9/H.1112
G11e

36723

Ensuciamiento biológico en el sistema de provisión de agua de 25 de Mayo La Pampa

BIBLIOTECA
Dr. Manuel
Bá

Informe Final

Expte. 2056

Diciembre de 1992

Miguel Angel Gariboglio
48 N° 1462 (1900) La Plata

9/H.1112
G11e

T 1125

36723

La Plata,15 de Diciembre de 1992.

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

C. F. I.
INGRESO
15 DIC 1992
Nº 8882

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud.,a los efectos de elevarle los Informes Finales correspondientes al Con--trato de Locación de Obra,Expte.2056,tramitado por la Dirección de Cooperación Técnica y referidos a los trabajos realizados en las Provincias de La Pampa y Catamarca.

Esta fecha de entrega corresponde a la prórroga solicitada por nota del 24 de Noviembre del presente año motivada por diversos inconvenientes surgidos en las dos áreas de estudio y que obligaron a un pequeño retraso en la programación de las tareas a realizarse.

Sin otro particular,aprovecho la oportunidad para saludarlo con atenta y distinguida consideración:

Miguel A.Gariboglio.
48 Nº 1462.
1900.La Plata.

Ref.:Contrato de L.O.Expte.2056.Departamento de Aprovechamiento de los Recursos.Dirección de Cooperación Técnica.

AGRADECIMIENTOS

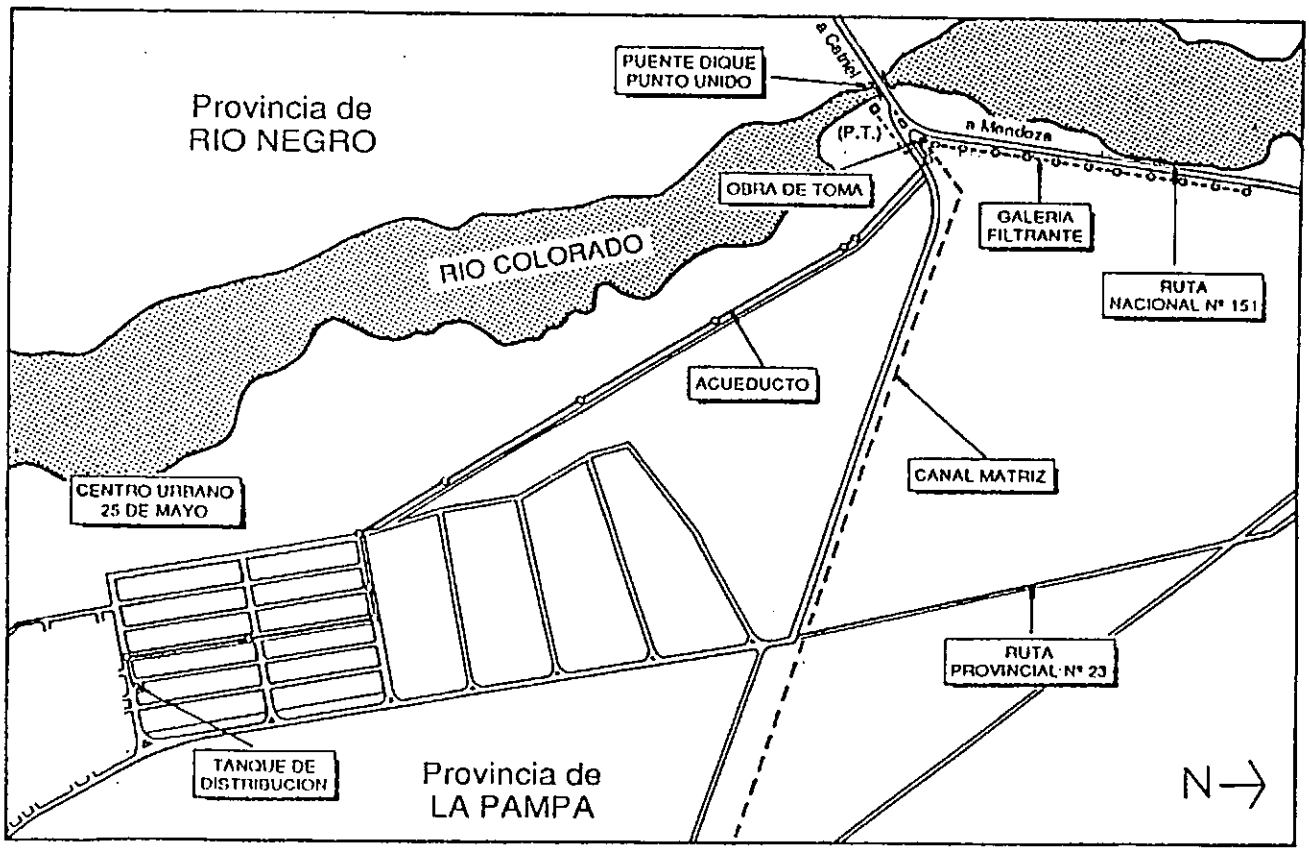
Mi agradecimiento al intendente de 25 de Mayo Sr. Jorge Feliú por las atenciones recibidas; al Honorable Consejo Deliberante por su apoyo y al Ing. Jorge Poletti por facilitar todas mis tareas y por su ayuda personal. Mi reconocimiento al personal de la planta de agua por su contracción al trabajo y el esfuerzo realizado en las tareas de limpieza.

