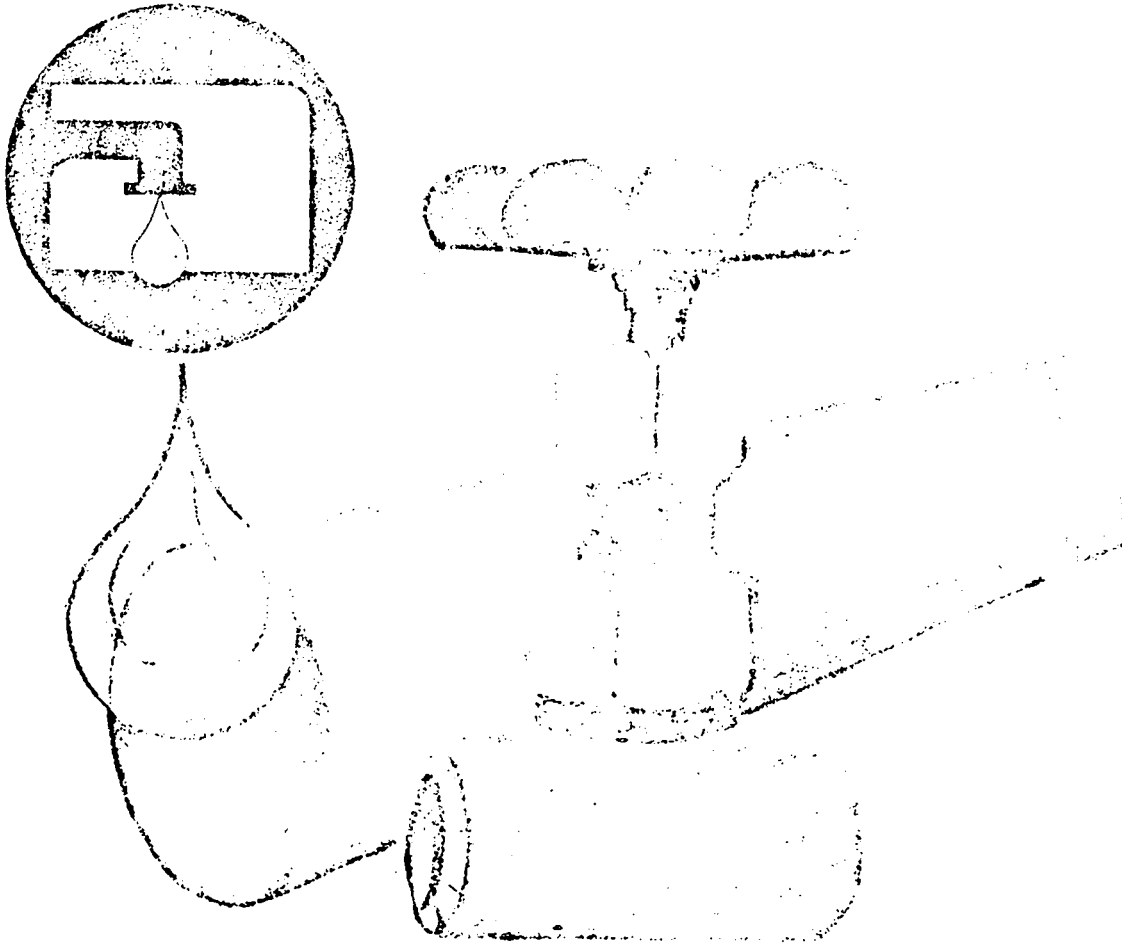


2 1 4.1

8 0 A G

acoodal

OCTUBRE DE 1.980



Organo oficial de la
**ASOCIACION COLOMBIANA DE ACUEDUCTOS
 Y ALCANTARILLADOS**
 Sección Colombiana de AIDIS

No. 96

International Association
 for Community Water Supply

LO: 214.1/80 AG
 RN: 04480

Agua Potable para la Zona Rural Colombiana

Luis Guillermo Salazar Salazar
Ingeniero Civil M. S.

1. Historia

1.1 Situación General en América Latina

En agosto de 1961, los Gobiernos de América se reunieron en Punta del Este, Uruguay, y allí acordaron unir sus esfuerzos para acelerar el desarrollo social y económico de la región. En la reunión extraordinaria del Consejo Interamericano Económico y Social al nivel Ministerial se firmó el siguiente compromiso para ser ejecutado en un plazo de 10 años:

“Aumentar en un mínimo de cinco años la esperanza de vida al nacer, y elevar la capacidad de aprender y producir, mejorando la salud individual y colectiva. Para lograr esta meta se requiere, entre otras medidas:

Suministrar en el próximo decenio agua potable y desagüe a no menos del 70 por ciento de la población urbana y del 50 por ciento de la población rural...”

Una vez tomada la anterior decisión le correspondió a la Organización Panamericana de la Salud (O. P. S.), establecer las definiciones de principios indispensables para el montaje en cada país miembro

de las políticas a seguir para cumplir con el acuerdo de Punta del Este. Fue así como se hizo las siguientes afirmaciones:

“El agua corriente debidamente tratada es un artículo que hay que producir y distribuir y, como tal, no debe ser gratuito”.

“Las tarifas de agua deben cubrir los gastos de funcionamiento y de conservación de sistemas de agua, así como también el costo de su construcción”.

“Un proyecto técnico acertado, una buena construcción y un personal competente, constituyen los requisitos esenciales de las obras de abastecimiento de agua”.

“La participación y comprensión de la población representan un apoyo indispensable de todo programa de abastecimiento de agua”.

“La investigación y el desarrollo de materiales, equipos y métodos de construcción locales contribuirán a disminuir los gastos y al mismo tiempo fomentarán el desarrollo económico de los Países”.

1.2 Situación en nuestro País

Fue así como el Gobierno Colombiano determinó fortalecer al Instituto de Fomento Municipal para

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
AND SANITATION (IRC)

P.O. Box 93190, 2509 AD The Hague
Tel. (070) 814911 ext. 141/142

RN: 04480
LO: 214.1 80AG

que se encargara de atender todas las poblaciones mayores de 2.500 habitantes en lo referente a suministro de agua "potable" y le fijó funciones en igual sentido pero para poblaciones de 2.500 habitantes a la División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud Pública. A raíz de la creación del Instituto de Programas Especiales de Salud (INPES), Decreto N° 470 de 1968, se determinó ejecutar el Programa Nacional de Saneamiento Básico Rural.

