La forma rectangular y la ubicación de los equipos aireadores en la zona de ingreso, permitirán obtener un efluente sin sólidos en suspensión y de óptima calidad a lo largo de todo el año.

El barro acumulado en el fondo de estas Lagunas será extraído mediante bombas portátiles de motor sumergido, para barros, sustentadas desde unidades flotantes, y será bombeado a las Lagunas Anaeróbicas. De acuerdo a los cálculos efectuados, esta tarea se debería realizar aproximadamente cada tres meses.

El efluente tratado, será sometido a una desinfección previo a su descarga en el Río Negro, para lo cual se le dosificará hipoclorito de sodio en la cabecera de la Cámara de Cloración.

La operación del sistema requiere un mínimo de personal, el que además serán operarios no calificados. El personal de la Planta estará limitado a un encargado y algunos operarios destinados a tareas de campo: limpieza, conservación de taludes, riego de las especies arbóreas y arbustivas previstas y a una mínima y discontinua tarea de movimiento de barro, la que se ejecutará con un pequeño equipo de maquinarias para movimiento y control del sistema por parte del encargado.

Este sistema estará constituido, para la primera etapa del periodo de diseño (año 2007), por 3 lagunas Anaeróbicas iguales, 2 lagunas aireadas de mezcla completa, y 2 lagunas aireadas facultativas.

3.- Estación Elevadora del Establecimiento

La estación Elevadora estará ubicada dentro del predio del Establecimiento habiéndose previsto conectar al Pozo de Aspiración de la misma, la cañería de 0.600 m de diámetro que empalmará con el conducto de descarga existente.

Los caudales de diseño de la Estación Elevadora son los siguientes:

CAUDALES	Unid.	1 ETAPA	2 ETAPA
Máximo Horario.	m ³ /h	1.455	2.694
Medio horario.	m ³ /h	958	1.498

Se ha previsto la instalación en la Estación Elevadora del Establecimiento, el siguiente número y capacidad de bombas:

- Primer etapa:

Cuatro (4) electrobombas de 525 m³/h cada una, de las cuales funcionarán tres (3) quedando una de reserva.

- Segunda etapa:

Se cambiarán las 4 electrobombas por otras de 920 m³/h cada una de las cuales funcionarán tres quedando una de reserva.

3.1.- Calculo del volumen del Pozo de Aspiración

El calculo del volumen del Pozo de Aspiración se efectúa con los caudales de segunda etapa, que son los mas desfavorables.

En la primera etapa el volumen necesario del Pozo de Aspiración, se regulará con los flotantes de arranque y parada de las bombas.

En la estación Elevadora existente, se deberán en segunda etapa, cambiar las electrobombas, para que tengan capacidad para bombear el caudal afluente para ese período. Para ello se ha previsto la instalación de tres electrobombas de 1350 m³/h cada una, de las cuales funcionarán dos quedando la tercera de reserva.

El calculo del Pozo de Aspiración se efectuará para la siguiente condición mas desfavorable:

Caudal de bombeo de la E.E. existente = 1350 m³/h (1 bomba)
Caudal de bombeo de la EE en el Establecimiento = 1840 m³/h (2 bombas)

Se fija para el Pozo de Aspiración un volumen de 97 m³, siendo sus dimensiones:

$$a = 4,50 \text{ m} \quad l = 9 \text{ m} \quad h_{liq.} = 2,40 \text{ m}$$

El desnivel liquido entre el arranque de las distintas bombas es de 0,88 m y el volumen que le corresponde es 32,40 m³.

A continuación se calculan los tiempos de llenado y vaciado, para determinar con ello la frecuencia de arranque de las bombas.

$$t_{LL} \quad v_1 = \frac{32,4 \text{ m}^3}{22,5 \text{ m}^3/\text{min}} = 1,44 \text{ min.}$$

$$t_{LL} \quad v_2 = \frac{32,4 \text{ m}^3}{(22,5 - 15,33) \text{ m}^3/\text{min.}} = 4,52 \text{ min.}$$

$$t_{vac} = \frac{64,8 \text{ m}^3}{(30,67 - 22,5) \text{ m}^3/\text{min.}} = 7,93 \text{ min}$$

$t = 13,89 \text{ min}$

De donde se tendrá aproximadamente entre 4 y 5 arranques por hora.

4.- Desarenador.

Los caudales de diseño son los de bombeo de la Estación Elevadora, los cuales se indican a continuación:

Para Primera Etapa:

$Q \text{ bombeo min} = 525 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q \text{ bombeo med} = 1050 \text{ m}^3/\text{h}$

$Q \text{ bombeo max} = 1.575 \text{ m}^3/\text{h}$

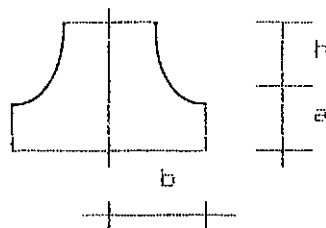
Se prevé la implementación de una unidad para la primera etapa y se constituiría otra para la segunda.

La velocidad en los Desarenadores será regulada mediante un vertedero proporcional, ubicado a la salida de los mismos.