ENSUCIAMIENTO BIOLOGICO EN EL SISTEMA DE PROVISION DE AGUA DE 25 DE MAYO, PROVINCIA DE LA PAMPA.

1.- DESCRIPCION DEL SISTEMA.

El sistema de provisión de agua potable de 25 de Mayo se construyó entre los años de 1976 y 1977. La captación del agua se consigue mediante una galería filtrante de 2000 metros de longitud que corre paralela a la Ruta Nacional 151 de norte a sur. La mayoría de los aportes de agua provienen del sub-álveo del Río Colorado y drenan a través de un manto filtrante de arena natural para ingresar a los tubos de hormigón de la galería con un caudal estimado de 300 metros cúbicos por hora.

Parte del agua proveniente de la galería filtrante es transportada hasta la planta urbana por medio de un acueducto y mediante la acción de bombas; este acueducto tiene una longitud de aproximadamente 7 kilómetros y está construido con tubos de asbesto-cemento de 200 milímetros de diámetro interno.



El agua así bombeada y transportada llega a un tanque elevado de 18,50 metros de altura y con una capacidad de 200 metros cúbicos, el cual, en época de mayor demanda (Setiembre a Febrero), trabaja en forma combinada con una cisterna a cielo abierto de membrana geotextil y que tiene una capacidad de 350 metros cúbicos. En la tubería de bajada del tanque se realiza la desinfección del agua mediante el agregado de hipoclorito de sodio.

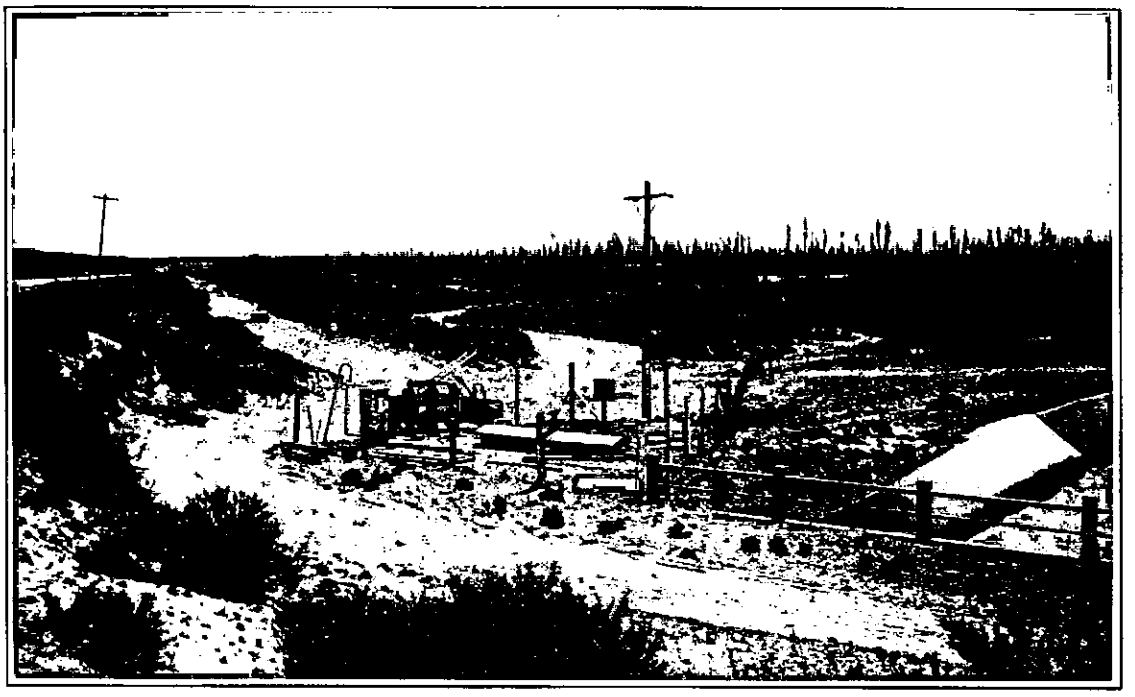


FOTO 1. Vista panorámica de la galería filtrante, estación de bombeo y canal matriz del sistema de captación de agua.