Este Programa busca atender la solución al déficit de agua potable y adecuada disposición de excretas y aguas servidas que afrontan las localidades del área rural del país con población hasta de 2.500 habitantes y para poder cumplir con sus propósitos debe apoyarse en tres principios fundamentales:

1. La dirección técnica y administrativa dada por la División de Saneamiento Básico Rural.
2. La participación de la comunidad durante la etapa de construcción de las obras.
3. La operación y mantenimiento de los sistemas construídos, por intermedio de Juntas Administradoras Locales.

Como podemos ver, nuestro Gobierno empezó a dar cumplimiento a los Acuerdos de Punta del Este, y desde un comienzo Las Entidades encargadas de solucionar el problema del agua sabían que su tarea sería abrumadora y compleja, pero hasta el momento no han cejado en su tenaz empeño de darle respuesta positiva a ese inmenso número de Colombianos que claman ayuda para sus necesidades de agua potable y este Congreso, número XXIII es una prueba del interés que existe por ayudar a construir una mejor

infraestructura en Salud, elemento importantísimo en nuestro desarrollo económico.

2. Estrategia Planteada y Situación Actual

Aunque los recursos disponibles para atender el programa han sido grandes, no han sido lo suficientes para permitir la construcción de sistemas que ofrezcan desde un comienzo agua potable a los habitantes de la zona rural colombiana y por información de que dispongo se puede afirmar que igual cosa ha ocurrido en el resto de América Latina.

Antes de continuar vale la pena anotar que por Agua Potable debe entenderse lo contemplado en la Norma 813 del ICONTEC.

Los sistemas de abastecimiento de agua construídos en la zona rural lo único que han hecho es traer agua de más o menos buena calidad, de la fuente natural al interior de las viviendas, y es así como podemos afirmar que en la actualidad un 39% de la población rural colombiana dispone de agua entubada, unas 4'500.000 personas.

¿Es un mal trabajo? ¿Fue mal orientado el Programa?, la respuesta, mi respuesta a los innumerables críticos es ¡NO! Y veamos la razón:

Se ha sostenido en muchas ocasiones que la causa del subdesarrollo en la zona rural es la falta de educación del campesino sea este indio, negro o blanco, pero cuando se intenta incrementar el nivel de educación se tropieza con la "falta de interés" del campesino por instruírse y quedamos así dentro de un círculo vicioso.

Pero, si intentamos estudiar la "falta de interés" encontramos que esto no es verdad, y si el hijo del campesino no asiste a la escuela se debe a que él primero que hijo es

una herramienta de trabajo de sus progenitores, sirve para llevar el agua a la casa, llevar la leña, llevar la comida a su padre, cuidar de sus pequeños hermanos y futuras nuevas herramientas durante la ausencia temporal o definitiva de su madre.

En lo anterior encontramos la explicación de la altísima deserción escolar en el campo. El niño campesino a pesar de sus capacidades intelectuales escasamente lograba terminar en el año de 1965, el segundo nivel de escuela primaria. ¿Qué preparación para enfrentarse al nivel científico alcanzado en el presente siglo!

Entonces llevándole agua entubada hasta su casa se le estaba permitiendo a ese niño liberar por lo menos un 25% de su tiempo para emplearlo en asistir un poco más a la escuela y si su madre no tenía necesidad de ir hasta la quebrada o río cercano a lavar la ropa a lo mejor le ayudaba con otro 10% adicional y este 35% ya era bastante por lo menos durante una primera etapa del proceso.

La electrificación rural, justo es reconocerlo, ha contribuido a esta ingente labor de facilitar la educación de nuestra clase campesina.

Los resultados..., bastante buenos y muy alagüeños para el futuro, hoy en día de cada 100 niños que ingresan al primer nivel entre 12 y 15 terminan el quinto, antes de 1965 solamente 2 lograban conseguirlo.

Una clase campesina educada comprende las nuevas técnicas de vida y por lo tanto es consciente del trabajo mancomunado que debemos ejecutar todos los colombianos para poder alcanzar el nivel de desarrollo que todos necesitamos y anhelamos.

Entonces, el trabajo ejecutado por el Programa de Saneamiento Básico

Rural ha sido bueno, pero como todo lo humano es susceptible de mejorarlo y la mejora consiste en cambiar los términos de agua "entubada" por agua potable, el problema se plantea cuando se pregunta: ¿Cómo hacerlo?

3. Nuevo Problema, los Acueductos son ya Insuficientes

Cuando estamos avanzando en la cobertura de servicio de acueducto para la zona rural se nos presenta un nuevo problema, sistemas con menos de 10 años de construídos empiezan a ser insuficientes para atender las demandas exigidas por sus usuarios, y nosotros pensando en mejorar la calidad del agua, qué hacer ampliamos o mejoramos...!

¿Se trata de malos diseños?, no, y corroboramos esta respuesta si nos detenemos a analizar los dos puntos siguientes:

1. Es una realidad de todos conocida, la alarmante disminución de los caudales superficiales, en épocas de verano, debido al mal manejo de las cuencas hidrográficas. Este mal manejo incluye la explotación de bosques y su posterior reforestación con especies no nativas, dedicadas en su totalidad a la industria del carbón.
2. El desperdicio de agua por parte de los usuarios, es de tal magnitud que después de varias observaciones se ha determinado que el valor real del consumo por habitante y por día fluctúa entre 290 y 440 litros, mientras que los diseños se hacen para valores comprendidos entre los 100 y 250 litros/hab./día.

Teniendo como base lo anterior, nos podemos hacer la pregunta de si es justo o no, hacer diseños para caudales tan altos sabiendo que las

fuentes de abastecimiento que pueden proporcionarnos agua de buena calidad cada vez están más distantes de los núcleos de población y que todavía nos quedan pendientes por atender un 61% de compatriotas que habitan en la zona rural, aproximadamente unas 7'000.000 de personas.