Las expresiones que se aplican para el cálculo del vertedero Sutro (el Proporcional es el doble) son las siguientes:

Esquema

Vertedero



$$X = b \left(1 - \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \sqrt{Y/a} \right)$$

$$Q = b \sqrt{2ag \left(h + \frac{2}{3}a \right)}$$

Adoptamos:

$$h = 0,90 \text{ m}$$

$$a = 0,035 \text{ m}$$

$$\text{Caudal} = 0,438 \text{ m}^3/\text{seg}$$

El caudal que se utiliza en la fórmula es $q = 0,219 \text{ m}^3/\text{seg}$

$$0,219 = b \sqrt{2 \times 0,035 \times 7,8 \text{ m}} \left(0,90 + \frac{2}{3} \times 0,035\right)$$

$$b = 0,286 \text{ m}$$

$$b_{\text{total}} = 0,58 \text{ m}$$

Cálculo del valor de X para Y = 0,90 m (abertura en la parte superior):

$$X = b \left(1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{tg}^{-1} \sqrt{\frac{0,90}{0,035}}\right) = 0,035 \text{ m}$$

$$X_{\text{total}} = 0,0709 \text{ m}$$

Determinamos la Permanencia aplicando la velocidad de sedimentación indicada en METCALF y EDDY (*), que es 1,1 m/min, de donde resulta:

$$P = \frac{0,90 \text{ m}}{1,1 \text{ m/min}} = 0,818 \text{ min} = 49 \text{ seg}$$

Se adopta una velocidad de 0,30 m/seg para partículas de 0,2 mm de diámetro, de donde resulta:

$$\text{Long} = 0,30 \text{ m/seg} \times 49 \text{ seg} = 14,72 \text{ m}$$

$$\text{Se adopta Longitud} = 15 \text{ m}$$

Por otro lado, entrando en el ábaco del "Manual de Operación de Plantas de Tratamiento" del Instituto de Ingeniería Sanitaria (UBA) (en adelante "Manual de Operación") con $D^* = 0,2 \text{ mm}$ y $V = 0,30 \text{ m/seg}$ se obtiene $L = 15 \text{ m}$.

Cálculo del ancho de cada canal:

$$q = a' \times h \times 0,30 \text{ m/seg}$$

$$0,438 \text{ m}^3/\text{seg} = a' \times 0,9 \text{ m} \times 0,3 \text{ m/seg}$$

$$a = \frac{0,438 \text{ m}^3/\text{seg}}{0,27 \text{ m}^2/\text{seg}} = 1,62 \text{ m}$$

Se adopta $a = 1,65 \text{ m}$

A continuación se verifica el desarenador para el caudal de bombeo mínimo:

$$Q \text{ c/desarenador} = 525 \text{ m}^3/\text{h} = 0,146 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Aplicando la expresión de Q para vertedero Sutor determinamos h :

$$0,073 = 0,286 \sqrt{2 \times 0,035 \times 9,8 \left(h + \frac{2 \times 0,035}{3} \right)}$$

de donde resulta:

$$h = 0,285 \text{ m}$$

La sección de escurrimiento es

$$A = 0,285 \text{ m} \times 1,65 \text{ m} = 0,470 \text{ m}^2$$

y la velocidad será:

$$v = \frac{0,146 \text{ m}^3/\text{seg}}{0,470 \text{ m}^2} = 0,31 \text{ m/seg}$$

Esta velocidad coincide con el valor $0,3 \text{ m/seg}$ adoptado y sugerido por la bibliografía.

5.- Recintos para deshidratación de arena.

El material separado del líquido en el desarenador, se descargará por gravedad, para su deshidratación en dos recintos de características similares a las playas de secado convencionales.

Para su calculo se parte de la cantidad de arena que retendrá el Desarenador, la cual puede obtenerse de acuerdo a los siguientes datos:

- Manual del Instituto de Ingeniería Sanitaria: de 2,5 a 100 l/1000 m³.
- Manual N°8 de W.P.C.F., prom. max.= 140 l/1000 m³.

Se adopta el mayor valor:

Vol de arena= 20584 m³/día * 0,18 l/m³ = 3705,1 l/día.

Se fija, teniendo en cuenta las condiciones climáticas favorables, un tiempo de deshidratación de 20 días de donde:

Vol. de arena= 3705,1 l/día * 20 días = 74102 l.

Se fija un tirante de 0,40 m, y se adopta un razonable margen de seguridad para tener en cuenta periodos de lluvia y resultando:

2 recintos de a= 5 m ; l = 23 m

6.- Dimensionado de las Lagunas.

6.1.- Lagunas Anaeróbicas.

Se utiliza para el cálculo la fórmula de Vincent (1) que permite evaluar la eficiencia del sistema en condiciones de verano (temperaturas de líquido = 20 - 22°C).

$$t = \left(\frac{DBO_{a,r}}{DBO_{e,r}} - 1 \right) \left(\frac{1}{\frac{DBO_{e,r}}{6 \left(\frac{4.3}{DBO_{a,r}} \right)}} \right)$$

donde:

t (días) = permanencia

$DBO_{a,r}$ = DBO líquido crudo

$DBO_{e,r}$ = DBO líquido tratado

Adoptando t = 8 días resulta una eficiencia de remoción de DBO del 54 % con lo cual:

$$DBO_{a,r} = 208 \text{ mg/l} ; DBO_{e,r} = 96 \text{ mg/l}$$

Por lo tanto para esta Primera Etapa:

$$\text{Volumen Lagunas Anaeróbicas} = 20.584 \text{ m}^3/\text{d} \times 8 \text{ días} = 164.672 \text{ m}^3$$

Adoptando una profundidad de 4,3 m resulta:

$$\text{Área Lagunas Anaeróbicas} = 38.296 \text{ m}^2.$$

Verificación Carga orgánica aplicada:

$$\frac{\text{kg DBO}}{1.000 \text{ m}^3/\text{d}} = \frac{0,208 \text{ kg DBO/m}^3 \times 20.584 \text{ m}^3/\text{d}}{164.672 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 26$$

Este valor se encuentra dentro del rango recomendado (25 - 30 kg DBO/1.000 m³/día). (2).