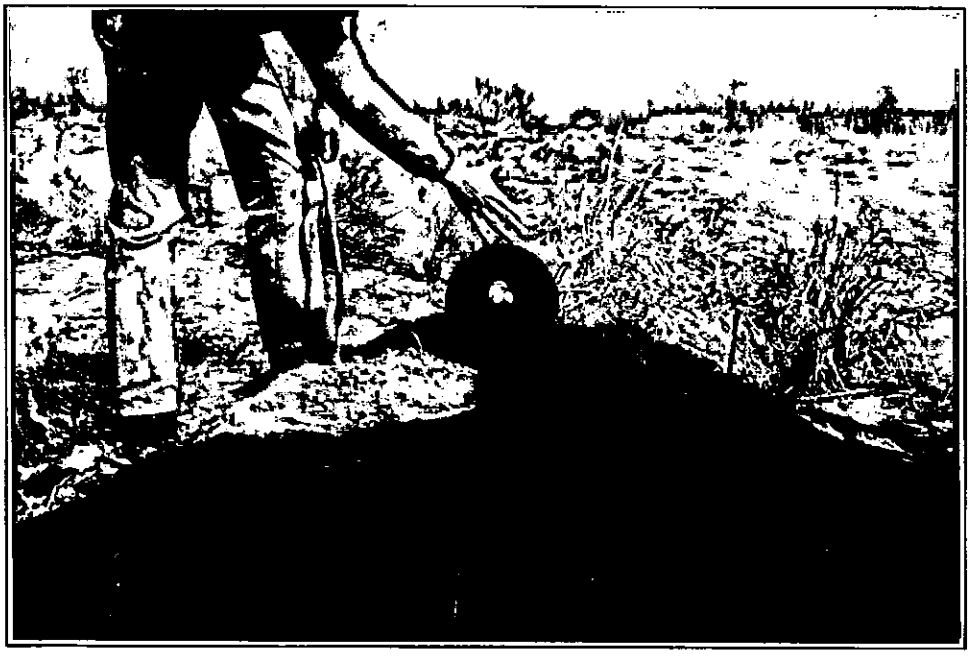


FOTO 2. Incrustración interna del acueducto de asbesto-cemento de 20 cm de ø provocada por actividad microbiana. Setiembre de 1988.

2.- DESCRIPCION DE LOS PROBLEMAS OBSERVADOS.

Los problemas comenzaron a manifestarse durante los primeros años de la década del '80, cuando los caudales suministrados comenzaron a ser insuficientes para satisfacer la demanda de la población. Además se observaba una turbidez persistente constituida por partículas de color oscuro, parte de las cuales se acumulaban en los tanques domiciliarios. Debido a la diferencia cada vez mayor entre la demanda y el suministro, en los años '84 y '85 se procedió al recambio del sistema de bombas, y a la construcción de la cisterna anteriormente mencionada, respectivamente.

A pesar de esto, los problemas se fueron agudizando, lo cual provocaba frecuentes cortes en el suministro a la población, mayores costos de explotación por el aumento en el consumo de energía eléctrica necesaria para el bombeo, y mayor frecuencia en la reparación de bombas, ya que las mismas se deterioraban con mayor asiduidad.

La resultante de todo lo anterior fue un desmejoramiento tanto en la calidad, como en la cantidad de agua potable suministrada; y se llegó al extremo, en la temporada 1987-1988 de comprometer seriamente el abastecimiento de la población.

Fue en el año 1988 cuando se realizaron distintos trabajos en el sistema, además de numerosas consultas para tratar de explicar lo que estaba sucediendo, y con el ánimo de adoptar las medidas correctivas adecuadas. En la Memoria Descriptiva y Técnica del "Sistema de provisión de agua potable de la localidad de 25 de Mayo" (Informe Parcial Nº2) elaborado por la empresa que proyectó el sistema en Noviembre de 1989, se describian los problemas de incrustaciones de color oscuro en la galeria filtrante, en el acueducto, así como la insuficiente capacidad de suministro por disminución de los caudales bombeados.

Con respecto al dren del malecón, indica que las incrustaciones aparecieron en 1981 y que la primera limpieza del mismo fue en 1982. Se realizó manualmente con cepillo de acero,

retirando el material en carritos deslizantes empleando para esto 4 semanas.