Adelanto la respuesta, no podemos darnos el lujo de desperdiciar nuestros escasos recursos haciendo ampliaciones en acueductos antes de que se cumpla su período de diseño, mínimo 20 años, la única solución es racionalizar los consumos y la forma más efectiva de hacerlo es implantando en la zona rural una buena política de medidores de caudal, nada de limitadores de consumo!

3.1 La Zona Rural se Agro-Industrializa

Otro problema que se está presentando con los acueductos construidos es la utilización de su agua para pequeños procesos de agro-industria, tales como obtención de almidón de yuca, lavado de café, empaque de frutas, y en la industria pecuaria de animales cautivos especialmente cerdos. Es una situación que se nos está presentando y a la cual no podemos "cerrarle la llave", porque hace parte importantísima del desarrollo económico del sector. ¿Cuál es la solución? Dar el servicio y cobrarlo en proporción a la cantidad consumida, sin más vueltas a tantos pesos el M 3. Esto nos permite hacer una distribución equitativa de las cargas entre los usuarios de un Acueducto Rural.

4. Decenio Internacional sobre Agua Potable y Saneamiento

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos efectuada en 1976 se deter-

minó proporcionar servicios de agua potable y Saneamiento a toda la gente que sea posible en plazo de 10 años, especialmente a quienes se encuentran en áreas rurales y zonas urbanas no atendidas.

Se ve venir para el próximo decenio un gran incremento de las inversiones efectuadas en obras de abastecimiento de agua, alcantarillados y saneamiento en general. Ojalá no se desperdicien los recursos que se arbitren para lograr la meta propuesta.

Vale la pena hacer referencia a un interesante artículo publicado en la revista N° 390 de la OPS-OMS, 1979, en uno de cuyos apartes puede leerse: "La tecnología apropiada debe: ser compatible con las condiciones sociales, culturales y económicas; ser entendida por la gente que la usa, ser efectiva, de bajo costo y suficientemente simple para llegar a ser parte del estilo de vida de la comunidad; dar trabajo a la población; utilizar materiales locales y desarrollar la industria local tanto como sea posible; ser simple de operar y fácil de mantener".

Magnífico aparte que sintentiza cuál debe ser la política a seguir en nuestros países en materia de agua potable para este Decenio (1980-1990).

5. Situación Actual de los Sistemas de Tratamiento de Agua Potable

Es conocido por todos los asistentes a este Congreso cuál ha sido el desarrollo de la tecnología de la purificación del agua, por lo tanto no es práctico entrar a describir los sistemas o iniciar la discusión de si son más ventajosos los sistemas convencionales o los compactos.

La única realidad es que si queremos suministrar agua potable, si

queremos controlar su desperdicio, o si queremos establecer tarifas proporcionales al consumo, debemos tratar el agua cruda.

Pero aquí debemos tener presente que los costos de operación y mantenimiento representan una buena proporción del costo del servicio de agua potable y es un valor que debe ser atendido por los usuarios.

Una investigación efectuada sobre diez plantas de tratamiento, al finalizar el año de 1979, arrojó los siguientes resultados:

Número de suscriptores atendidos:
10.729

Costo Total Anual de Operación (\$):
10'813.000

Capacidad total de Producción
(L. p. s.):

339

Número de habitantes Atendidos:
75.000

Analizando los valores anteriores, se deduce fácilmente:

El costo de tratar 1 litro/segundo/año, es de \$ 27.283, sin incluir el costo de las obras civiles.

El costo de operación de un sistema de tratamiento de agua potable, asciende a la suma de \$ 141.50 por habitante/año.

Lo anterior quiere decir que un Departamento cualquiera de Colombia que en 1979 hubiera tenido una población rural de 570.000, atendiendo sólo el 53% de esa cantidad, es decir, 302.610 habitantes, hubiera requerido de \$ 46'800.000.00 para operar y mantener sus sistemas de tratamiento de agua. Pregunta: ¿estos costos son compatibles con las condiciones económicas de nuestros campesinos? La respuesta salta a la vista y vuelve a ser ¡NO! ¡Ellos no pueden financiar ese costo!

Entonces la solución más simple es no suministrarles agua potable.

Pero sin filtrar no podemos pensar en instalar medidores y sin éstos no podemos controlar los desperdicios y pasará este decenio y el próximo, y el Gobierno nunca dispondrá de los recursos suficientes para atender las nuevas construcciones y, se pasará el tiempo haciendo ampliaciones en los ya construidos, patrocinando así la emigración de las zonas marginadas del campo.

La situación es diferente para las ciudades o poblaciones donde el número de suscriptores pasa de 3.000 (unos 22.000 habitantes). Aquí se empiezan a reducir los costos individuales debido a que ciertos valores de operación son fijos para cualquier tamaño o clase de planta de tratamiento.

Lo anterior conduce a establecer dos tesis:

- a) Población con más de 3.500 suscriptores pueden sostener la operación y mantenimiento de su propia Planta de Tratamiento.
- b) Poblaciones con menos de 2.500 suscriptores no están en condiciones económicas de pagar la operación de su Planta de Tratamiento y mucho menos su mantenimiento.

6. Soluciones Propuestas

Poblaciones con más de 3.500 suscriptores deben ser atendidas por Plantas de Tratamiento comenzando por las más sencillas de operar hasta la más o menos compleja para aquellas ciudades de más de 200.000 conexiones. Aquí no hay discusión, existen investigaciones y trabajos interesantísimos sobre cómo se deben proyectar y construir Plantas de Tratamiento de alto rendimiento y bajos costos de construcción. Esta es la solución.

¿Qué hacer con aquellas poblaciones menores de 2.500 suscriptores? Esta pregunta me la formulé mu-

chas veces desde 1972 y la única respuesta que encontré fue: tiene que existir un sistema que permita obtener agua de una calidad tal que pueda ser clasificada como "Permissible" dentro de los patrones de potabilidad fijados por la O.M.S. En 1973 empezó a aparecer la solución que poco a poco se ha ido desarrollando y de un caudal inicial de 5 litros/segundo ha llegado por el momento, a producir 40 litros/segundo. El sistema lo he bautizado como "CAPTACION DE LECHO FILTRANTE". Con este sistema es posible resolver el problema de agua potable para las poblaciones rurales de Colombia.