En condiciones de invierno se asume que el líquido contenido en la laguna tendrá una temperatura T_{La} intermedia entre el ambiente (5°C) y el líquido cloacal crudo (18°C); se adopta: $T_{La} = 10^{\circ}\text{C}$.

En estas condiciones, la remoción de DBO será similar a la de una sedimentación simple, o sea en el orden del 35 %. Así, se tendrá:

$$DBO_{or} = 0,65 DBO_{ar} = 0,65 \times 208 = 135 \text{ mg/l}$$

Para la primera etapa del periodo de diseño se construirán 3 lagunas anaeróbicas en paralelo, a los efectos de facilitar las tareas de remoción de barro acumulado sin afectar en forma sensible la eficiencia global del sistema de tratamiento.

$$\text{Luego: volumen de cada laguna: } \frac{164.672}{3} = 54.891 \text{ m}^3$$

$$\text{Area media de cada laguna: } \frac{38.296}{3} = 12.765 \text{ m}^2$$

Adoptando sección rectangular con relación largo:ancho ~ 2 resulta:

largo = 160 m; ancho = 80 m (nivel medio de líquido).

Con un talud 1:2 resulta, a nivel superficial:

$$a = 88,60 \text{ m} \quad l = 168,60 \text{ m}$$

6.2.- Laguna Aireada Mezcla Completa.

Se utiliza, como criterio de cálculo la siguiente expresión de Eckenfelder, aplicable a sistemas biológicos de mezcla completa sin recirculación:

$$DBO_o = \frac{DBO_a}{1 + K_t * t}$$

Donde:

- . DBO_e = DBO del liquido tratado.
- . DBO_u = DBO del liquido que ingresa a la unidad.
- . K_t = Constante de remoción de DBO a una temperatura dada.
- . t = Permanencia Hidráulica = $\frac{\text{Volumen de la unidad}}{\text{Caudal Tratado}}$

Adoptando K_t a 20°C = $2,5 \text{ días}^{-1}$, según recomendación de EPA (EE UU) (3), y considerando la fórmula de Arrhenius modificada para su corrección a diversas temperaturas, resulta:

$$K_t = 2,5 \times \theta^{T-20^\circ\text{C}}$$

Donde: θ es el coeficiente de Temperatura, que vale según:

- ECKENFELDER (4)	1,06 a 1,08
- METCALF-EDDY (5)	1,06
- U.S. EPA (3)	1,085

Adoptamos para el Calculo : $\theta = 1,08$

En esas condiciones, consideramos una laguna de mezcla completa de 2 días de permanencia t , con lo cual resulta, para la primera etapa del periodo de diseño:

Volumen total de lagunas mezcla completa $V = Q \cdot t$

$$\text{o sea } V \text{ (m}^3\text{)} = 20.584 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 2\text{d} = 41.168 \text{ m}^3$$

Adoptando una profundidad de 3,60 m resulta una superficie media total de:

$$A = \frac{41.168 \text{ m}^3}{3,60 \text{ m}} = 11.436 \text{ m}^2$$

Luego, cada una de las 2 lagunas de mezcla completa adoptadas para esta primera etapa, tendrá las siguientes dimensiones:

$$V = \frac{41.168 \text{ m}^3}{2} = 20.584 \text{ m}^3$$

$$A = \frac{11.436 \text{ m}^2}{2} = 5.718 \text{ m}^2$$

Adoptando para las lagunas sección aproximadamente cuadrada (relación largo/ancho = 1) y taludes 1:2 las medidas a nivel de la superficie serán:

$$l = 81 \text{ m}, \quad a = 85.10 \text{ m}$$

$$S_1 = 6.893 \text{ m}^2$$

$$S_1 \text{ TOTAL} = 2 \times 6.890 = 13.786 \text{ m}^2$$

A los efectos de calcular la eficiencia de estas lagunas en las condiciones críticas de invierno es necesario, previamente, determinar la temperatura de cada una de ellas, aplicando la fórmula de Mancini y Barnhart:

$$T_{\text{eff}} = T_{\text{lag}} \text{ (}^\circ\text{C)} = \frac{A \text{ (m}^2\text{)} \times f \times T_{\text{amb}} \text{ (}^\circ\text{C)} + Q \text{ (m}^3\text{/d)} \times T_{\text{eff1}} \text{ (}^\circ\text{C)}}{A \text{ (m}^2\text{)} \times f + Q \text{ (m}^3\text{/d)}}$$

Donde:

$$A = S_1 \text{ TOTAL} = \text{Area de lagunas} = 13.786 \text{ m}^2$$

$$Q = \text{Caudal diario} = 20.584 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$f = \text{Constante dimensional, igual a } 0.5 \text{ (3)}$$

$$T_{\text{eff1}} = \text{Temperatura del liquido afluente en invierno} = 10^\circ\text{C, pues es el efluente tratado por las lagunas Anaeróbicas.}$$

$$T_{\text{amb}} = \text{Temperatura ambiente del mes mas frío : } 5^\circ\text{C (de acuerdo a información meteorológica)}$$