La segunda limpieza se realizó en 1984, con igual método pero usando una compuerta circular para trabajar en seco, acumular el agua en el lado aguas arriba de la cámara y liberar luego este volumen para producir la limpieza.

Refiriéndose al acueducto, el informe dice que la obstrucción se encontraría en la totalidad del acueducto, siendo mas severa en las progresivas 5 y 2816m. Se realizaron también mediciones de caudales y presiones.

Las recomendaciones sugeridas, sintéticamente, planteaban la necesidad de:

- Limpieza de la galería filtrante.
- Desobstrucción y limpieza a fondo del acueducto en el tramo comprendido entre las progresivas 5 y 5100m "mediante los medios mecánicos apropiados". Se sugería la limpieza de tramos no mayores de 300m de longitud, utilizando una cañería de asbesto-cemento de 200mm de diámetro en forma provisoria y a nivel del terreno.
- Construcción de 27 cámaras de inspección y limpieza a lo largo del acueducto.

También se planteaba la necesidad de realizar análisis químicos de la incrustación y del agua, orientados a establecer la valencia del hierro. No se tiene constancia de que estos análisis fueran realizados. (Ver nota del 06/11/89 del Informe Parcial Nº2).

Se abrió entonces el acueducto en su tramo inicial observándose una incrustación interna de aproximadamente 2,5 cm. de espesor promedio, de color oscuro, que originaba la pérdida de carga, que restringía el caudal y que era el origen de las partículas oscuras que los usuarios veían en el agua de consumo.

3.- TECNICAS DE LIMPIEZA DEL ACUEDUCTO.

En el año 1991, La Municipalidad solicitó la asistencia técnica del Consejo Federal de Inversiones (CFI) y una nueva evaluación del problema comienza en el mes de Septiembre.

Se revisaron los antecedentes que se disponian y que se comentaron brevemente en párrafos anteriores y se decidió una estrategia de trabajo diferente.

Las alternativas anteriores aconsejaban tareas de limpieza que significaban desmontar tramos de cañeria no mayores de 300m sin especificar la técnica de limpieza y desobstrucción y se requería la construcción de 27 nuevas cámaras de inspección. Sólo hubo coincidencia en la necesidad de la limpieza manual de la galeria filtrante.

Se sospechaba el desarrollo de un fenómeno bacteriano conocido como "ensuciamiento biológico o bioensuciamiento", que seria el responsable de la incrustación interna del acueducto; los análisis bacteriológicos especificos indicaron la existencia de los grupos bacterianos responsables de estos fenómenos por lo que se aconsejó el uso de una nueva técnica de limpieza mecánica. Esta técnica consiste en desplazar un cilindro de poliuretano revestido por un cepillo de acero ("pig"), de igual diámetro que el del acueducto, e impulsado a través del mismo por medio de agua bombeada. De acuerdo a la información disponible hasta ahora, el uso de esta técnica, aplicada a un sistema de provisión de agua potable, sería pionero en el país; el "pig" utilizado la primera vez fue del tipo RBR-7 de TWD, Inc y traído directamente de USA. Luego fue sustituido por el tipo RCC de KNAPP Polly Pig, Inc. para las sucesivas tareas de limpieza y desincrustación.

En Noviembre de 1991 se puso en práctica la nueva técnica de limpieza que resultó de muy simple instrumentación y de gran eficacia. Estimativamente se calcula que el material extraido del interior del ducto en el tramo entre la progresiva 0,00 y la progresiva 3.000,00 fue de aproximadamente 42 m^3, lo cual da una cabal idea tanto de la colmatación interna como de la eficiencia de la técnica de limpieza empleada.

FOTO 3. Colocación manual del cilindro de poliuretano expandido para iniciar las tareas de limpieza mecánica del acueducto.

FOTO 4. Vista interna del acueducto con incrustación provocada por actividad microbiana. nótese que el espesor de la misma era de 2 - 2,5 cm.