7. Sistema de Captación de Lecho Filtrante

7.1 En qué consiste:

Se trata de un filtro construido en el lecho de la corriente, pero que aprovecha la propia velocidad de la corriente para auto-lavarse superficialmente, y además recarga su material filtrante con el arrastrado por la propia fuente en épocas de crecida.

7.2 Componentes:

El sistema consta de los siguientes elementos:

- a) Dique o presa transversal a la corriente;
 - b) Muros o aletas laterales de protección;
 - c) Tubería perforada como elemento recolector;
 - d) Empaque de grava;
 - e) Decantador de flujo ascendente;
 - f) Compuerta o válvula de lavado.
- (Ver figuras Nos. 01,02 y 05).

7.2.a El dique o presa sirve para formar un gran desarenador dentro del mismo cauce de la fuente.

En efecto, al producirse un aquietamiento de la corriente, se permite la precipitación al fondo de aquellas partículas que son susceptibles de hacerlo. Estas partículas siguen la misma trayectoria que seguirían de un decantador tradicional con la diferencia a nuestro favor de que el punto de entrada prácticamente está sobre el lecho, y a distancia que oscila entre los 20 y 100 m.l. del punto de salida. Aquí se comprueba toda la teoría existente sobre decantadores. También se sucede el fenómeno que tanto problema causa en los grandes embalses: la colmatación, pero que en este caso lejos de causarnos inconvenientes antes bien nos facilitan el material para filtrar.

7.2.b Como el dique hace que poco a poco sus trasdos se rellene, se eleva la cota del fondo de la corriente, por lo tanto se requiere de aletas laterales de protección que impidan, en pocas de invierno, el desbordamiento de la fuente ocasionando los problemas que son característicos de estas situaciones.

7.2.c El elemento recolector está formado por tubería perforada, la cual puede ir dentro de un canal (Ver figura Nº 01), o simplemente sobre un solado (Ver figura Nº 02). Se usa tubería de barro vitrificado, gress de 8" de diámetro, con 48 orificios de Φ 1/4" abiertos en doble hilera en una zona de 30" bajo el diámetro horizontal.

7.2.d El empaque de grava colocado en forma de prisma triangular sobre el elemento recolector, con un talud comprendido entre una relación 2:1 ó 3:1, cumple al tiempo tres funciones: sirve de base a las arenas filtrantes, colabora en la filtración y ayuda a formar un plano inclinado que en combinación con el perfil hidráulico del dique induce a la formación de líneas de corrien-

te que permanentemente están barrriendo la parte superficial del filtro, manteniéndolo libre de elementos coloidales que se van depositando por acción de la gravedad. (Ver figura Nº 03).

Este material se extrae normalmente de la misma fuente, pero puede ser llevado de otra corriente, en todo caso debe ser canto rodado de un peso específico igual a 2.6 tonelada/M3.

El material debe gradarse de tal forma que su tamaño efectivo esté comprendido entre 0.7 y 1.0 y su coeficiente de uniformidad entre 1.6 y 2.2.

El material filtrante puede ser de las siguientes características:

Tamiz	1 1/2"	1"	3/8"	1/4"
que pasa	100	90-100	25-60	5-40
% en peso				

No se aconseja tener material de más de 2" sobre el elemento recolector. El material más grueso se coloca en el fondo y se va disminuyendo su diámetro a medida que se asciende. (Ver figura Nº 04).

7.2.e El decantador de flujo ascendente ocupa el lugar de la cámara de derivación en las captaciones tradicionales.

Cumple con tres funciones principales:

Impedir el paso de cualquier partícula de arena que pueda ser arrastrada hasta el elemento recolector.

Servir de toma de aire en el proceso de lavado del sistema.

Servir como caja de inspección, cuando sea necesario un sondeo de la tubería recolectora.

7.2.d La compuerta o válvula de lavado sirve para vaciar completamente el embalse cuando por razones de mantenimiento se necesite

hacerlo. Esto puede facilitar el reacomodo del empaque cuando haya necesidad de ejecutarlo.

8. Teorías y Tecnologías en que se fundamenta el Sistema

En este sistema confluyen y se comprueban una serie de teorías y tecnologías existentes sobre desarrollo de pozos profundos, decantadores, filtros lentos y lagunas de estabilización.

El sistema funciona por vasos comunicantes y la carga hidráulica se ejerce del lado del lecho filtrante.

El diseño sólo requiere calcular:

- Sobre el Dique: El vertedero de agua mínimas, de tal suerte que la velocidad sea de 0.50 m/seg.
- Longitud del elemento recolector, tuberías perforadas. Este debe ser capaz de recolectar como mínimo 3 veces el caudal de diseño del sistema.
- Area horizontal del decantador. El caudal de diseño debe corresponder al acostumbrado en estos casos sea que el sistema funcione por gravedad o por bombeo.
- La compuerta de lavado, su cálculo depende del tiempo de vaciado que nos demos.

Como las fórmulas para ejecutar estos cálculos son de uso corriente en estos sistemas no vale la pena detenerse para anotarlas en este trabajo.

9. Elementos Complementarios del Sistema

La "Captación de lecho Filtrante" tiene dos elementos importantes complementarios, una válvula flotador y un sistema de desinfección.

9.1. La válvula de flotador instalada en el extremo final de las tuberías de conducción, en las cámaras de quiebre, si las hay, y en el

tanque de almacenamiento tiene por objeto hacer que el filtro trabaje sólo cuando se requiera agua, es decir, que en las horas de consumo nulo, todo el sistema se para y por lo tanto la captación no trabaja, alargando de este modo los intervalos de limpieza del filtro.

9.2. El sistema de desinfección, normalmente se instala cerca al tanque de almacenamiento, debido a los métodos tan sencillos que se han logrado desarrollar, en nuestros países.

Entre los elementos que más se usan, vale la pena destacar el hipoclorinador de cabeza constante, y las bombas eléctricas de diafragma.