Por consiguiente:

$$T_{\text{Log}} = \frac{13.786 \times 0,5 \times 5 + 20.584 \times 10}{13.786 \times 0,5 + 20.584} = 8,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Por lo tanto: $K = K_{20^{\circ}\text{C}} \times \theta^{(T-20)} = 2,5 \times 1,08^{(8,7-20)}$

$$K = 1,048 \text{ día}^{-1}$$

Considerando que, para condiciones de invierno, la DBO en el efluente tratado por las lagunas anaeróbicas resulta igual a 135 mg/l, y que el mismo es afluente al sistema de lagunas aireadas de mezcla completa, se obtiene, para estas últimas:

$$\begin{aligned} \text{DBO}_{\text{efluente (invierno)}} &= \frac{\text{DBO}_a}{1 + K_t \cdot t} \\ \text{DBO}_{\text{efluente (invierno)}} &= \frac{135}{1 + 1,048 \cdot 2} = 44 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Del mismo modo, en condiciones de verano:

$$T_{\text{Log}} = \frac{13.780 \times 0,5 \times 21 + 20.584 \times 22}{13.780 \times 0,5 + 20.584} = 22^{\circ}\text{C}$$

Con lo cual $k = 2,5 \times 1,08^{(22-20)} = 2,92 \text{ día}^{-1}$

$$\text{Resulta } \text{DBO}_{\text{efluente (Verano)}} = \frac{96}{1 + 2,92 \times 2} = 14 \text{ mg/l}$$

6.3.- Lagunas Aireadas Facultativas.

En esta laguna se completará el Tratamiento.

Para el diseño, se aplica la misma expresión ya vistas:

$$DBO_{\infty} = \frac{DBO_0}{1 + k_t * t}$$

Por seguridad de operación, se postula que bajo cualquier condición climática se cumpla: $DBO_{\infty} < 40 \text{ mg/l.}$

En este tipo de lagunas:

$$k_t (20^{\circ}\text{C}) = 0,35 \text{ día}^{-1} \quad (\text{GLOYNA}) (1), \text{PACHECO} (6)$$

Igual que en las Lagunas Aireadas de Mezcla Completa : $\theta = 1,08$

Adoptando dos Lagunas Aireadas Facultativas de 3 días de permanencia, resulta, para la primera etapa del periodo de diseño:

$$\text{Volumen total : } V(\text{m}^3) = 20.584 \text{ m}^3/\text{día} \times 3 \text{ día} = 61.752 \text{ m}^3$$

o sea: 2 lagunas de 30.876 m^3 cada una.

Adoptando una profundidad de $3,60 \text{ m}$ resulta una superficie media total de:

$$A (\text{m}^2) = \frac{61752}{3,60} = 17.154 \text{ m}^2 \text{ o } 8.577 \text{ m}^2 \text{ para cada una de las lagunas.}$$

Considerando que las lagunas serán de sección rectangular (relación largo/ancha = 3) y con taludes 1:2, resultan las siguientes medidas a nivel de superficie:

$$\text{ancha : } 60 \text{ m} \qquad \text{longitud : } 168,6 \text{ m}$$

$$\therefore S_r = 10.116 \text{ m}^2$$

./.

$$S_{x \text{ TOTAL}} = 2 \times 10.116 = 20.232 \text{ m}^2$$

Las temperaturas extremas medias de las lagunas serán:

En invierno:

$$T_{\text{LAG}} = \frac{20.232 \times 0,5 \times 5 + 20.584 \times 8,7}{20.232 \times 0,5 + 20.584} = 7,59^{\circ}\text{C}$$

En verano:

$$T_{\text{LAG}} = \frac{20.232 \times 0,5 \times 22 + 20.584 \times 22}{20.232 \times 0,5 + 20.584} = 22^{\circ}\text{C}$$

Por lo tanto:

$$k_{7,5^{\circ}\text{C}} = 0,35 \times 1,09^{(7,5-20)} = 0,13 \text{ día}^{-1}$$

$$k_{22^{\circ}\text{C}} = 0,35 \times 1,08^{(22-20)} = 0,41 \text{ día}^{-1}$$

La DBO del liquido tratado será, considerando que el afluente está constituido por el efluente de las lagunas aireadas de mezcla completa:

Condiciones de invierno:

$$DBO_{\text{ext}} = \frac{44}{1 + 0,13 \times 3} = 32 \text{ mg/l}$$

Condiciones de verano:

$$DBO_{\text{ext}} = \frac{14}{1 + 0,41 \times 3} = 6,3 \text{ mg/l}$$

Por lo tanto, en cualquier condición de temperatura ambiente la DBO del liquido tratado será inferior al limite pre-establecido en el cálculo (40 mg/l), con un amplio margen de seguridad.

7.- Equipos Aireadores.

Se adoptan, para ambos tipos de lagunas, aireadores mecánicos superficiales del tipo eje vertical y baja velocidad, por su mayor eficiencia en mezcla y mayor rendimiento en incorporación de oxígeno (aire) por kWh consumido.

El oxígeno consumido es, de acuerdo a ECKENFELDER (4):

$$\text{kg O}_2 = a' \text{ kg DBO removida}$$

$$a' = 0,9 - 1,4 \quad (\text{ECKENFELDER})$$

Para ambas lagunas se adoptará un valor conservativo ($a' = 1,2 \text{ kg O}_2/\text{kg DBO removida}$) realizando el cálculo en las condiciones más desfavorables, es decir, el verano, donde las temperaturas en aquellas son mayores y, por lo tanto, menores las concentraciones de saturación de oxígeno disuelto en la masa líquida.

7.1.- Equipos aireadores lagunas de mezcla completa.

$$\text{kg O}_2 = 1,2 \times (0,096 - 0,014) \times 20.584 = 2025,5 \text{ kg O}_2/\text{d (para las 2 lagunas).}$$

El cálculo del coeficiente de transferencia de oxígeno ($\text{kg O}_2/\text{HP}$) se obtiene de la conocida expresión:

$$N = N_0 \frac{\beta C_{\infty} - C_0}{C_{\infty}} \theta^{T-20} \cdot \alpha$$

donde:

$N_0 = 1,8 \text{ kg O}_2/\text{HP.h}$ (valor medio de acuerdo a certificaciones realizadas por el INTI sobre equipos de fabricación nacional, en agua limpia a 20°C)

$C_{\infty} =$ concentración de saturación de O_2 a la temperatura y presión del líquido = $8,99 \text{ mg/l}$ a 22°C y 1 atm.

$C_0 =$ concentración de O_2 disuelto en condiciones de operación

en la laguna = 1 a 2 mg/l. Se adopta: 1,5 mg/l.

C_m = concentración de O_2 a 20°C y nivel del mar = 9,17 mg/l.

T = temperatura del líquido = 22°C.

θ = coeficiente de temperatura = 1,024

α = 0,90 para lagunas aireadas

β = 1 para lagunas aireadas

Se desprecia la influencia de la presión barométrica por la escasa altura de la ciudad respecto al nivel del mar.

Luego:

$$N = 1,8 \times \frac{8,99 - 1,5}{9,17} \times 1,024^{(22-20)} \times 0,90$$

$$N = 1,39 \text{ kg } O_2/\text{HP.h}$$

La potencia total requerida será entonces:

$$P = \frac{2.025,5 \text{ Kg } O_2/\text{d}}{1,39 \text{ kg } O_2/\text{HP.h} \times 24 \text{ h/d}} = 61 \text{ HP}$$

Para mantener los sólidos en suspensión se requiere como mínimo:

2,5 W/m³ - ECKENFELDER (7) o sea:

$$0,0034 \text{ HP/m}^3$$

Por lo cual la Potencia mínima requerida es, para ambas lagunas:

$$\text{Pot. Mínima} = 0,0034 \text{ HP/m}^3 \times 41.168 \text{ m}^3 = 140 \text{ HP}$$

Por lo tanto, se toma este valor como potencia a instalar en las lagunas aireadas de mezcla completa.

Por disponibilidad comercial, el Valor final adoptado para cada una de dichas lagunas es, entonces: Cuatro (4) equipos aireadores de 17,5 HP cada uno.

7.2.- Equipos aireadores lagunas aireadas facultativas.

Dados los bajos valores de DBO involucrados y el volumen de las lagunas resulta evidente, en este caso, que la energía a suministrar limitante es la requerida para mantener un nivel de oxígeno disuelto en toda la laguna, permitiendo solo una zona anaerobica en el fondo para la descomposición de los sólidos biológicos que sedimenten.

Para ello, se requiere un nivel mínimo de $0,7 \text{ W/m}^2$ o sea $0,94 \text{ HP/1000 m}^2$, según Eckenfelder (7).

Así resulta:

$$0,94 \text{ HP} \times 61.752 / 1000, \text{ o sea: } 0,94 \times \frac{61.752}{1.000} = 58 \text{ HP Para ambas lagunas}$$

Por lo tanto y considerando la disponibilidad comercial, se instalarán, en cada laguna, cuatro equipos de 7,5 HP cada uno.

8.- BARROS ACUMULADOS.

8.1.- Lagunas Anaeróbicas.

Los sólidos suspendidos aportados por el liquido afluyente sedimentarán en el fondo de las lagunas, donde sufrirán un doble proceso de concentración y digestión anaerobica.

Como se vio anteriormente, en los parámetros básicos de diseño, los sólidos suspendidos aportados por el afluyente son (Para la primera etapa del periodo de diseño:

- Sólidos suspendidos aportados por el afluyente : 292 mg/l.

- Volátiles = 207 mg/l

- Fijos = 85 mg/l

Según CHUDOB (8), la fracción degradable de volátiles en un líquido cloacal crudo es 60-70 %. Adoptando 65 % resulta:

- Sólidos suspendidos volátiles degradables : $0,65 \times 207 = 135 \text{ mg/l}$

- " " " no degradables: $0,35 \times 207 = 72 \text{ mg/l}$

Los sólidos orgánicos degradables se descomponen, anaeróbicamente en el fondo de la laguna, según la siguiente ecuación:

$$W_t = W_0 e^{-k_d \cdot t} \quad (5)$$

donde:

W_t = masa de sólidos orgánicos no degradada luego de un periodo t

W_0 = masa inicial de sólidos orgánicos degradables

k_d = coeficiente de decaimiento

t = tiempo

Entre el 40 y 60 % de los sólidos orgánicos degradables depositados pueden degradarse en un año (1).

Adoptamos un valor de 60 % de degradación anual

$$\therefore k_d = - \frac{\ln W_t/W_0}{t}$$

En 1 año : $W_t/W_0 = 0,40$ con lo cual

$$k_d \text{ (1/mes)} = - \frac{\ln 0,40}{12} = 0,076/\text{mes}$$

En un mes, la carga de sólidos suspendidos a las lagunas serán:

Volátiles degradables (W_0) =

$$0,135 \text{ kg/m}^3 \times 20.584 \text{ m}^3/\text{d} \times 30 \text{ d/mes} = 83.365 \text{ kg/mes}$$

Volátiles no degradables:

$$0,072 \times 20.584 \times 30 \text{ d/mes} = 44.461 \text{ kg/mes}$$

$$\text{Fijos: } 0,085 \times 20.584 \times 30 \text{ d/mes} = 52.489 \text{ kg/mes}$$

Asumiendo un 60 % de degradación anual, resulta:

$$W_t = 83.365 \times e^{-0,076 \times 1} = 77.264 \text{ Kg/mes.}$$

Como, además, se acumulan sólidos orgánicos no degradables y sólidos fijos resulta que el total de barro acumulado al cabo de 1 mes será:

$$77.264 + 52.489 + 44.461 = 174.214 \text{ kg/mes}$$

Suponiendo una compactación del 15 % y una densidad de barro de 1.060 kg/m^3 resulta:

$$\text{Volumen barro acumulado} = \frac{174.214}{0,15 \times 1.060} = 1.076 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Representa el 0,67 % del volumen de Lagunas Anaeróbicas.

Este volumen se considera que es muy conservativo, de acuerdo a la experiencia resultante de la operación de Lagunas Anaeróbicas para desagues de Frigoríficos y Mataderos.

La extracción del barro acumulado en las Lagunas Anaeróbicas se efectuará aproximadamente una vez por año, entre el mes de octubre y marzo, y consistirá en bombear el líquido sobrenadante de la laguna a las otras lagunas para exponer el manto de barro a las acciones climáticas y evaporar así su contenido de humedad.

Aireadas Facultativas (Eckenfelder) resulta la siguiente acumulación de sólidos en las mismas:

Volátiles :

$$(0,100 - 0,040) \times 20.584 \times 30 = 37.051 \text{ kg/mes}$$

Fijos:

$$(0,025 - 0,010) \times 20.584 \times 30 = 9.263 \text{ kg/mes}$$

Con un 60 % de degradación anual de sólidos orgánicos resulta:

$$W_t = 37.051 \cdot e^{-0,076} = 34.340 \text{ kg/mes}$$

Por lo tanto se acumularán en el fondo de la laguna:

$$34.340 + 9.263 = 43.603 \text{ kg/mes}$$

Con un 15 % de compactación y para una densidad de 1.060 kg/m^3 resulta:

$$\text{Volumen barro acumulado} : 274 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Este valor representa el 0,44 % del volumen total de Lagunas Aireadas Facultativas.

Este barro se extraerá aproximadamente cada tres meses con una electrobomba de motor sumergido, que se ubicará en una balsa móvil, y se lo bombeará a las lagunas anaeróbicas, para completar su digestión, dado que su incidencia es pequeña frente al volumen de barro depositado en ellas.

9.- Cámara de Cloración.

Se fija una permanencia de 20 minutos para el caudal medio, siendo los mismos:

1ª Etapa

$$Q_{\text{medio Max}} = 1121 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Vol. nec.} = 1121 \text{ m}^3/\text{h} \times \frac{20 \text{ min}}{60 \text{ min/hora}} = 373,7 \text{ m}^3$$

Se adopta $h = 2 \text{ m}$

$$\text{Area nec} = 186,8 \text{ m}^2$$

resultando:

$$\begin{array}{lcl} a & = & 10,00 \text{ m} \quad l = 18,70 \text{ m} \\ \text{Se adopta} \quad a & = & 10,00 \text{ m} \quad l = 18,90 \text{ m} \end{array}$$

En Segunda Etapa se adicionará una cámara de iguales dimensiones, o sea:

$$a = 10,00 \text{ m} \quad l = 18,90 \text{ m} \quad y \quad h = 2 \text{ m}$$

Se previó desinfectar el desague tratado con hipoclorito de sodio al 10% . Esta práctica es la que se utiliza en Europa y U.S.A., y se adoptó, por cuestiones de seguridad en la operación.

Consumo de Hipocloritos:

1ª Etapa: se fija una dosis de 5 mg/l

$$\text{Consumo diario} = 20.584 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0,005 \text{ kg/m}^3 = 102,92 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Vol. Hipoclorito al 10\%} = \frac{102,92 \text{ kg/dia}}{0,1 \text{ kg/l}} = 1029,2 \text{ l/dia}$$

10.- PERFIL HIDRAULICO.

Se desarrollará el perfil más desfavorable.

10.1.- Perfil entre Cámara de Equilibrio existente y Est. Elevadora Planta.

Cota ML máx (s/plano) 230,60

Pérdida en cao. entre Cámara, E.E.

En Primera Etapa funcionará la cañería existente
En Segunda Etapa se colocará otra paralela de
igual diámetro. Se fija un caudal de bombeo de la
Estacion Elevadora existente (ubicada en Ruta N°22)
de:

$$Q_{bomax} = Q_{max} * 1,03 = 1455 * 1,03 = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 1500 \text{ m}^3/\text{h} = 416,6 \text{ l/seg}$$

$$V = 1,47 \text{ m/seg}$$

$$\delta h^2 = 375 \text{ m} \times 0,0024 = 0,90$$

$$\delta h^4 = 2 \times \frac{1,47^2}{19,6} = 0,22 \quad 1,12$$

Cota NL máximo en P.A. de la Estacion Elevadora 229,48

10.2.- PERFIL HIDRAULICO LAGUNAS.

* Perfil Hidráulico entre Laguna Aireada Facultativa II y Laguna Anaeróbica II.

Se fija cota fondo Laguna Aireada Facultativa
a 0,55 m sobre nivel napa freática: 225,45 + 0,55 226,00

h liq. laguna 3,60

Cota NL Laguna Aireada Facultativa 229,60

Pérdida entre Lag. Air. Fac. II y Lag. Aireada I

$$Q = \frac{1,575}{2} = 787,5 \text{ m}^3/\text{h} = 218,8 \text{ l/seg}$$

$$D = 0,600 \quad j = 0,00085 \quad V = 0,78 \text{ m/seg}$$

$$\begin{aligned} \delta h_d &= 162 \text{ m} \times 0,00085 &= & 0,14 \\ \delta h_L &= 4,5 \times \frac{0,78^2}{19,6} &= & 0,14 \\ & & & 0,28 \end{aligned}$$

Cota NL en Cámara salida Lag. Aireada I 229,88

Margen 0,05

h regulación 0,05

h_v para b = 1,50 m 0,19 0,29

Cota NL en Lag. Aireada I 230,18

Pérdida entre Lag. Air. I y Lag. Anaeróbica II

1º Tramo: Q = 218,8 l/seg; D= 0,700

j = 0,00038 V = 0,57 m/seg

$$\delta h_d = 178 \text{ m} \times 0,00038 = 0,07$$

$$\delta h_L = 4,5 \times \frac{0,57^2}{19,6} = 0,07$$

2º tramo Q = 218,8 l/seg

D= 0,700 j = 0,00038; V = 0,57 m/seg

$$\delta h_d = 92 \text{ m} \times 0,00038 = 0,035$$

$$\delta h_L = 1,5 \times \frac{0,57^2}{19,6} = 0,03 \quad 0,065$$

Cota NL cámara salida Laguna Anaeróbica II 230,38

Revancho = 0,07

El barro almacenado se deshidratará por evaporación, lo cual es viable dadas las condiciones climáticas locales muy favorables, por lo menos durante 6 meses al año (octubre a marzo).

Una vez deshidratado el barro a un tenor de humedad de aproximadamente 50 %, se lo retirará con palas frontales y se lo cargará en camiones para su transporte a los lugares seleccionados para su disposición final, que puede ser abono de terrenos con especies forestales o a terrenos áridos cercanos.

Cabe consignar que dicho tenor de humedad se alcanza dada las condiciones climáticas favorables en el periodo del año indicado de acuerdo con experiencias adquiridas por el suscripto en el tratamiento de barros digeridos anaeróbicamente, provenientes de Plantas Depuradoras de desechos industriales.

El barro que se extraerá ha sufrido una digestión anaeróbica a largo periodo, que asegura una óptima calidad para su disposición sin problemas ambientales.

3.2.- Laguna Aireada Facultativa.

Como la eficiencia en remoción de sólidos suspendidos sedimentables es del orden del 100 % en las Lagunas Anaeróbicas, las Aireadas Facultativas recibirán sólo los sólidos biológicos generados en las de Mezcla Completa.

Por otra parte, según Eckenfelder y Metcalf-Eddy, la concentración de sólidos suspendidos volátiles biológicos en una laguna aireada varía entre 30 y 150 mg/l. Adoptando un valor medio de 100 mg/l resulta, finalmente, el siguiente aporte total de sólidos suspendidos a la laguna aireada facultativa, conteniendo 80% de volátiles y 20% de fijos:

Volátiles degradables:

$$0,100 \text{ kg/m}^3 \times 20.584 \text{ m}^3/\text{d} = 2058,4 \text{ kg/d}$$

Fijos:

$$0,025 \text{ kg/m}^3 \times 20.584 \text{ m}^3/\text{d} = 514,6 \text{ kg/d}$$

Suponiendo que, con un adecuado diseño, se logra una concentración de sólidos suspendidos totales de 50 mg/l en la salida de las Lagunas

Cota Umbral Vertedero Laguna Anaeróbica II 230,45

Vertedero para $b = 1,50$ 0,19

Cota NL Laguna Anaeróbica II 230,64

* Perfil Hidráulico entre Laguna Anaeróbica I y C. Partidora.

Pérdida entre Lag. Anaeróbica y C. Partidora

$$Q = 218,8 \text{ l/seg}$$

$$D^* = 0,600 \quad j = 0,00085 \quad V = 0,78$$

$$\delta h_j = 95 \text{ m} \times 0,00085 = 0,081$$

$$\delta h_L = 3,0 \times \frac{0,78^2}{19,6} = 0,094 \quad 0,17$$

Cota NL Salida Cámara Partidora 230,81

Margen 0,09

Cota Umbral Vertedero Cámara Partidora 230,90

h_c para $b = 1,50$ 0,19

Cota NL en Cámara Partidora 231,09

* Perfil Hidráulico entre C. Partidora y Estación Elevadora.

Cota NL en Cámara Partidora 231,09

Pérdida entre C. Partidora y Desarenador

$$Q = 1.575 \text{ m}^3/\text{h} = 437,5 \text{ l/seg}$$

$$D^* = 0,600 \quad j = 0,00075 \quad V = 0,87 \text{ m/seg}$$

$$\delta h_j = 8 \text{ m} \times 0,00075 = 0,006$$

$$\delta h_L = 1,5 \times \frac{0,87^2}{19,6} = 0,051 \quad 0,06$$

Cota HL Salida Desarenador 231,15

Margen 0,10

Cota Umbral Vertedero Desarenador 231,25

h_{vertedero} 0,935

Cota HL en Desarenador 232,19

Pérdida entre Desarenador y E. Elevadora

$$Q = 1.575 \text{ m}^3/\text{h} = 437,5 \text{ l/seg}$$

$$D = 0,600 \quad j = 0,0032 \quad V = 1,55$$

$$\delta h_L = 312 \text{ m} \times 0,0032 = 1,00$$

$$\delta h_L = 3,5 \times \frac{1,55^2}{19,6} = 0,43$$

Pérdidas localizadas en múltiple DØ 0,400 m.

$$Q = 525 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = 0,400 \quad j = 0,0026 \quad V = 1,17 \text{ m/seg.}$$

$$\delta h_L = 3,5 \text{ m} \times \frac{1,17^2}{19,6} = 0,25 \text{ m}$$

$$DØ 0,600$$

$$\delta h_L = 1 \times \frac{1,55^2}{19,6} = 0,12$$

Pérdidas localizadas en aspiración DØ 0,450 m.

$$Q = 525 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = 0,450 \quad j = 0,0015 \quad V = 0,92 \text{ m/seg.}$$

$$\delta h_L = 2 \text{ m} \times \frac{0,92^2}{19,6} = 0,09 \text{ m}$$

1,89

Cota piezométrica salida E. Elevadora 234,08

Perfil Hidráulico entre Laguna Aireada Facultativa y Descarga al Río Negro.

Cota NL Laguna Aireada Facultativa I. 229,60

$$h_{\text{vert salida para } b = 1,50} = 0,18$$

$$h_{\text{regulación}} = 0,07$$

0,25

Cota Umbral Vertedero Laguna Facultativa I 229,35

$$\text{margen} = 0,03$$

Cota NL Cámara Salida LA Facultativa I. 229,27

Pérdida en cañería entre LA.Fac.I y LA.Fac.II

$$Q = 218,75 \text{ l/seg}$$

$$D = 0,500 \quad j = 0,0022 \quad V = 1,12 \text{ m/seg}$$

$$\delta h_j = 65 \text{ m} \times 0,0022 = 0,13$$

$$\delta h_L = 1,5 \times \frac{1,12^2}{19,6} = 0,10 \quad 0,23$$

Cota NL Cámara Salida LA Facultativa II 229,04

$$\delta h_j = 1066,8 \times 0,00075 = 0,80$$

$$\delta h_L = 4,0 \times \frac{0,82^2}{19,6} = 0,14 \quad 0,94$$

Cota Piezométrica en Cruce P V 226,98

Cota que es mayor a la cota de intrados del cruce del Canal P V.

Pérdida entre cruce P V y Descarga al Río Negro

$$Q_{med.máx.diario} = 1121 \text{ m}^3/\text{h} = 311,4 \text{ l/seg}$$

$$D = 0,600 \quad j = 0,0016 \quad V = 1,10 \text{ m/seg}$$

$$\delta h_j = 155,1 \times 0,0016 = 0,24$$

$$\delta h_L = 0,7 \times \frac{1,10^2}{19,6} = 0,17 \quad 0,41$$

Cota NL Descarga 226,57

Cota que es mayor NL máx. del Río Negro que es de 226,02.-

i
!

!

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) E.F.GLOYNA, "Estanques de Estabilización de aguas Residuales" (1973). O.M.S.
- (2) INSTITUTO DE INGENIERIA SANITARIA (UBA), "Lagunas de Estabilización (1971)".
- (3) EPA, "Municipal Wastewater Stabilization Ponds"(1983).
- (4) W ECKENFELDER, "Industrial Water Pollution Control", 1989.
- (5) METCALF Y EDDY, "Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal", 1972.
- (6) PACHECO, Arruda, "Tratamiento de Esgotos Domésticos (1973). O.M.S.
- (7) ECKENFELDER W.y ADAMS, "Process Design Techinques for industrial waste treatment (1974).
- (8) CHUDOBA y TUCEK, "Producción, degradación y composición de Barros Activados en Sistemas de Aeración sin Sedimentación Primaria (Journal WPCF, Marzo 1985.).

LISTADO DE ELEMENTOS PARA LABORATORIO Y EQUIPOS.

- 3.- Conos Imhoff a 100 cc., con soporte.
 - 3.- Escobillas para limpieza de vasos.
 - 10.- Frascos color caramelo con tapa esmerilada x 1000
 - 3.- Probetas de 100 ml.
 - 2.- Probetas de 500 ml.
 - 2.- Probetas de 1000 ml.
 - 2.- Termómetros 60°C.
 - 5lts.- Alcohol.
 - 1.- Heladera de 10 Pies.
 - 1.- Equipo cortapasto, para grandes superficies.
 - 1.- Equipo para cortar cesp ed tipo com un.
-