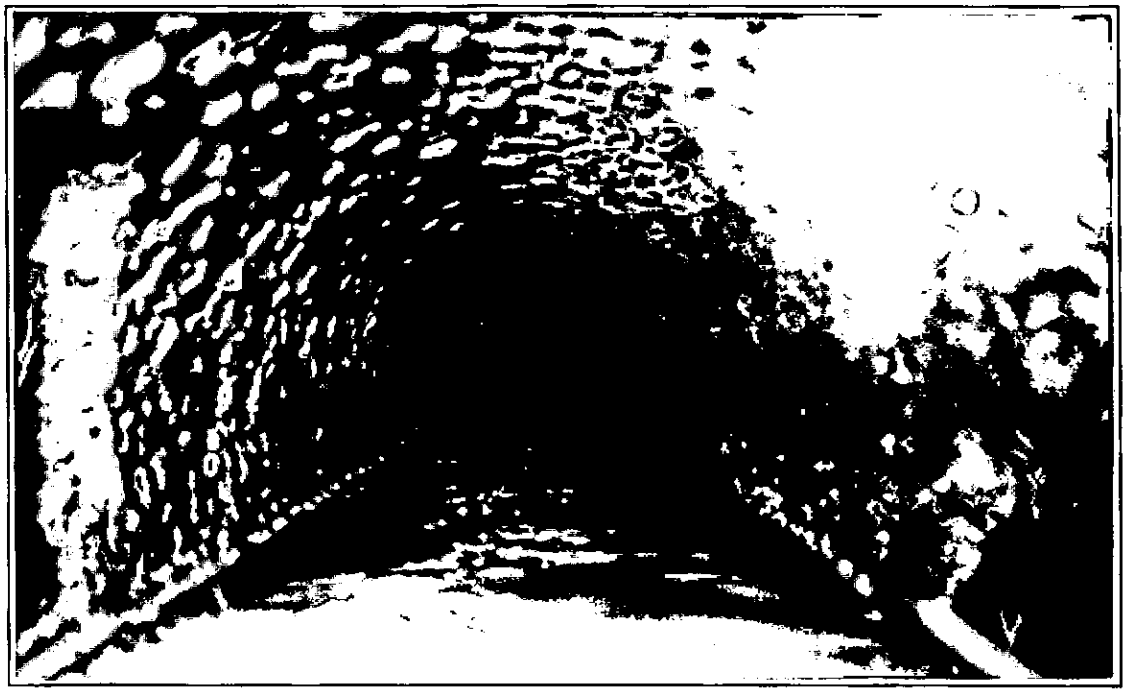


FOTO 5. Incrustación de color negruzco en la cabecera del acueducto.

FOTO 6. Remoción del material incrustante mediante la acción del cilindro de poliuretano.

FOTO 7. Remoción del material incrustante y obtención de muestras para el análisis químico.

FOTO 8. Salida del cilindro de poliuretano en la progresiva 2816. Nótese la acumulación del material incrustante en la zanja de drenaje.

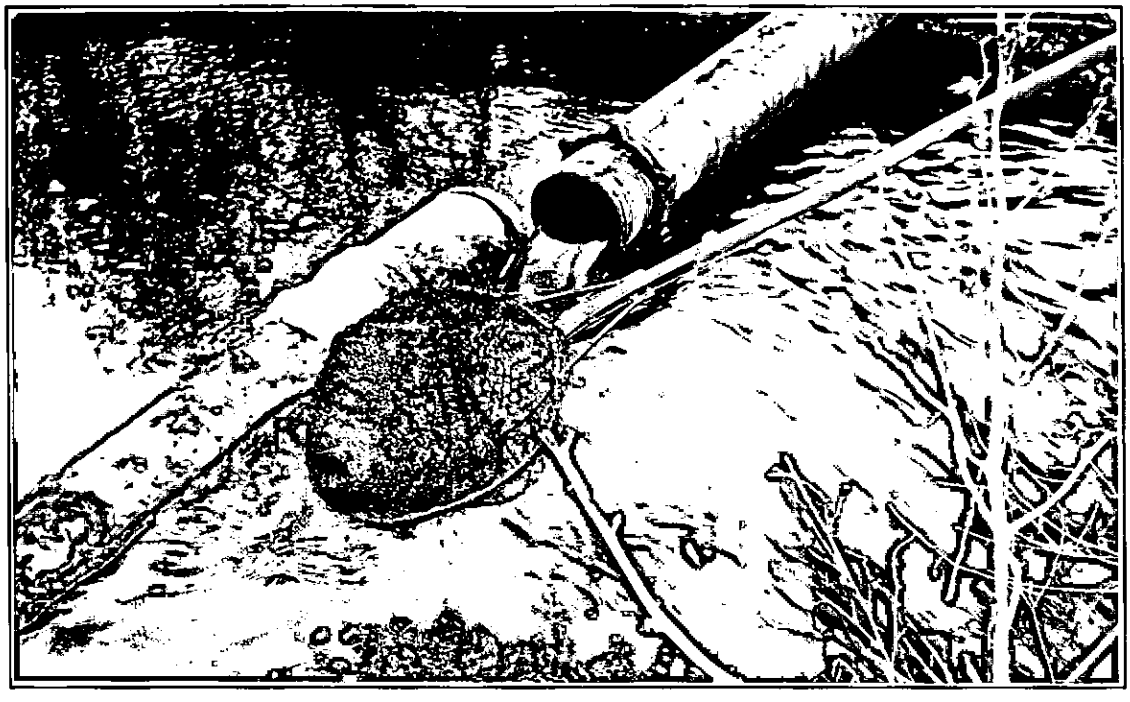


FOTO 9. Material incrustante compactado por acción de la limpieza mecánica. Progresiva 1800.