Generalmente estos equipos se montan dentro de una pequeña caseta en la cual también se encuentran los tanques para preparar la solución. (Ver figura Nº 06).

10. Operación y Mantenimiento

El filtro comienza a operar tan pronto como se cierra la válvula o compuerta de lavado. El nivel de agua va subiendo rápidamente tanto detrás del dique, como dentro del decantador.

Tan pronto se equilibra los gastos de entrada y salida, el excedente comienza a verter por sobre la presa. Esta corriente que se establece en la zona superficial es la encargada de mantener libre de hojas y materiales flotantes, toda la superficie del embalse.

La carga hidráulica sobre el filtro es la encargada de hacer circular el agua hacia el interior del elemento recolector. Las pérdidas iniciales fluctúan entre 3 y 5 cms., así que el nivel de agua dentro del decantador inicialmente se encuentra a esa distancia por debajo del nivel en el vertedero del dique.

A medida que el filtro cumple con su finalidad, se va colmatando y esto se traduce en un descenso progresivo del nivel de agua dentro del decantador.

Es así como, cuando se alcanza un cierto valor máximo prefijado a voluntad por el Fontanero y según las instrucciones dadas por el Constructor del sistema, se procede a lavar el filtro.

Existe dos modalidades para lavarlos, según se trate de un sistema para poco caudal construido en una fuente de baja turbiedad. (Ver figura Nº 02), o del sistema para fuentes de alta turbiedad. (Ver figura Nº 01).

En ambos casos el lavado requiere el uso de un rastrillo y una garlacha.

El Fontanero dentro del embalse y utilizando el rastrillo, floja la capa superficial de tal manera que facilita la acción de la garlacha. En este momento la misma corriente se encarga de empezar a sacar el lodo acumulado. Luego el Fontanero empieza a lavar la grava, utilizando la misma técnica que emplean los lavadores de arena de un río. El lodo poco a poco empieza a flotar y es evacuado del sistema después de unos pocos minutos (20 aproximadamente), el filtro se encuentra lavado y en condiciones de operar nuevamente. Hecho esto, se procede a lavar el decantador, para ello sólo basta abrir la válvula instalada para tal fin.

Para fuentes de alta turbiedad, el proceso se alarga un poco y puede demorar en total unos 45 minutos. Veamos a continuación cuál es el modo de operar el sistema: Tan pronto como se tome la decisión de iniciar el lavado el Fontanero debe remover la grava que se encuentra detrás de la cortina utilizando para ello el rastrillo y la garlacha, el lo-

do es sacado fuera del sistema tal como ya se explicó. Luego procede a remover la gravilla que se encuentra dentro del dren superior. (Ver figura N° 01). Esta operación debe hacerse hasta tener un afluente claro, libre de lodo.

Una vez hecho lo anterior, se debe proceder a abrir la válvula de lavado del decantador. El nivel de agua dentro del mismo, desciende hasta el fondo de tal suerte que permite ver la boca de entrada del dren inferior. Como este se encuentra parcialmente obstruido, no trabaja a sección plena, así que es posible atrapar aire en su interior cerrando solamente la válvula; el dren superior permite la entrada abundante de agua de tal suerte que en el dren inferior quede aire confinado. Cuando el nivel de agua en el decantador llega al punto máximo, la carga hidráulica que produce, induce el aire atrapado en la tubería a aflorar hacia la superficie y en ese recorrido remueve las gravillas de abajo hacia arriba, haciendo flotar el lodo. El proceso de abrir y cerrar la válvula se repite dos o tres veces y se suspende cuando se ve la arena limpia de lodo.

Mientras se hace el lavado, en cualquiera de los dos casos, debe mantenerse cerrada la válvula de salida hacia la conducción.

Es importante anotar que el proceso de lavado debe hacerse con regularidad para evitar la colmatación excesiva del filtro, lo cual en caso de que se presente obliga a efectuar una remoción más a fondo, pero co-

mo la presa no tiene sino 1.0 M. de altura, el trabajo no es excesivo y puede tomar un máximo de 90 minutos.

El diseño del sistema contempla la construcción de un depósito (Ver figura N° 01), en el cual se encuentra la rueda de manejo de compuerta de vaciado del dique, y se aprovecha para guardar allí los elementos de limpieza, a saber: rastrillo, garlacha y botas de caucho.

11. Calidad del Agua Obtenida

El sistema mejora notablemente la calidad del agua desde el punto de vista de turbiedad, olor, sabor y algo de color.

Como el agua es poco profunda y permanece durante un cierto tiempo en contacto con el medio filtrante, se alcanza a formar un extracto biológico compuesto de bacterias, algas filamentosas y placton en general, y es así como a medida que se "madura" el lecho, se va aumentando su eficiencia bacteriológica obteniéndose reducciones porcentuales del NMP/100 ml, entre el 85-95%.

La turbiedad se disminuye a tal punto que permite el uso de medidores en las viviendas.

Vale la pena destacar los resultados obtenidos en tres sistemas ya construidos. La muestra N° 01 se tomó antes del filtro y la N° 02 en el decantador. Los exámenes los practicó el Laboratorio del Acueducto de Popayán.

Se obtuvieron los siguientes % de reducción de turbiedad:

Acueducto de:	Muestra N° 01	Muestra N° 02	Reducción %
El Crucero — Caloto	200	0.8	99.6
Honduras — B. Aires	65	1.5	97.7
Las Cruces — Timbío	48	0.8	98.3

En épocas de excesiva lluviosidad las aguas escurren con un valor relativamente alto de color, aunque algo es retenido por el filtro una cierta cantidad alcanza a pasar y quizá este sea el precio que debemos pagar ante la falta de recursos para construir Plantas de Tratamiento en todos nuestros pueblos y veredas.

12. Adaptabilidad del Sistema

Dado que el sistema utiliza un dique y un decantador adosado al mismo, es muy fácil convertir un sistema tradicional de captación al de "Captación de Lecho Filtrante"; generalmente se usa el modelo del gráfico número 02.

Esta captación permite sacar del funcionamiento los desarenadores obteniendo casi siempre un incremento en la altura de presión estática lo cual mejora la capacidad de transporte de las tuberías de conducción.

Muchas veces este pequeño cambio soluciona la falta de agua en una población al incrementar el caudal de llegada al tanque de almacenamiento. Tenemos la experiencia de lo anterior en tres sistemas que hemos convertido al de "Captación de Lecho Filtrante".

13. Complemento del Sistema

Debemos admitir que en este sistema se produce un cierto porcentaje de desinfección natural de agua debido a la acción de la luz solar, la filtración por los extractos biológicos y arenas del elemento filtrante. Como este % no es suficiente se debe complementar con la adición de cloro, generalmente en forma de hipoclorito de calcio o de sodio.

Existe suficiente literatura y en el país se ha desarrollado una bue-

na técnica para la aplicación de este compuesto generalmente por clorinadores de solución a goteo por cabeza constante.

El sistema de cloración se instala en una pequeña caseta (Ver figura Nº 06), construída antes de llegar al tanque de almacenamiento.

Si el sistema es por bombeo, se conecta una bomba de diafragma a la línea de impulsión de las bombas.

14. Comprobación del Sistema

La "captación de Lecho Filtrante" hace siete años dejó de ser una teoría para convertirse en una realidad, es así como en el Departamento del Cauca existen 28 sistemas, los cuales atienden valores de consumo máximo diario comprendidos entre 1.5 y 20 litros (Ver anexo Nº 01).

A medida que avanza en el tiempo sus operadores encuentran según el caso específico de cada fuente, la forma más expedita para lavar su sistema de filtración.

Hasta el momento no se ha presentado la necesidad de desarmar el sistema para limpiarlo completamente, debido a obstrucciones en su sistema de drenaje. La limpieza se ha limitado a realizar las faenas ya descritas.

15. Aceptación del Sistema

La "Captación de Lecho Filtrante" es tan sencilla de construir, de operar y mantener que desde el momento de su construcción los usuarios entienden de qué se trata y como la tecnología usada es de su diario vivir, se convierten en defensores del mismo y siempre hay personas dispuestas a servir de Fontaneros. No hay pues necesidad de recurrir a "Técnicos en operación de Plantas de Tratamiento", los cuales,

desafortunadamente en algunos casos, se constituyen en elementos extraños al medio donde les toca actuar.

Espero que este trabajo sirva para poderles ofrecer a muchísimos

compatriotas que viven en regiones apartadas, la posibilidad de tener agua potable en sus viviendas, lo único que puede asegurarles es que nuestra experiencia ha sido buena y que esperamos seguir construyendo este tipo de obras.

0

**ACUEDUCTOS CONSTRUIDOS POR EL SERVICIO DE SALUD DEL
CAUCA Y QUE DISPONEN DEL SISTEMA DE CAPTACION DE
LECHO FILTRANTE**

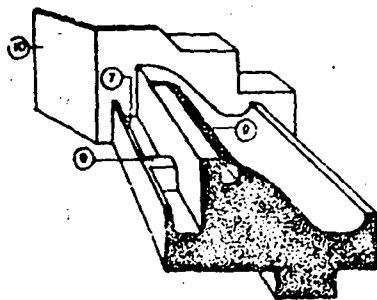
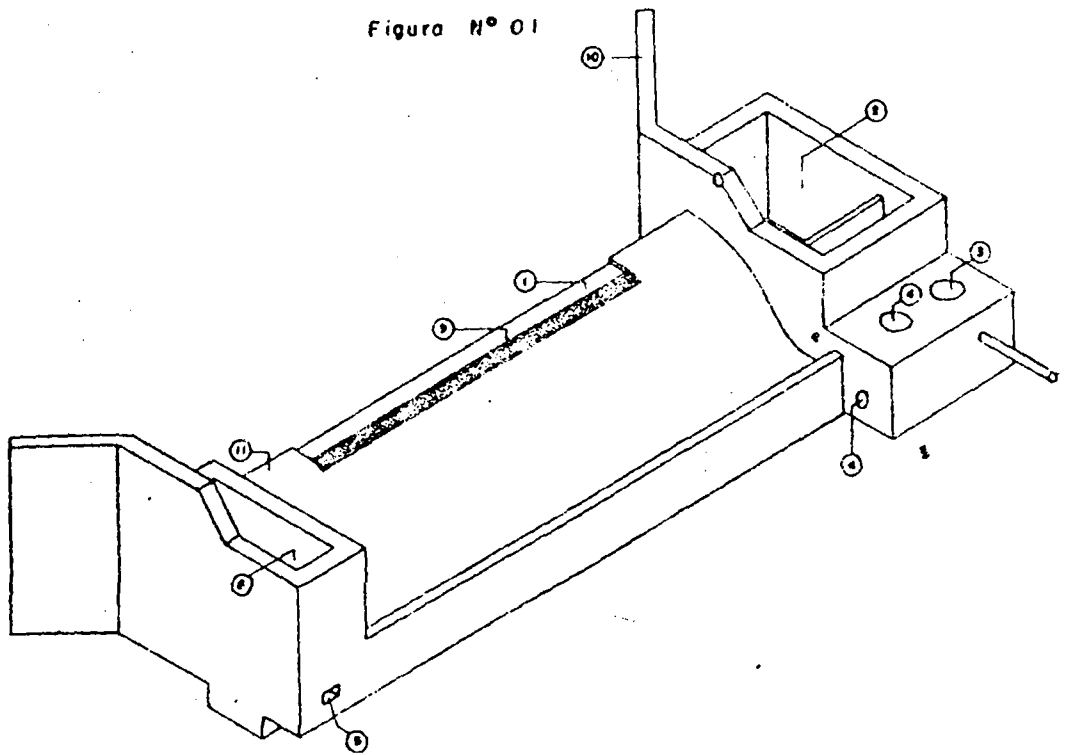
Localidad	Municipio	Construcción Año de	Caudal, Diseño Captación	C. M. D. L. p. s.
1. El Estrecho	Patía	1973	5.0	1.50
2. Galindez	Patía	1973	6.0	2.0
3. San Antonio	Santander	1975	8.0	4.3
4. Santa Bárbara	La Vega	1975	3.0	1.0
5. Caquiona	Almaguer	1977	5.0	2.4
6. Guachicono	La Vega	1977	5.0	2.0
7. Almaguer	Almaguer	1977	24.0	12.0
8. La Playa	Mercaderes	1978	5.0	1.5
9. Alto del Palo	Caloto	1978	15.0	5.0
10. Sucre	Bolívar	1978	12.0	4.0
11. El Porvenir	Buenos Aires	1978	3.0	1.0
12. Tablón-Tabío	Puracé	1979	10.0	3.0
13. Lomitas	Balboa	1979	12.0	3.0
14. Avirama	Páez	1979	3.0	1.0
15. Totoró	Totoró	1979	10.0	5.0
16. El Rosal	San Sebastián	1979	6.0	3.0
17. Honduras	Buenos Aires	1979	40.0	20.0
18. Tálaga	Páez	1979	6.0	2.0
19. Arnazú	Buenos Aires	1979	10.0	4.0
20. El Crucero	Caloto	1979	40.0	18.0
21. Las Cruces	Timbío	1979	40.0	15.0
22. Chondural	Patía	1980	6.0	2.0
23. Segovia	Inza	1980	10.0	4.0
24. San Miguel	La Vega	1980	10.0	5.0
25. Altamira	La Vega	1980	10.0	5.0
26. La Estrella	Silvia	1980	10.0	2.0
27. Mondomo	Santander	1980	18.0	6.0
28. Siberia	Caldono	1980	15.0	5.0

INTAKE DESIGN: Eng. Luis Salazar S.

Filtration Capacity

10 - 40 liter per second

Figura N° 01



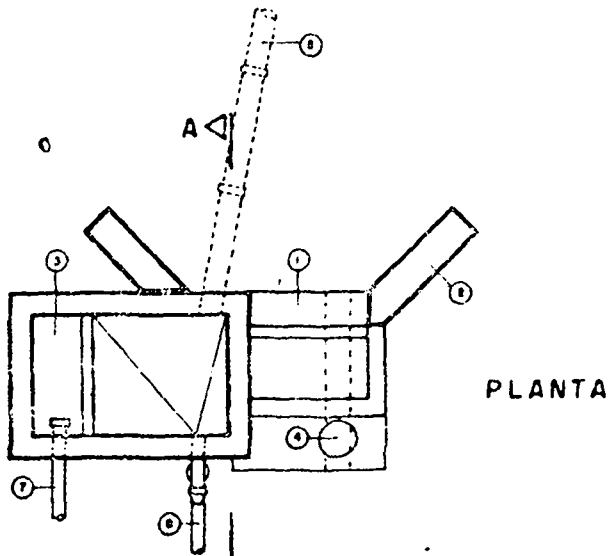
- 1 - Spillway
- 2 - Sedimentation tank
- 3 - Outlet
- 4 - Sedimentation drainage
- 5 - Dam drainage
- 6 - Storage and valve
- 7 - Lower drain
- 8 - Inspection box
- 9 - Upper drain
- 10 - Protection Wings
- 11 - Dike

IVACO

CAPACIDAD DE FILTRACION

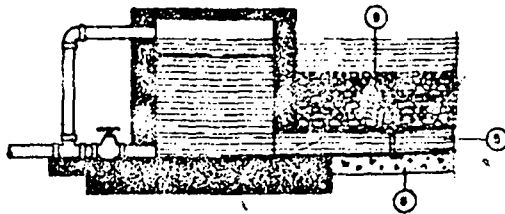
1 - 10 Lps

Figura N° 02



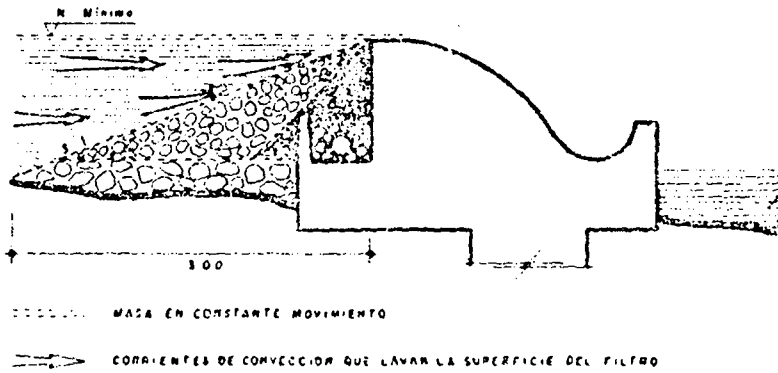
PLANTA

- 1 - Dike
- 2 - Protection Wings
- 3 - Sedimentation tank
- 4 - Dam drainage
- 5 - Drainage Pipe
- 6 - Floor
- 7 - Outlet
- 8 - Drainage
- 9 - Filtering material



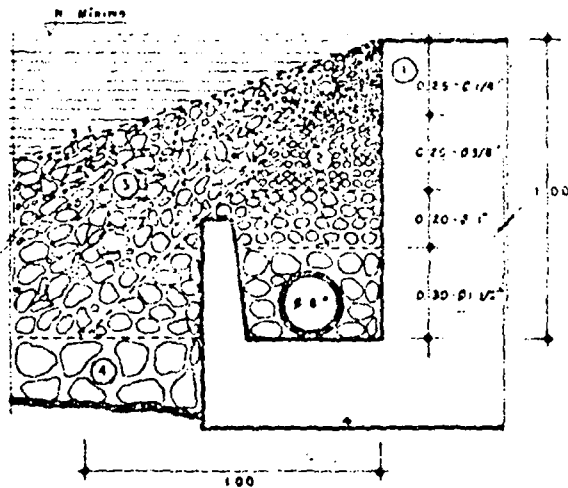
CORTE A - A

Figura N° 03



GRAVEL SIZE

Figura N° 04



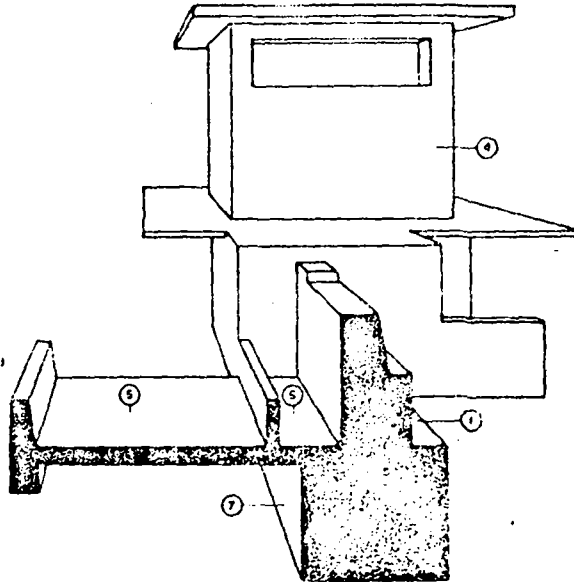
- 1 - Dike
- 2 - Gravel layers
- 3 - Material carried by the stream
- 4 - Stones to complete lower drain level

Sieve	1 1/2	1	3/8	1/4
% passing	100	90 - 100	25 - 60	5 - 40

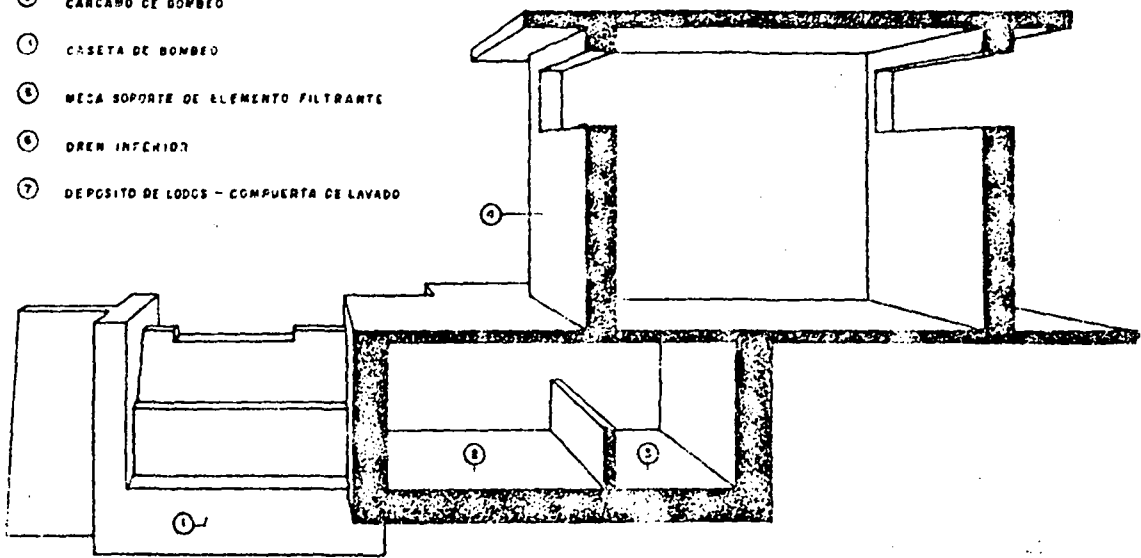
E. S. 070 - 1.0

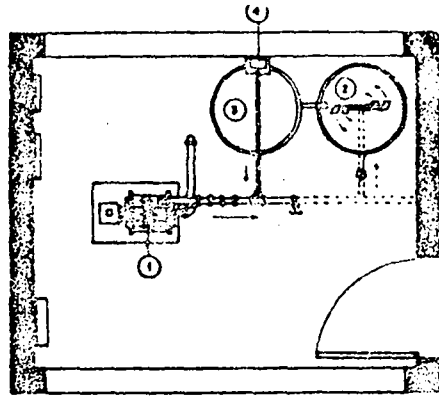
U. C. 16 - 2.2

Figura N° 05



- ① DIAFRAMA
- ② DECANTADOR
- ③ CARCAMO DE BOMBEO
- ④ CASETA DE BOMBEO
- ⑤ MECA SOPORTE DE ELEMENTO FILTRANTE
- ⑥ DREN INTERIOR
- ⑦ DEPÓSITO DE LODO - COMPUERTA DE LAVADO

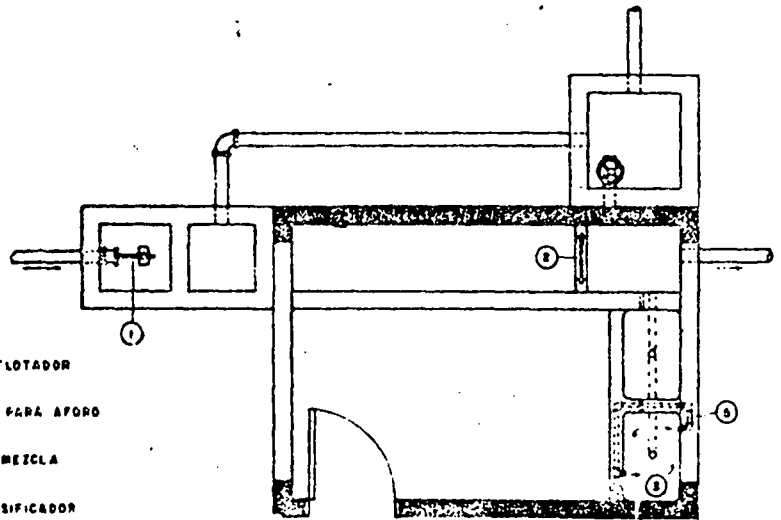




CASETA DE BOMBEO Y CLORACION

- ① FOTO - BOMBA
- ② TANQUE DE MEZCLA - MEZCLADOR HIDRAULICO
- ③ TANQUE DE SUCCION
- ④ BOMBA DE DIAFRAGMA

CASETA - CLORACION



- ① VALVULA FLOTADOR
- ② VERTEDERO PARA AFORO
- ③ TANQUE DE MEZCLA
- ④ TANQUE DESIFICADOR
- ⑤ MEZCLADOR HIDRAULICO

Reconocimiento

Deseo presentar mi agradecimiento a los Señores de la Junta Directi-

va de Acodal por haberme permitido presentar esta modesta experiencia en un foro tan importante como este al cual estamos asistiendo.