FOTO 10. Aspecto del cilindro de poliuretano después de recorrer 2500 m de acueducto incrustado.

4.- ANALISIS BACTERIOLOGICOS.

Las técnicas y caldos de cultivos utilizados fueron las mismas que se describen en Gariboglio M.A. 1986. "Ensuciamiento biológico y corrosión inducida microbiológicamente en el sistema de captación y conducción de aguas de Caleta Olivia (Santa Cruz)". Informe Técnico. Convenio CFI-UNLP.

Se realizaron análisis bacteriológicos en diferentes puntos del sistema para establecer el nivel de bacterias aerobias totales (BAT) y la presencia o ausencia de bacterias reductoras de sulfatos (BRS) y bacterias precipitantes, no oxidantes, del hierro y/o manganeso (BPNM).

4.1.- Lugares de muestreo:

M1: Red de distribución. Grifo casa 23 Barrio 120 viviendas.
M2: Galería filtrante. Cámara N°5.
M3: Galería filtrante. Cámara N°11.
M4: Acueducto. Progresiva 900.
M5: Acueducto. Progresiva 1900.
M6: Tanque elevado. Línea de bajada.
M7: Incrustación del acueducto.

CONSEJO F... DE INVESTIGACIONES
BIBLIOTECA
Lic. Manuel ...

4.2.- Resultados obtenidos (promedios sobre 4 muestreos).

	BAT (bact/ml)	BRS	BPNM
M1	10^2-10^3	-	-
M2	10^1-10^2	+	-
M3	10^2-10^4	-	-
M4	10^3-10^5	-	-
M5	10^4-10^5	-	-
M6	10^2-10^4	-	-
M7	10^6-10^6	-	-

En el último muestreo del 30/06/92 se evaluaron los niveles de BAT en bact/ml antes y después de las tareas de limpieza mecánica en el acueducto; que había sido sometido a una tarea similar en Noviembre de 1991.

Lugar de muestreo	BAT (bact/ml)	BAT (bact/ml)
M3	10^4	10^4
M4	10^4	10^2
M6	10^3	10^2
M1	10^2	10^1

Se observa que desde la limpieza de Noviembre de 1991 el acueducto presentó una nueva colonización bacteriana y que la limpieza mecánica provoca una disminución en los valores de recuentos de BAT.

5.- ANALISIS QUIMICOS DE LA INCRUSTACION.

Se obtuvieron muestras de la incrustación interna del acueducto para someterla a análisis químicos. La misma era de aspecto negruzco, de 2,5 cm de espesor promedio en el período anterior a la limpieza mecánica.

Los valores promedio sobre dos muestras analizadas fueron:

Manganeso total (MnO_2)	67,6 g/l
Hierro total (Fe_2O_3)	36,8 g/l
Materia orgánica (en C)	2,7 mg/l
Residuo sólido total	137,0 mg/l

6.- MEDIDAS HIDRAULICAS.

Antes de implementar la nueva técnica de limpieza mediante el cilindro de poliuretano expandido, el acueducto sufría una pérdida de carga que se observaba mediante una caída de presión de 9 Kg/cm^2 en el punto inicial, a la salida de la sala de bombas, a un valor de 0,5 Kg/cm^2 en la progresiva 2500.

Después de las tareas de limpieza realizadas en Septiembre y Noviembre de 1991 y Junio de 1992, se notó una apreciable mejoría en el comportamiento hidráulico del acueducto. Las presiones obtenidas antes y después de la última tarea de limpieza (30/06/92) son las siguientes:

Lugar de control	Previo a la limpieza	Posterior limpieza
Sala de bombas	3,25 Kg/cm^2	2,65 Kg/cm^2
Acueducto. Prog. 900	1,50 Kg/cm^2	1,40 Kg/cm^2
Acueducto. Prog.1900	1,40 Kg/cm^2	1,35 Kg/cm^2

FOTO 11. Vista interna del acueducto con desprendimiento parcial de la incrustación después de haber pasado una vez el cilindro de poliuretano.

FOTO 12. Efecto de la limpieza mecánica del acueducto habiendo pasado el cilindro de poliuretano dos veces.

7.- OTRAS TAREAS DE LIMPIEZA.

La inspección visual de la galería filtrante permitió constatar una gran acumulación de material fino y material incrùstante. Un tramo de la misma, presentaba, además, la incrustación de raíces que provocaban un área de agua estancada y que dificultó mucho las tareas de limpieza.

La limpieza se realizó en forma manual, con cepillo de acero, retirándose el material en carritos deslizantes hasta cámaras de inspección de donde eran subidos a la superficie en recipientes de 50l mediante aparejos (ver fotos).

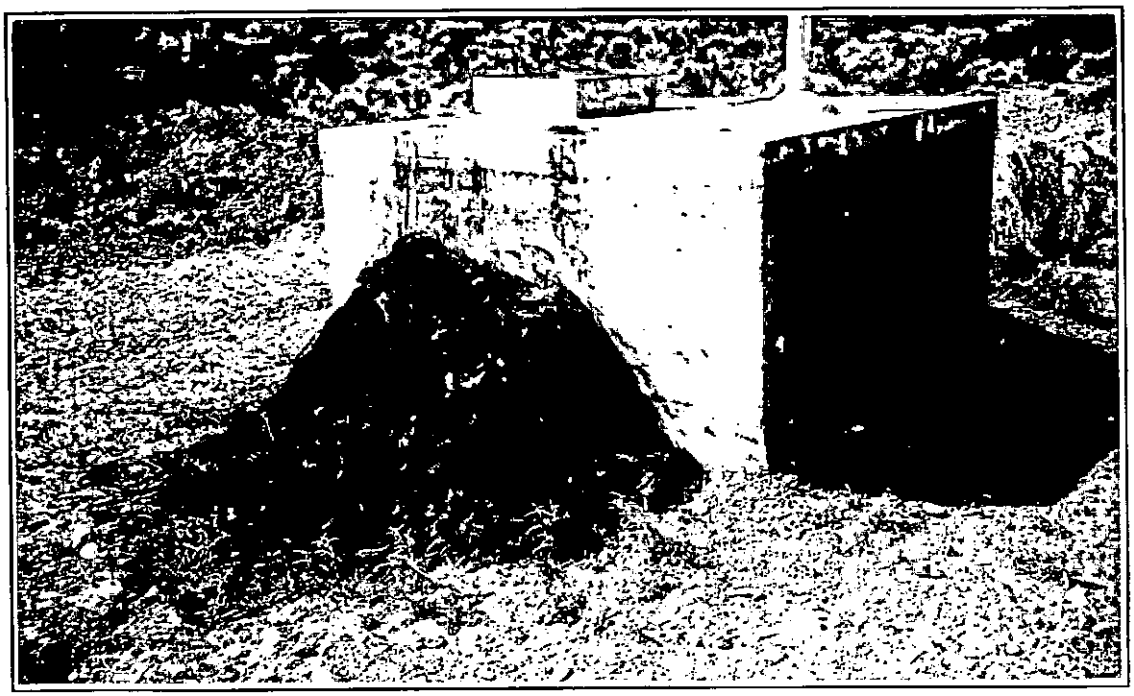
La condición de estanqueidad del agua, sumada a la presencia de materia orgánica (raíces) representa condiciones favorables para el desarrollo de los microorganismos responsables de los fenómenos de ensuciamiento e incrustación descriptos.

Se presume que la recolonización bacteriana observada en el acueducto después de las tareas de limpieza mediante el uso del "pig" ha estado estimulada por el aporte de nutrientes y microorganismos provenientes de la galería filtrante.

No obstante, se procedió a seguir limpiando el acueducto mientras se concluían las tareas en el dren del malecón.

FOTO 13. Limpieza manual de la galería filtrante. Nótese la similitud del material con el encontrado en el acueducto.

FOTO 14. Cámara de registro de la galería filtrante con acúmulo de raíces obtenidas como producto de la limpieza manual.



8.- OTRAS OBSERVACIONES.

En virtud de tener que concurrir al hospital local para incubar las muestras de agua provenientes del acueducto y de la red de distribución, se pudieron intercambiar ideas con personal directivo, profesional y técnico de dicho nosocomio respecto a la problemática del agua de consumo.

Surgió entonces una inquietud referida a la severa incidencia de enteroparasitosis en los internados del hospital y, efectuando una estadística retrospectiva se pudo establecer que para el período comprendido entre el 01/01/91 al 18/10/91 las cifras eran las siguientes:

Pacientes estudiados = 172.

% de parasitados = 97,1.

Los parásitos prevalentes fueron Entamoeba coli y Giardia lamblia, ambos, de reconocida vehiculización hídrica.

Se analizó también que la población suburbana consume agua de acequia "filtrada", constatándose que la técnica de filtración utilizada no asegura la eliminación de microorganismos (bacterias, parásitos o huevos y quistes de estos últimos) y tampoco es desinfectada por uso de cloro u otro agente desinfectante apropiado.

La alta incidencia de enteroparasitosis, las fuentes de agua inseguras y ciertos hábitos culturales de la población suburbana, permiten suponer cierta relación causa-efecto entre individuo-enfermedad.

Debido a la experiencia adquirida por el CFI en la detección de enteroparásitos en agua (ver "Detección de quistes de Giardia lamblia en agua", Serie Investigaciones Aplicadas. Colección Hidrología Subterránea, CFI. Junio de 1992.) se podrían instrumentar trabajos de monitoreo en muestras de agua de acequia "filtrada" de la población suburbana.

Asimismo, esta tarea se podría complementar con análisis parasitológicos de materia fecal obtenida de niños que concurren a la Escuela Jacinto Guiñazú (El Sauzal): aquí concurren niños de la población urbana y suburbana.

Estos trabajos permitirían también la integración de grupos

de trabajo interdisciplinarios ya que sería necesario realizar un catastro de las condiciones de vida de la población de niños muestreada para conocer niveles socio-económicos, hábitos culturales, etc.

En definitiva, habiéndose dado respuesta satisfactoria a la cantidad y calidad de agua abastecida por red, realizándose los controles bacteriológicos y de cloro residual en la red de distribución, esta alta incidencia de enteroparasitosis aparece como un nuevo desafío para seguir mejorando la calidad de vida de la población, en este caso, de la que no recibe el servicio por red.

9.- CONCLUSIONES.

9.1 Se comprobó que la insuficiencia en la capacidad de suministro del sistema de provisión de agua potable se debió al desarrollo de un fenómeno de ensuciamiento biológico.

9.2 Se instrumentó una técnica de limpieza mecánica consistente en el uso de un cilindro de espuma de poliuretano que demostró alta eficiencia y bajo costo.

9.3 Se capacitó personal municipal, de nivel profesional y técnico, en la utilización de técnicas bacteriológicas de diagnóstico de los problemas de bioensuciamiento.

9.4 Se redujeron los costos de energía de bombeo y la frecuencia en las roturas de bombas.

9.5 Se mejoró el comportamiento hidráulico del sistema permitiendo reducir la resistencia friccional al fluido ocasionada por el material incrustante.

9.6 Se estableció, mediante análisis químicos, que el componente principal de material incrustante era MnO_2 (67,6 g/l).

9.7 Mediante el uso de una sola unidad de bombeo se consigue mantener el servicio sin cortes.

9.8 Se instrumentó una nueva técnica de evaluación de cloro residual en la red de distribución.

9.9 Se mejoró la calidad físico-química y biológica disponiéndose de mejor calidad y cantidad de agua.

9.10 Una vez terminada la colocación de lanzaderas y trampas para el elemento limpiante (pig) se podrán efectuar tareas de limpieza del acueducto de manera fácil, con un operario, sin comprometer el servicio, a bajo costo y con una frecuencia (aún no establecida) que evitará el desarrollo de los fenómenos de bioensuciamiento.

9.11 Para un mejor control de la calidad bacteriológica de agua de consumo se contempló la posibilidad de realizar localmente los análisis pertinentes. Hasta el presente, se realizan con una frecuencia que no permite detectar problemas de contaminación microbiológica en un tiempo adecuado para decidir medidas preventivas y/o correctivas.

10.- RECOMENDACIONES

9.1 Se debería establecer un esquema de limpieza del acueducto así como una rutina para medir presiones en cuatro puntos del mismo.

9.2 Se debería realizar el control microbiológico del agua de consumo en forma local por las razones apuntadas anteriormente.

9.3 De instrumentarse el control microbiológico en 25 de Mayo se podrá establecer la calidad bacteriológica del agua de consumo distribuida por red, se podrá vigilar periódicamente la suministrada a escuelas, hospital, etc. y la de usuarios de otras fuentes de agua alternativas (ej: pobladores de zona de quintas y/o eventualmente alguna población cercana).

9.4 Debido a la alta incidencia de parasitosis intestinales observada en la población con internación hospitalaria, sería aconsejable realizar un estudio de prospección para conocer qué grado de ingerencia tienen las fuentes de agua utilizadas por la población urbana y suburbana.

9.5 Los estudios microbiológicos y parasitológicos descriptos se realizarían mediante transferencia de técnicas y entrenamiento al personal de laboratorio del hospital local.

CATALOGADO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA