

69/3809

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

245.11
83 ES

ESTUDIOS de DIARREA en el QUINDIO

Problemas asociados con el tratamiento del agua

D. Bersh E., M. M. Osorio C.

Este estudio fué realizado bajo el auspicio de las siguientes entidades:

- Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud.
- Comité de Cafeteros del Quindío - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- Fundación para el Desarrollo de la Salud en el Quindío.

245.11-83ES-3809

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	7
II.	RIESGOS QUE OFRECE EL AGUA DE CONSUMO	9
	Hipótesis	12
III.	METODO DE ESTUDIO	12
IV.	ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES	13
V.	RESULTADOS	15
	Promedio de cloro residual	15
	Porcentaje de protección mensual	15
	Riesgos de infección por el agua	16
	Tasa de diarrea	16
VI.	ANALISIS DE LA RELACION CLORO RESIDUAL - DIARREA	18
VII.	CONCLUSIONES	24
VIII.	DISCUSION	24
IX.	RECOMENDACIONES	25
X.	BIBLIOGRAFIA	28

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
AND SANITATION (IRC)
P.O. Box 93150, 2509 AD The Hague
Tel. (070) 814911 ext. 141/142

Rit:

LO: 245.11 82ES

1503809

La diarrea es un fenómeno cuyas causas son múltiples y que además es influido por numerosas contingencias y factores condicionantes, los cuales combinándose pueden plantear variados esquemas epidemiológicos. Por esta razón antes de enfocar el estudio de un aspecto en particular de la diarrea es siempre conveniente determinar el marco de referencia general que permita por una parte delimitar el exámen específico de dicho aspecto y por otra que anticipe las posibles correlaciones de tal aspecto con otros factores envueltos en el fenómeno.

Según el postulado teórico general (1)
 " La diarrea puede ser considerada como una de las variaciones que ocurren en el proceso de salud, en el cual dichas variaciones resultan de la interacción de los factores ambientales y de comportamiento actuando sobre el substrato genético de los individuos y las familias, lo cual eventualmente es modificado por los servicios de salud ". De lo anterior se sigue que los factores ambientales no son los únicos determinantes de la diarrea pero que claramente juegan un papel en ella.

Como en este estudio el interés se quiere centrar en los factores ambientales y dentro de ellos específicamente en el agua conviene entonces describir el papel general del ambiente, el cual se transcribe a continuación (2).

" Papel del ambiente en la diarrea "

En el esquema de Leavel y Clark (5) que *sumariza la historia natural de la enfermedad, se presenta la relación agente - huésped como punto de partida de la etapa prepatogénica. El agente en el caso de la diarrea es básicamente un elemento ambiental, que bien puede ser un virus, una bacteria o un parásito; cada uno de los cuales tiene a su vez relaciones y comportamientos ambientales que le son característicos. De todas maneras para que la diarrea se produzca uno de estos agentes debe llegar al intestino del huésped. Esta es una condición necesaria en las diarreas infecciosas o parasitarias. Según lo anterior el agente debe entrar por la boca, (haciendo la salvedad de algunas vías de entrada como la piel o la respiración,*

que al parecer tienen un papel menor en la epidemiología de las diarreas). Lo que sucede con los agentes etiológicos antes de la ingestión, o mejor antes de llegar a la boca, es lo que ocurre en el ambiente; esto es lo que es importante de ordenar. Según nuestro análisis hay una secuencia que incluye por lo menos seis aspectos, los cuales vistos retrospectivamente como en el análisis de sistemas, se resumen así:

1.- Los agentes infectantes llegan a la boca y son ingeridos.

2.- Hay tres vehículos, por lo menos, de entrada a la boca.

- . el agua.
- . alimentos líquidos y sólidos.
- . objetos que se chupan, mastican o simplemente se introducen en la boca.

3.- Hay por lo menos cinco medios diferentes de contaminación de cada uno de los tres vehículos anteriores.

VEHICULOS	MEDIOS
. Agua	. En la fuente. . En el curso. . En el almacenamiento. . En la manipulación. . En el consumo.
. Alimentos:	. En la fuente. . En el transporte. . En la manipulación. . En el almacenamiento. . En el consumo.
. Objetos:	. Por contacto. . Por manipulación. . En el almacenamiento.

4.- Hay por lo menos cinco elementos ambientales donde se encuentran con mayor frecuencia los agentes etiológicos: desde allí llegan al agua, a los alimentos y a los objetos gracias a los medios antes mencionados; estos elementos ambientales son:

- . Suelo.
- . Objetos.
- . Agua.

- . Manos.
- . Vectores.

5.— Hay por lo menos dos factores de contaminación de los elementos ambientales, que son:

- . El ano (fundamentalmente el humano).
- . Las heces.

6.— Hay por lo menos dos reservorios biológicos en el ambiente productores de heces contaminantes que son:

- . Los seres humanos.
- . Los animales.

Ahora, visto prospectivamente el esquema ambiental opera así: En el ambiente el hombre y los animales eliminan agentes etiológicos de diarreas a través de las heces, parte de las cuales se quedan adheridas al ano. Las heces, si no son eliminadas correctamente en un sanitario o en una letrina van al suelo o al agua contaminando eventualmente distintos objetos como papeles, bacinillas, etc.; desde el suelo y los objetos contaminados pasan a vectores como moscas, cucarachas y ratas; desde el suelo y de los objetos pueden pasar a las manos, pero las manos reciben posiblemente mucho más contaminación del contacto directo con el ano, porque el hombre es probablemente el único animal que emplea sus manos para limpiarse el ano y esto lo hace diariamente. Por esta razón se agregan las manos como elemento ambiental al suelo, al agua, a los objetos y a los vectores. La multitud de manos contaminadas que existen en el ambiente rodeando a una persona ofrecen posiblemente un riesgo ambiental mayor que el de los otros elementos.

Desde estos elementos los agentes causantes de diarrea pasan al agua, los alimentos y los objetos; o bien en la fuente misma de dichos vehículos, o en su curso o transporte, o en su almacenamiento, o por manipulación y contacto o en el proceso de consumir, ingerir o llevarse a la boca alguno de los mencionados vehículos.

Este intento de ordenar teóricamente el papel de los componentes ambientales en la causación de diarrea es obviamente una aproximación a la realidad: no obstante sus limitaciones en alguna

medida muestra como el enfoque simplista del tradicional saneamiento ambiental, como medio para el control de la diarrea, es vago e insuficiente para cubrir las contingencias planteadas en el esquema.

Asociados con la diarrea se han mencionado siempre aspectos económicos, sociales y antropológicos, los cuales actúan como determinantes del comportamiento y del ambiente. Sin embargo es importante distinguir la relación de causa a efecto por niveles para evitar errores de lógica. Por ejemplo: la mala calidad o insuficiente cantidad de agua de que disponga una familia o una comunidad puede tener relación estrecha con lo económico y lo social, pero esto no cambia el orden ni las relaciones planteadas en el esquema de ambiente que se ha propuesto, pues a partir de tal esquema puede y debe proseguirse el análisis aclarando diferentes niveles de causa a efecto. En general se puede decir que mejores condiciones de vida pueden modificar los elementos, los medios y los vehículos ambientales; pero esto también puede ocurrir a través de cambios en el comportamiento inducidos por la educación.

Papel del comportamiento relacionado con el ambiente:

La proposición IV de la teoría que explica la dinámica del fenómeno de la salud (6) dice: " El comportamiento no actúa sólo sino asociado a cada uno de los otros tres grupos de factores. Con ellos forma conjuntos de combinaciones, cuyos resultados son lo que en última instancia influyen en la dinámica de la salud ". Lo que establece la proposición anterior es que el comportamiento actúa asociado al ambiente, al componente genético y a los servicios de salud. Esto circunscribe el análisis notablemente, pero es necesario aclarar cuáles son los conjuntos de combinaciones que se mencionan en la proposición citada. Este punto lo aclara la misma teoría que dice en su parte explicatoria (7) : " El estudio del comportamiento separado de hechos prácticos no conduce al entendimiento del fenómeno que se desea comprender, porque el comportamiento separado de la realidad y de la acción es una abstracción bastante difícil de lograr, pues para poder

*comportarse las personas necesitan estar en una situación (*) y tener en ella la posibilidad de acción física o mental; advirtiendo que la expresión posibilidad de acción incluye la no acción como alternativa ... En consecuencia con lo anterior es necesario establecer cuáles son esas situaciones "; y conforme con la misma teoría para determinar dichas situaciones hay que referirse a cada microproceso de salud.*

La descripción del papel del ambiente hecha en el capítulo anterior plantea la fase ambiental del microproceso de diarrea; de él se deducen fácilmente las situaciones en las cuales el comportamiento puede alterar dicho proceso durante la fase ambiental. Si el esquema es lógico y suficiente indicará el mayor número de contingencias posibles de comportamiento que razonablemente se asocian con el microproceso ambiental de diarrea. En contraste, si se trabaja sin un esquema el número de comportamiento incluidos puede ser tanto insuficiente como excesivo, y aquellos pueden ser tanto pertinentes como irrelevantes por la ausencia de la guía teórica.

Del conjunto de factores ambientales antes descritos tomamos el agua para circunscribir el campo de estudio.

En el papel que el agua juega en la diarrea puede actuar como elemento contaminante o ser directamente un vehículo para la penetración de agentes patógenos al organismo. En este estudio el interés se centrará en el papel del agua como vehículo de agentes patógenos, más específicamente en la producción de diarrea por ingestión de agua contaminada.

** Conforme con las teorías en psicología el comportamiento es: " la forma o manera típica de reaccionar de una persona frente a una situación determinada ". En este concepto se destacan dos cosas. La primera es que la reacción, o sea lo que la persona hace o deja de hacer en una situación, es típica en ella. Lo segundo es que el comportamiento se asocia con situaciones determinadas. V. g. ante la situación de encontrar un conocido en la calle la reacción típica, o sea el comportamiento, puede ser saludar; o ante la situación de una ofensa la reacción típica puede ser de cólera, etc..*

RIESGOS QUE OFRECE EL AGUA DE CONSUMO

Desde hace algún tiempo se ha sostenido que con sólo el suministro de agua en cantidad adecuada se logra una mejor higiene en las familias y con ello se obtiene una reducción de las enfermedades infecciosas, en particular las diarreas (3,4,5,6,7). Sin embargo hay observaciones que desvirtúan la afirmación anterior, la cual, quizás, se ha simplificado mucho pues es lógico que si paralelamente al suministro del agua no concurren cambios en las prácticas y hábitos higiénicos es poco probable que se logren los efectos mencionados (8, 9).

Mayor énfasis se ha dado a la calidad del agua como factor determinante de la diarrea lo cual ha sido verificado en numerosos estudios (10 - 11). Bacterias, virus, hongos y parásitos han sido identificados en el agua y en forma detallada se han estudiado los brotes de diarrea de origen hídrico, causados por dichos agentes. La medida sanitaria para efectuar el control de los microorganismos en el agua ha sido el tratamiento de la misma por medio de la filtración y la desinfección, medida que hoy no se discute sino que se difunde.

Por la firme creencia de que el agua es el más importante factor epidemiológico en la diarrea se ha dedicado mucho esfuerzo al suministro de agua y a la potabilización de la misma. Sin embargo en un estudio integral de la diarrea en una comunidad observamos una rebelde morbilidad, aparentemente asociada al agua, que no se ha podido controlar

El análisis, por una parte, de la información científica existente y por la otra los hechos y algunas observaciones consecuentes con lo anterior nos han llevado a las siguientes conclusiones.

Por mucho tiempo se dió más importancia a los agentes etiológicos bacterianos en la epidemiología de la diarrea ocasionada por aguas contaminadas y parcialmente a los parásitos, especialmente a la A. Histolítica. El interés por los virus es relativamente reciente, por lo tanto el tratamiento del agua en las últimas décadas se hizo pensando más en la contaminación bacteriana.

Los desinfectantes como el yodo, el ozono y, especialmente el cloro han demostrado su eficacia en el control de las bacterias del agua. El indicador de contaminación fecal del agua ha sido tradicionalmente una bacteria (E. Coli) la cual es claramente susceptible a dichos desinfectantes.

Pero hoy se sabe que más de 100 tipos diferentes de virus entéricos humanos pueden estar en el agua (12) los cuales incluyen: polivirus, echovirus, coxsackievirus, adenovirus, reovirus, rotavirus, hepatitis A., agentes tipo Norwalk y parvovirus. Estos virus pueden producir no sólo diarrea sino otro tipo de patologías como: parálisis, meningitis, enfermedades respiratorias, enfermedades cutáneas, miocarditis, encefalitis, conjuntivitis y hepatitis.

El poder infectante de algunos virus es enorme pues una sola unidad infecciosa viral puede llegar a causar la infección en el hombre (13) y en un solo gramo de heces puede haber 10^9 partículas virales. Adicionalmente hay evidencia de que dichos virus pueden sobrevivir por varios meses en el agua y resistir los procedimientos de tratamiento convencionales de la misma.

Un aspecto aún de mayor importancia epidemiológica es el siguiente (14) " Las bacterias usadas como indicadores convencionales para evaluar la seguridad de suministros de agua potable han demostrado que son significativamente menos resistentes que los virus a los factores ambientales y a los procesos de tratamiento de agua y aguas de desecho. Por consiguiente: **los virus entéricos pueden estar presentes en un agua que muestre pocos o ningún signo de contaminación bacteriana**".

La aplicación de cloro aún a niveles de concentración efectiva para bacterias no es suficiente para los virus; estos requieren residuos de cloro libre disponible de 0.5 mg. por litro, mantenido durante un tiempo de contacto de 30 - 60 minutos, o con ozono residual de 0.2 - 0.4 mg./l mantenido durante cuatro minutos (15). Obsérvese que debe ser cloro libre y no cloro combinado que es mucho menos activo como viricida.

Con estos hechos en mente analicemos el comportamiento de la diarrea en el departamento del Quindío, región de unos 500.000 habitantes.

El gráfico No. 1 muestra la historia de la diarrea en el Quindío expresada en una tasa por 10.000 para los casos de diarrea en menores de cinco años. (Tomado de los informes epidemiológicos cuatrisesmanales del Servicio Seccional de Salud del Quindío).

El análisis del comportamiento de la enfermedad a lo largo de ocho años revela entre otras cosas: a) una tendencia creciente hasta el año de 1.978 y luego una tendencia decreciente que se ha sostenido por cuatro años. Este fenómeno hasta el momento se ha explicado por el apreciable esfuerzo educativo realizado durante este último período, concentrado sobre la prevención de la diarrea. b) una repetida aparición de bruscas variaciones en las tasas mensuales, las cuales muchas veces desbordan el promedio esperado más dos desviaciones estandar, que sería el límite indicativo de brotes epidémicos. c) a final de 1.981 se observó un fuerte brote que produjo alrededor de 1.500 casos en solo tres días y cuyo comportamiento epidemiológico, clínico y posteriormente de laboratorio llevó a la conclusión de haber sido causado por rotavirus y posiblemente diseminado por el agua dada la aparición simultánea de casos en toda la ciudad (16).

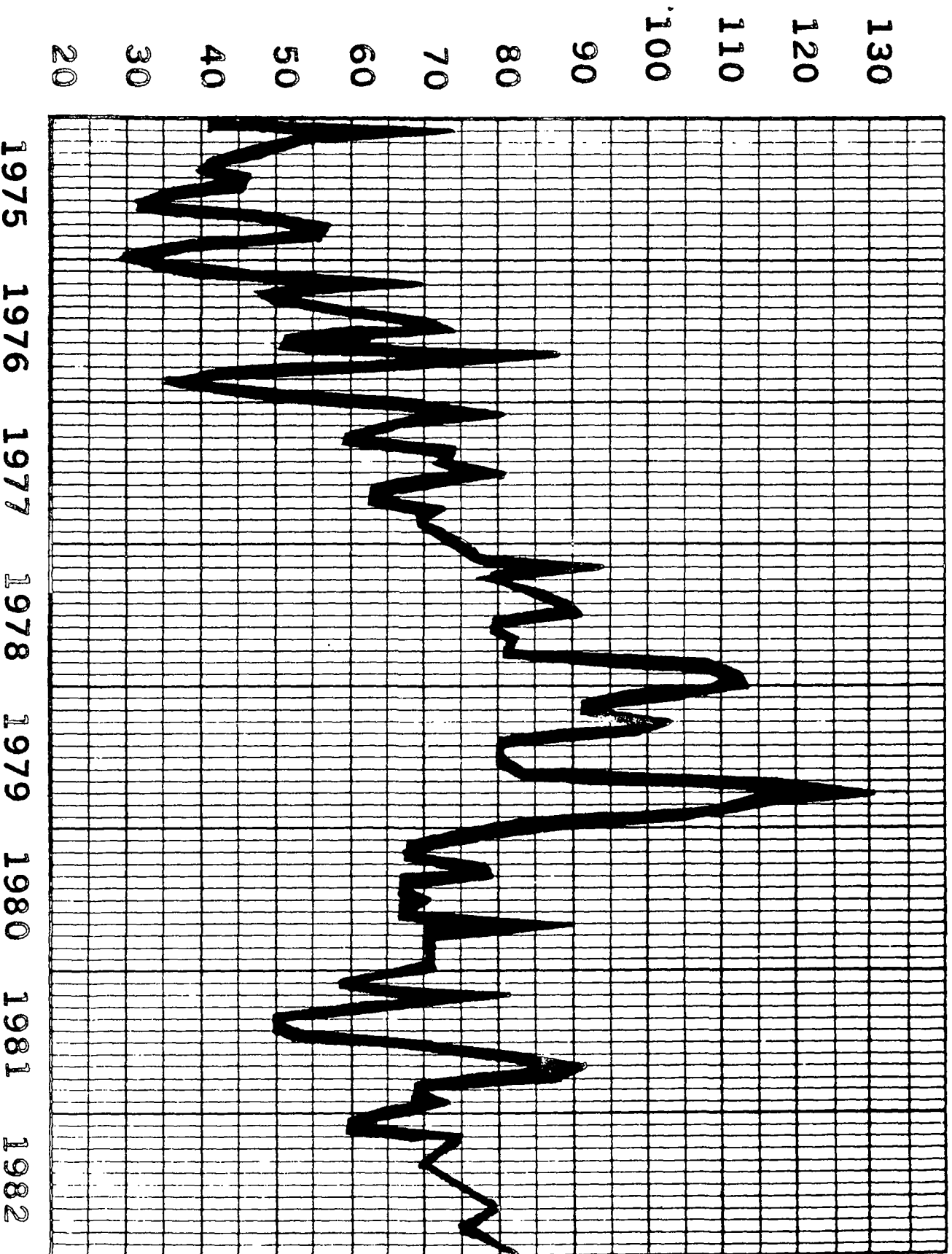
Los estudios realizados en la zona (1) muestran como un sinnúmero de factores asociados con el comportamiento pueden explicar buena parte de la morbilidad diarreica y sus tendencias generales, sin embargo las grandes oscilaciones de la morbilidad permanecen en un campo de explicación hipotético. Los aspectos observados antes mencionados, hicieron surgir una sugestiva hipótesis para explicar tales oscilaciones, hipótesis por demás obvia, pero con interesantes subproductos prácticos como se verá posteriormente.

La hipótesis propuesta es que tales variaciones caracterizadas por apreciables aumentos de la morbilidad por diarrea en buena parte deben ser causadas por infecciones de origen hídrico que afectan un gran número de personas.

1981 1982

Morbilidad por diarrea en el Quindío.

Tasa por 10.000 en menores de 5 años en un período epidemiológico de 7 años.



Para verificar esta hipótesis se formularon algunas explicaciones complementarias. En primer lugar se asumió que si el incremento significativo de casos de diarrea en un período dependía en alguna forma del agua de los acueductos que abastecen la región, debió estar contaminada durante ese mismo período por agentes patógenos. En segundo lugar se supuso que si el agua tuvo poder patógeno durante tales períodos para afectar a un gran número de habitantes entonces el sistema de tratamiento de la misma no debió ser suficientemente efectivo; pues contaminaciones masivas del agua inadecuadamente tratada explicarían mejor el fenómeno que contaminaciones individuales por distintos mecanismos.

Por otra parte se estableció, pensando en términos de probabilidades, que una fuente superficial de agua que no se contamine con aguas servidas en forma regular es posible que presente E. Coli en los cultivos pero ello no implica que todos los días y todas las horas dicha agua contenga gérmenes patógenos; porque es lógico suponer que una fuente de agua ofrece riesgos de contaminación patógena sólo cuando recibe materias fecales de un enfermo o de un portador de agentes patógenos y tal cosa es más una eventualidad que un hecho de ocurrencia ininterrumpida.

Hipótesis

De lo anterior se sigue que hay un grado de contingencia de contaminación de las fuentes con gérmenes patógenos y por otra parte que hay también un grado de contingencia de que un agua que está siendo tratada con un agente germicida tenga períodos en los cuales el tratamiento no sea suficientemente efectivo. Cuando estas contingencias se cruzan se deben producir brotes de diarrea.

METODO DE ESTUDIO

La verificación de la hipótesis anterior exige estudiar una situación en la que se puedan controlar las variables propuestas; lo cual implica por una parte que exista un acueducto con tratamiento regular del agua y por otra la disponibilidad de información sobre morbilidad diarreica en la población servida por el acueducto con agua supuestamente potable. Estas condiciones se dan en Armenia (*) y por lo tanto se tomó esta ciudad para el estudio.

Siguiendo la idea central en la investigación, tal como está expresada en la hipótesis presentada, es necesario observar durante un período suficientemente largo las variaciones de la diarrea y paralelamente es indispensable indagar cómo fué el tratamiento del agua en dicho período y cotejar entonces la posible asociación de una mayor frecuencia de diarrea con fallas en el tratamiento del agua.

Un estudio de este tipo puede ser prospectivo o retrospectivo. Si la calidad de la información existente es satisfactoria la técnica retrospectiva es apreciablemente más rápida y económica; en el caso de Armenia la información era satisfactoria, entonces se optó por el método retrospectivo.

Para la observación de las variaciones de la morbilidad por diarrea se decidió usar la serie de informes epidemiológicos cuadrisemanales los cuales en la ciudad de Armenia, donde son regulares y de buena calidad, condensan la información de las instituciones de salud.

De esta fuente se hizo una estimación de la tasa de diarrea en menores de cinco años por considerar más preciso y sensible este índice que la tasa general, en particular por la sospecha de que un buen número de casos de diarrea de origen hídrico y de etiología viral atacan preferencialmente a los niños en este grupo de edad.

* Armenia Capital del departamento del Quindío cuenta aproximadamente con 200.000 habitantes.

Se determinó que la serie histórica de morbilidad por diarrea cubriera un período de cinco años para poder tener un panorama de variaciones lo suficientemente grande.

Para la observación de las fluctuaciones en el tratamiento y calidad del agua se decidió tomar la información sobre cloro residual. En primer lugar porque existe evidencia que un nivel fluctuante entre 0.5 y 1 parte por millón de cloro residual es suficiente para desinfectar el agua; en segundo lugar porque aunque en el acueducto de Armenia se efectúan regularmente cultivos de agua en la red para detectar contaminación dichos cultivos no alcanzan el número suficiente para una investigación de este tipo y además porque está demostrado que un cultivo negativo para E. Coli no es necesariamente negativo para virus (14).

Se decidió estudiar el nivel de protección con cloro residual con un límite inferior de 0.5 P. P. M. (Parte Por Millón). Se acordó en tomar los datos de cloro residual de los ocho años comprendidos entre 1.975 y enero de 1.983 registrando dichos datos día a día y teniendo en cuenta las diferentes pruebas diarias. Esta información fue tomada de los archivos de la planta de tratamiento de agua de la ciudad de Armenia mediante la cooperación del personal técnico de dicha planta. Como información complementaria se recolectó simultáneamente el dato de cloro aplicado día a día durante los ocho años.

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES

Para poder estudiar la posible asociación entre las variaciones de la morbilidad por diarrea y las variaciones en la calidad de agua —según el cloro residual— es indispensable un planteamiento lógico antes del análisis estadístico. Como se habrá señalado en el marco teórico que introduce esta investigación una fuente de agua, en este caso la que surge el acueducto de Armenia es posible que presente en forma más o menos continua cultivos positivos para E. Coli que sugieren contaminación fecal; pero esto no implica que el 100 por ciento del tiempo el agua esté contaminada por gérmenes patógenos (shigellas, salmonellas, E. Coli enteropatógena, rotavirus, etc.). Es probable, si, que la contaminación patógena sea frecuente, pero desconocemos dicha frecuencia. Este hecho puede tener importantes consecuencias en los resultados de este estudio; pero por el momento lo único que podemos decir al respecto es que ignorando cuando ocurre la contaminación patógena la protección por medio del tratamiento del agua debe ser hora a hora, día a día y mes a mes en forma ininterrumpida. Sólo una protección el 100 por ciento del tiempo con niveles de cloro residual entre 0.5 y 1 P. P. M. pueden cubrir los riesgos de contaminación. Una falla en la aplicación del cloro, bien porque no se aplique o porque no se llegue al nivel útil puede desencadenar o no un brote de diarrea, todo depende de que tal falla se cruce con la contingencia de contaminación con un germen patógeno.

De aquí que al analizar el grado de protección que la aplicación de cloro ha dado al agua de Armenia en el período de los ocho años anteriores sea necesario ordenar los datos en forma tal que dicho análisis sea posible. Se diseñó entonces una tabla con el siguiente fundamento: si el cloro residual durante uno de los meses estuvo siempre en o por encima del nivel escogido de 0.5 partes por millón durante el 100 por ciento de los días del mes entonces la protección sería de 100 (valor máximo asignado que significa protección

TABLA A

COLOR RESIDUAL		VALOR
0.5 ó más	en 100 o/o del período	100
0.5 ó más	entre 90 - 99 o/o del período	90
0.5 ó más	entre 80 - 89 o/o del período	80
0.5 ó más	entre 70 - 79 o/o del período	70
0.5 ó más	entre 60 - 69 o/o del período	60
0.5 ó más	entre 50 - 59 o/o del período	50
0.5 ó más	entre 40 - 49 o/o del período	40
0.5 ó más	entre 30 - 39 o/o del período	30
0.5 ó más	entre 20 - 29 o/o del período	20
0.5 ó más	entre 10 - 19 o/o del período	10
0.5 ó más	entre 1 - 9 o/o del período	0.5
0.5 ó menos y no aplicación de Cl		0

del 100 por ciento durante un mes). A partir de este punto la protección va decreciendo paulatinamente como sigue:

(Ver Tabla A).

Por otra parte como los informes epidemiológicos cuatrisesmanales no coinciden exactamente con los meses calendario fué necesario agrupar correctamente la información del cloro para poder comparar los datos por períodos equiparables.

RESULTADOS

Promedio de cloro residual

La segunda columna del cuadro No. 1 muestra la serie de datos de cloro residual por cada período epidemiológico de cuatro semanas de 1.978 a 1.982. Cada cifra es el promedio de los datos diarios de cloro residual del período cuadrisemanal, expresado en partes por millón. Por ejemplo: la primera cifra, que es 0.44, es el promedio del cloro residual de los 28 días del primer período epidemiológico. Se optó por esta forma de presentación de los datos por ser la que mejor representó las distintas eventualidades de cloración, señalando que es necesario agregar algunos criterios adicionales para hacer que el análisis refleje mejor la realidad.

Para formularse una idea de lo que representan estas cifras puede ser útil recorrer la segunda columna del cuadro No. 1 teniendo en mente que posiblemente el nivel útil de cloro residual es de 0.5 P. P. M. La observación muestra numerosos períodos por debajo de 0.5, indica además que en los últimos años en general el cloro residual ha sido más alto; pero fundamentalmente revela variaciones que son significativas desde el punto de vista del análisis.

Porcentaje de protección mensual

Como el promedio de cloro por período da sólo una idea de la tendencia central del fenómeno y no describe las variaciones alrededor del promedio se optó por describir adicionalmente el fenómeno a fin de dar una idea del porcentaje de días del período que tuvieron un nivel de cloro por encima de 0.5 P. P. M., lo cual muestra mejor la protección conferida por la desinfección del agua. La tercera columna del cuadro No. 1 presenta las cifras respectivas cuya interpretación es sencilla. Por ejemplo la primera cifra de la columna es 79 o/o que indica que ese porcentaje de días del período, es decir 22 días de 28, el cloro residual fué de 0.5 P. P. M. o más. Este enfoque de los datos de

Se sabe que para que el cloro residual sea efectivo contra los virus en el agua debe alcanzar por lo menos 0.5 P. P. M. de cloro residual libre (no combinado) y por un período de media a una hora. Este tipo de mediciones no fueron consideradas en este estudio porque no estaban disponibles, pero indudablemente son de gran valor para entender mejor la epidemiología de los virus transmitidos por el agua.

PERIODOS EPIDEMIOLOGICOS DE 4 SEMANAS	PROMEDIO DE CLORO RESIDUAL POR PERIODO	PORCENTAJE (*) DE PROTECCION MENSUAL	RIESGO DE INFECCION POR EL AGUA	TASA DE DIARREA POR 10.000	
1	1	0.44	79.0 o/o	21.0	100
	2	0.22	35.7	64.3	137
	3	0.24	10.7	89.3	123
	4	0.45	42.9	57.1	103
	5	0.37	39.3	61.7	110
	6	0.08	3.5	96.5	132
	7	0.15	3.5	96.5	85
	8	0.23	46.4	53.6	120
	9	0.20	32.1	67.9	125
	10	0.23	10.7	89.3	135
	11	0.16	3.5	96.5	170
	12	0.23	7.1	28.1	118
	13	0.25	0.0	100.0	113
1	1	0.13	0.0	100.0	135
	2	0.06	0.0	100.0	110
	3	0.25	0.0	100.0	100
	4	0.19	0.0	100.0	101
	5	0.03	0.0	100.0	102
	6	0.14	0.0	100.0	103
	7	0.23	14.3	85.7	104
	8	0.21	46.4	53.6	162
	9	0.25	42.2	57.8	170
	10	0.00	0.0	100.0	150
	11	0.00	0.0	100.0	130
	12	0.07	0.0	100.0	95
	13	0.32	21.4	78.6	77
1	1	0.32	50.0	50.1	72
	2	0.22	11.0	89.1	66
	3	0.21	0.0	100.0	52
	4	0.34	14.3	85.7	60
	5	0.41	46.4	53.6	69
	6	0.54	92.8	7.2	54
	7	0.58	89.3	10.7	60
	8	0.53	82.1	17.9	61
	9	0.62	96.4	3.6	69
	10	0.59	85.7	14.3	72
	11	0.71	89.3	10.7	67
	12	0.70	96.4	3.6	61
	13	0.67	100.0	0.0	40
1	1	0.65	85.7	14.3	92
	2	0.45	67.8	32.1	100
	3	0.62	92.9	7.1	80
	4	0.68	96.4	3.5	57
	5	0.58	85.7	14.3	60
	6	0.60	89.3	10.7	70
	7	0.72	100.0	0.0	86
	8	0.75	100.0	0.0	90
	9	0.57	78.6	21.4	128
	10	0.65	100.0	0.0	112
	11	0.56	85.7	14.3	82
	12	0.41	57.1	42.8	80
	13	0.0	0.0	100.0	115
1	1	0.29	39.3	60.7	94
	2	0.74	100.0	0.0	78
	3	0.48	100.0	0.0	77
	4	0.66	90.0	10.0	70
	5	0.42	60.7	39.3	89
	6	0.56	67.8	32.1	92
	7	0.41	53.6	46.4	88
	8	0.39	53.6	46.4	89
	9	0.48	71.0	29.0	350

* Calculado suponiendo que 0.5 P. P. M. de cloro residual da una protección suficiente.

cloración da una idea más clara que el simple análisis del promedio de cloro residual por período tal como aparece en la segunda columna. Compárese a modo de ejemplo, el primer dato de las columnas segunda y tercera. En la segunda se reporta un promedio de cloro residual de 0.44 P. P. M., cifra inferior a 0.5 P. P. M. que es considerado el nivel útil; sin embargo al analizar los datos en la otra forma se registró que el 79 o/o (tercera columna) de los días del período hubo una protección con cloro residual igual o superior a 0.5 P. P. M.. La diferencia se explica por las bajas cifras en el 21 o/o restante de los días del período que hacen bajar apreciablemente el promedio.

La observación de los datos de la segunda columna muestra como en numerosos períodos, a pesar de que se aplicó cloro, ningún día se alcanzó el nivel de 0.5 P. P. M. y en consecuencia el porcentaje de protección fué cero.

Riesgos de infección por el agua

Se puede estudiar la posible asociación entre las variaciones de la morbilidad por diarrea y el tratamiento de agua con cloro, comparando con los promedios de cloro residual, o con el porcentaje de días que tuvieron suficiente cloro durante períodos determinados; pero puede ser más fácil de apreciar, en especial gráficamente, si en lugar de observar el porcentaje de protección se mira el riesgo de infección por el agua.

Esta cifra equivale al porcentaje de días en el período que no tuvieron cloro residual a un nivel de 0.5 P. P. M. o más. La cuarta columna del cuadro No. 3 presenta estos datos, los cuales dicen con equivalencia matemática lo contrario de lo que informan los datos de la tercera columna. En otras palabras: la columna tercera indica que o/o de días no ofrecen riesgo en el período y la columna cuarta señala qué o/o ofrecen riesgo.

Tasa de diarrea

La quinta columna del cuadro No. 1 enlista las tasas de diarrea observadas en Armenia durante los períodos epidemiológicos cuadrisesemanales de los años estudiados.

Durante este lapso la tasa fluctuó en un rango comprendido entre 52 x 10.000 y 350 x 10.000; sin embargo debe señalarse que esta última tasa, de proporción insólita, corresponde a un brote epidémico. Un nivel superior del rango, más acorde con lo usual, es de 170 x 10.000. El promedio general de las tasas es de 98 x 10.000 con una desviación estandar de 31.

En la gráfica No. 2 se presentan las tasas de diarreas del cuadro No. 1. En ella se pueden apreciar fuertes variaciones, que en general coinciden con el principio de las estaciones lluviosas, las cuales en la zona ocurren en los meses de abril - mayo y septiembre - octubre que corresponden a los períodos epidemiológicos IV, V, VI de una parte y IX, X, XI por la otra. Una revisión de los registros de precipitación pluvial durante los años de 1.978, 1.979, 1.980, 1.981, 1.982 confirman la coincidencia con pequeñas variaciones.

El aumento de la diarrea estacionalmente ha sido descrito ampliamente; Mata. L. señala la coincidencia de aumento de la diarrea en Costa Rica al comienzo de la estación lluviosa en mayo y septiembre y durante los meses fríos y secos noviembre - febrero (17).

Otra característica observada en las tasas de diarrea que aquí se describen es una morbilidad en general más alta durante los años 1.978 y 1.979 y más bajo en 1.980, 1.981 y 1.982.

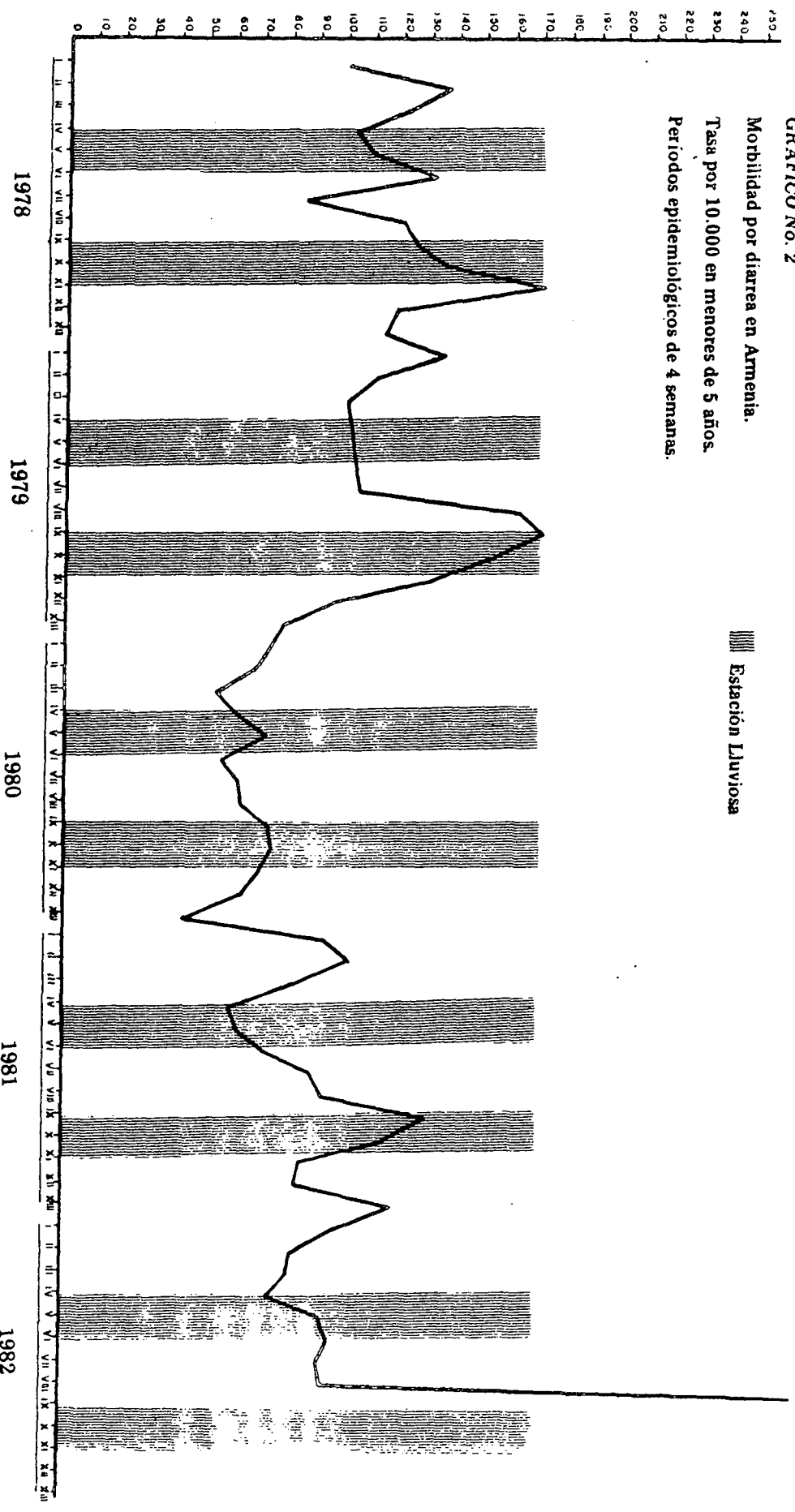
GRAFICO No. 2

Morbilidad por diarrea en Armenia.

Tasa por 10.000 en menores de 5 años.

Periodos epidemiológicos de 4 semanas.

Estación Lluviosa



ANÁLISIS DE LA RELACION CLORO RESIDUAL - DIARREA

El estudio de la relación de estas dos variables cloro residual (x) y diarrea (y) se aborda aquí en diferentes formas desde el punto de vista estadístico; así: se describe gráficamente la relación y luego se analiza la correlación, la regresión y el coeficiente de correlación por rangos de Spearman. Pero indudablemente más importantes que los criterios estadísticos en el análisis son los criterios lógicos de causalidad sin los cuales podrían producirse sesgos de interpretación.

Conviene por lo tanto recordar que las variaciones en la morbilidad por diarrea son influenciadas por numerosas causas y contingencias entre las cuales una es la potabilidad del agua. Por lo tanto las variaciones en las tasas de diarrea no pueden interpretarse llanamente como dependientes de la potabilidad del agua y ésta atribuirse simplemente al cloro residual existente en la misma. Es necesario en consecuencia analizar el fenómeno desde distintos ángulos tratando de verificar la consistencia de la relación e intentar apreciar entonces su magnitud y características que tengan algún valor práctico.

Trabajando con toda la serie de datos del cuadro No. 1 al calcular el coeficiente de correlación entre el riesgo de infección por el agua determinado éste por el o/o de días con más de 0.5 P. P. M. de cloro residual y las tasas de diarreas en los 60 períodos epidemiológicos de los cinco años estudiados se encontró una cifra de $r: 0.47$ (r : coeficiente de correlación). Teniendo en cuenta que la relación mutua entre dos variables puede variar de 0 a 1 siendo $r: 1$ la medida de una estrecha relación se puede decir que el dato de $r: 0.47$

sugiere una correlación moderada en las dos series de números. Al estudiar la regresión que indica la dependencia de la variable y en la variable x se encontró que (R) coeficiente de regresión fué de $R: 0.25$, lo cual sugiere también una dependencia moderada.

El nivel de confianza de r y R a 5 o/o con 60 grados de libertad sería de 0.25 y a 1 o/o sería de 0.32.

En cualquiera de los dos casos $r: 0.47$ y $R: 0.25$ alcanzan niveles matemáticos de relación significativa.

La observación de la gráfica No. 3, en la cual aparecen las gráficas de la diarrea y del riesgo de adquirir diarrea por insuficiente cloración, permite apreciar una sugestiva simultaneidad en muchas de las oscilaciones que indica que cuando aumenta el riesgo aumenta la diarrea y lo contrario. Igualmente se advierte que hay sectores de la gráfica donde dicha simultaneidad es más evidente; tales sectores parecen coincidir con los diferentes niveles de riesgo.

Analizando independientemente los datos de cada año en busca de la relación entre las variables se encontraron algunos resultados interesantes que se presentan en el cuadro No. 2.

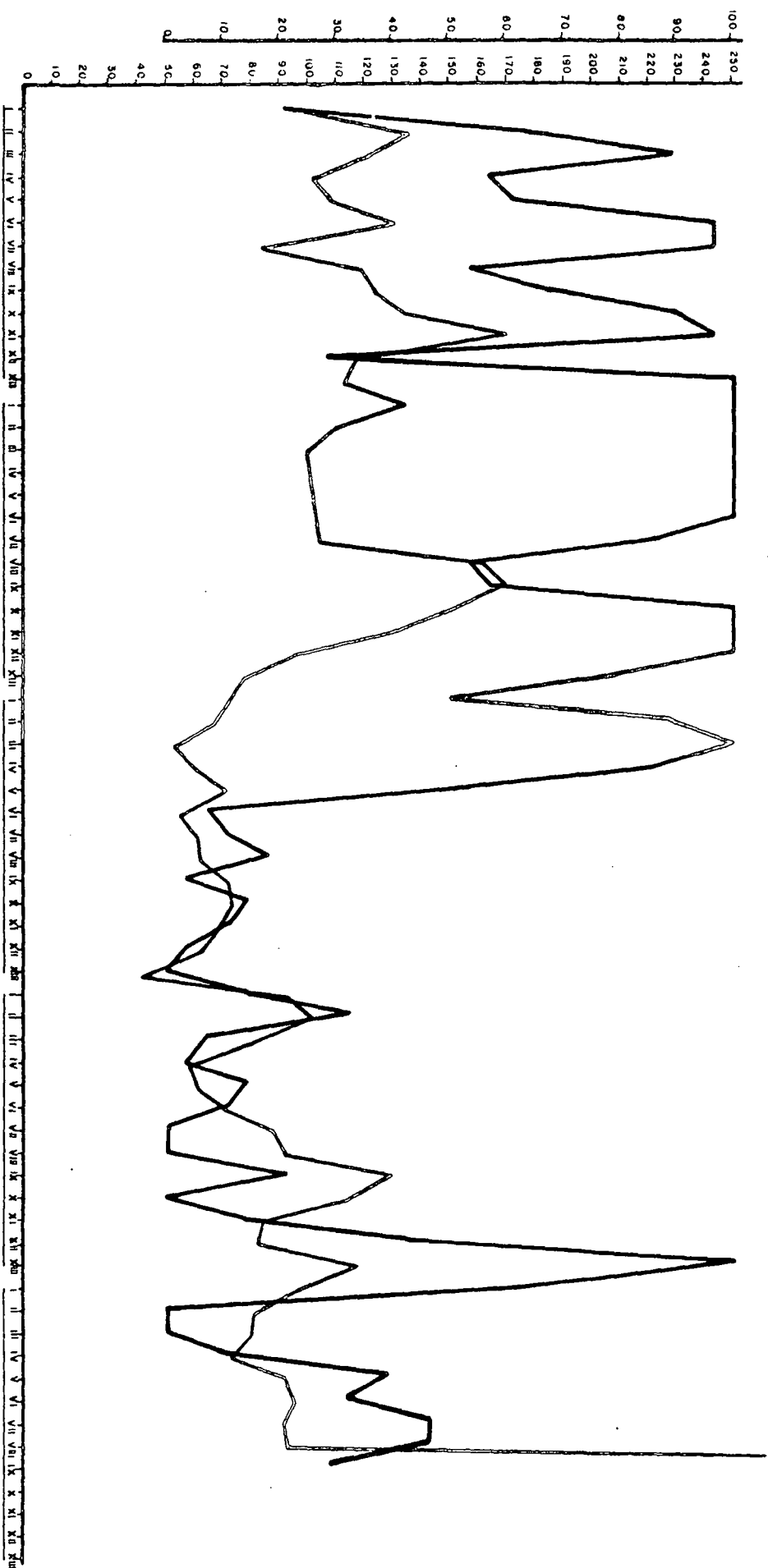
El promedio de cloro residual anual es significativamente menor en 1.978 y 1.979 cuando se compara con 1.980, 1.981 y 1.982 y al mismo tiempo las tasas de diarreas son mucho más altas en los años de baja cloración. Este hecho es la verificación macro de nuestra hipótesis de trabajo en cuyo transcurso presumimos que en muchos acueductos se aplica cloro y se tiene una falsa sensación de seguridad de potabilización del agua cuando en realidad no se llega a un nivel útil de cloro que confiera protección.

Obsérvese como ejemplo en el cuadro No. 2 como en el año 1.978 se aplicó cloro hasta tener un promedio de 0.28 anual de cloro residual y en el cuadro No. 1 se puede verificar que durante todos los períodos a lo largo del año se aplicó cloro pero sin lograr el nivel útil de 0.5 P. P. M.. Este año arrojó una tasa promedio de diarrea de 120. En contraste en el año 1.981 el promedio de cloro llegó al nivel útil de 0.5 y la tasa de diarrea disminuyó en casi un 30 o/o. Nótese que la desviación estandar de las tasas es similar en los dos años.

GRAFICO No. 3

▬ Morbilidad por diarrea.

▬ Riesgo por bajo cloro residual.



CUADRO No. 2.— Comparación de las variables por años.

AÑO	Cloro Residual		Tasa de Diarrea		Coeficiente de correlación
	promedio anual	desviación estandar	Promedio anual	desviación estandar	
1978	0.28	3	120	20	- 0.4
1979	0.15	3	118	27	- 0.06
1980	0.47	6	61	9	- 0.2
1981	0.56	5	88	21	- 0.4
1982	0.53	5	84	8	- 0.8

Los coeficientes de correlación año a año son sugestivos con dos extremos: el año-1980 que marca una estrecha correlación con $r: 0.8$ y el año de 1979 con una mínima correlación de $r: 0.06$. La baja correlación de este año puede explicarse al analizar el cuadro No. 1, en el cual se aprecia que en 1979 el porcentaje de protección fué de cero en la mayoría de los períodos, lo cual indica que el cloro residual la mayor parte del tiempo estuvo por debajo de 0.5 P. P. M. que es el nivel en el cual se espera produzca un efecto en la diarrea, por lo tanto durante este tiempo las variaciones de la diarrea obedecen a otras variables.

El análisis de los datos mediante el Coeficiente de Correlación por Rangos Ordenados de Spearman — variación de las pruebas de correlación que permite el análisis de datos que han sido colocados por rangos u ordenados en relación a la presencia de una característica dada — se efectuó sobre las series de datos de las dos variables investigadas.

Efectuada la prueba dió un (R_s) coeficiente de correlación por rangos ordenados de Spearman de: $R_s: 0.45$, el cual, con 60 grados de libertad, a 5 o/o de confianza debería ser superior a 0.273 y a 1 o/o de confianza debería ser superior a 0.354.

Como quiera que el (coeficiente de correlación de Spearman) fué $R_s: 0.45$ y por lo tanto superior a las dos cifras indicadas se asume que la correlación de los datos ordenados por rangos es significativa.

Teniendo una razonable seguridad de la correlación existente entre las dos variables se buscó establecer algunos valores promedio que sirvieran de referencia para poder predecir en alguna forma el comportamiento de la diarrea frente a las variaciones del cloro residual suponiendo constantes otras variables determinantes de diarrea. Para esto se agruparon los datos del cloro residual por promedios de valor muy semejante. Ver la segunda columna del cuadro No. 3. Se puede apreciar en ella que durante 12 períodos epidemiológicos el cloro fluctuó entre 0.22 y 0.28; esta serie relativamente grande resulta mucho más confiable para obtener un promedio y la medida de variación alrededor del mismo. El cuadro No. 3 ilustra so-

bre las series similares que pudieron obtenerse y los resultados que se lograron de su análisis estadístico. De los resultados parece importante destacar lo siguiente:

- Los datos de cloro en cada serie fluctuaron muy cerca del promedio pues las desviaciones estandar fueron muy estrechas, en ningún caso sobrepasaron el valor de 0.02, lo cual hace más comparables los resultados.
- Las tasas promedio de diarrea disminuyeron en forma muy consistente con el aumento del cloro residual.

Se hizo entonces la correlación de los promedios de cloro y diarrea de las columnas cuarta y quinta y se encontró una correlación de 0.94 que es casi perfecta. Con estos datos se construyó entonces una gráfica de regresión (ver gráfica No. 4), cuyos resultados matemáticos muestran un coeficiente de regresión de Rs: 0.88 el cual indica una clara dependencia estadística entre las dos variables a saber: (y) tasa de diarrea y (x) cloro residual.

Al cotejar las predicciones de Y sobre valores dados de X, usando esta regresión, con predicciones similares de regresiones efectuadas sobre diferentes series de datos tomados del cuadro No. 1 se tienen indicios de que tales predicciones pueden ser confiables y que además dichos valores se ubican en un razonable promedio.

Diferentes pruebas en numerosas series sacadas de las tasas de diarrea del cuadro No. 1 muestran desviaciones estandar que pueden fluctuar entre 12 y 28. Ajustando los cálculos se llegó a una cifra estimada de 19 que coincide con la desviación estandar del promedio de tasas de diarrea sacadas del cuadro No. 3 que fué de 18. Con estos criterios se estima que la variación alrededor del promedio de una tasa dada de diarrea puede ser de más o menos 36 a un nivel de 5 o/o de confianza.

CUADRO No. 3

VALOR	CLORO	DIARREA	PROMEDIO CLORO	PROMEDIO DIARREA
0.2	0.24	123	$\bar{X}: 0.24$	$\bar{X}: 120$
	0.23	120		
	0.23	135		
	0.23	118		
	0.25	113		
	0.25	100		
	0.23	104		
	0.22	66		
	0.28	137		
	0.25	100		
0.4	0.27	162	$\bar{X}: 0.43$	$\bar{X}: 90$
	0.28	170		
	0.41	69		
	0.41	80		
	0.41	88		
	0.42	89		
	0.45	100		
0.5	0.44	100	$\bar{X}: 0.57$	$\bar{X}: 77$
	0.48	103		
	0.54	54		
	0.57	128		
	0.56	82		
	0.56	92		
	0.58	60		
0.6	0.59	72	$\bar{X}: 0.66$	$\bar{X}: 74$
	0.58	60		
	0.59	70		
	0.67	40		
	0.65	92		
0.7	0.68	57	$\bar{X}: 0.73$	$\bar{X}: 76$
	0.65	112		
	0.66	70		
	0.71	67		
	0.71	61		
	0.71	86		
	0.75	77	$\bar{X}: 0.76$	$\bar{X}: 11$
	0.75	77		
	0.75	77		
	0.75	77		

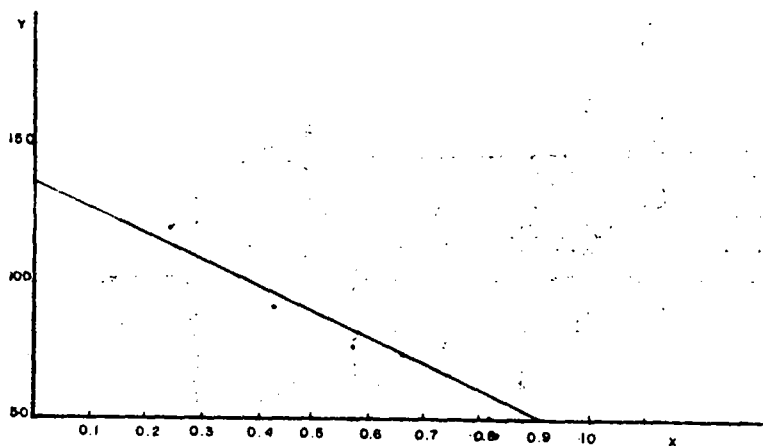
COMPARACION DE VALORES SIMILARES DE CLORO RESIDUAL RELACIONADOS CON TASAS DE DIARREAS.

\bar{X} : PROMEDIO

D.E.: DESVIACION ESTANDAR

GRAFICO No. 4

Regresión lineal.



Utilizando los criterios anteriores se calculó la tasa de diarrea que puede resultar con la aplicación de cloro que asegure 0.5 P. P. M. de cloro residual. En las condiciones epidemiológicas que caracterizan diarrea en Armenia la tasa más probable sería de 86×10.000 .

Pero tal tasa es posible que descienda por razones de azar hasta 50×10.000 , una disminución más allá de este punto sólo ocurriría en el 2.5 o/o de las veces por razones de simple azar. En otras palabras el límite inferior que parece posible alcanzar con una óptima cloración fluctúa alrededor de 50×10.000 , posteriores descensos seguramente dependerán de otros factores determinantes de la diarrea distintos del tratamiento del agua.

La gráfica No. 5 presenta las curvas de diarrea y riesgo de infección por el agua superpuestas sobre cuatro franjas que representan por cuartiles (*) el riesgo creciente por falta de cloro residual. El nivel inferior de la franja más clara es el nivel de riesgo más bajo cuando la aplicación de cloro alcanza por lo menos 0.5 P. P. M. el 100 o/o del tiempo, este nivel coincide con la tasa de diarrea de 50×10.000 . A partir de este nivel las franjas progresivamente grafican los cuartiles de 25 o/o, 50 o/o, 75 o/o y 100 o/o de riesgo.

Con la ayuda gráfica de los cuartiles de riesgo es posible apreciar en conjunto ciertas tendencias.

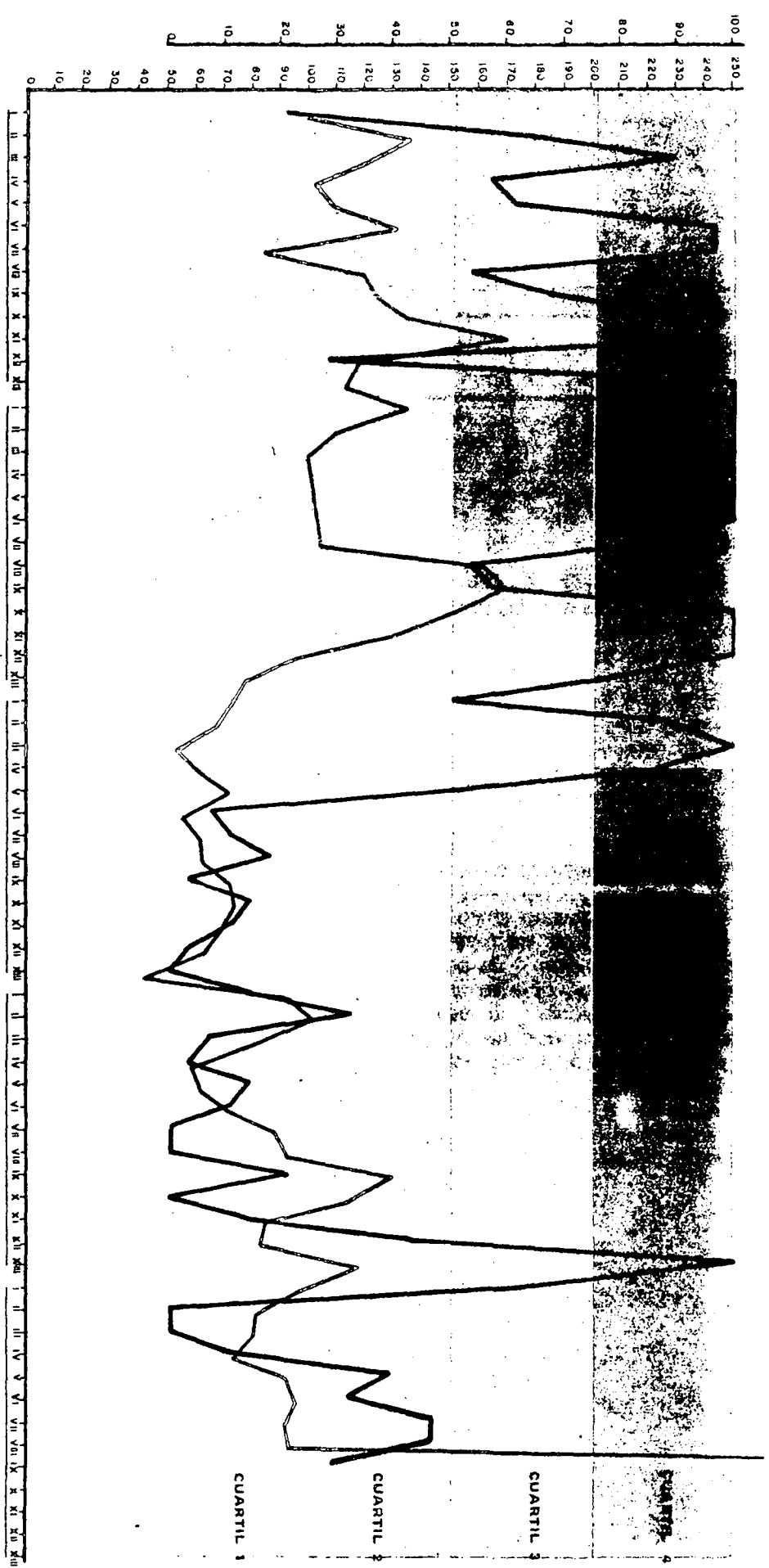
Obsérvese el primer cuartil; en él caen la mayoría de los puntos de la gráfica que representa el riesgo por falta de cloro residual durante parte de 1.980 y en los años siguientes. Lo anterior significa que en estos casos el riesgo fue inferior a un 25 o/o y en consecuencia se ve: como un bajo riesgo es seguido, en general, por tasas bajas de diarreas sin grandes oscilaciones. En contraste apréciase como en dos fracciones de la gráfica se ve un aumento del riesgo seguido de incremento en la tasa de diarrea. Particularmente significativos son los datos de los períodos VII y VIII de 1.982 cuando el riesgo aumentó a 47 o/o hecho que fue seguido de un brote de diarrea.

* CUARTIL: Rango equivalente al 25 o/o de una escala de 100 unidades.

GRAFICO No. 5

Morbilidad por diarrea.

Riesgo por bajo cloro residual.



Durante los años 1.978, 1.979 y parte de 1.980 los puntos de la gráfica de riesgo caen en el tercero y cuarto cuartil, en especial en este último, lo cual significa que el riesgo fluctúa entre el 50 o/o y el 100 o/o pero con énfasis entre el 75 o/o y el 100 o/o. Durante este lapso las tasas de diarrea fueron consistentemente más altas.

CONCLUSIONES

- Examinados los datos bien sea en su totalidad o agrupados por años, por períodos o por rangos se encontró correlación entre las tasas de diarreas y el cloro residual.
- El cloro residual debe alcanzar un nivel por lo menos de 0.5 partes por millón para que sus efectos sean significativos.
- El nivel de 0.5 P. P. M. debe ser permanente pues oscilaciones por debajo de este nivel crean riesgo que se ve correlacionado estrechamente con el aumento de la diarrea.
- En el caso del acueducto estudiado se observan largos períodos en los cuales se ha aplicado cloro al agua pero sin alcanzar los niveles útiles de concentración y de porcentaje del tiempo cubierto con dichas concentraciones; en esos períodos se han producido tasas más altas de diarrea. Como estas tasas se aplican a la población urbana de Armenia su efecto se contabiliza sobre el 60 o/o de la población del departamento.

DISCUSION

En esta investigación no se trató de verificar si el cloro es efectivo o no para desinfectar el agua, pues esto es un hecho ampliamente comprobado en condiciones de laboratorio rigurosamente controladas. Lo que es necesario conocer es si por razones operativas en la aplicación del cloro la efectividad se ve alterada.

En una ciudad que tenga una planta de tratamiento de agua se supone que la aplicación de cloro es continua y en cantidad suficiente, por lo tanto se cree que la morbilidad por diarrea atribuible al agua no es apreciable.

Si esta suposición resulta equivocada sería crítica en términos del control de la enfermedad diarreica por las siguientes razones:

- Porque si bien el agua no es la única causa de diarrea su papel es apreciable en ella.
- Porque el fenómeno de creciente urbanización ha colocado entre el 60 o/o y el 70 o/o de la población bajo el influjo del agua de los acueductos urbanos.
- Porque la mayoría de quienes trabajan en la reducción de la morbilidad diarreica han confiado en el agua de los grandes acueductos, la cual por fallas en el tratamiento puede ocasionar la mayor proporción de casos de diarrea.

Una correcta aplicación de cloro en forma regular y al nivel útil posiblemente se puede detectar en la curva de diarrea porque ésta se caracterizará por oscilaciones más moderadas, sólo interrumpidas por brotes ocasionados por contaminación alimenticia masiva. Este nivel de morbilidad diarreica sólo descenderá por intervenciones sobre las otras variables determinantes de la diarrea.

RECOMENDACIONES

- En este momento, cuando se preparan cuantiosas inversiones en el Quindío para potabilizar el agua es de la mayor importancia diseñar no sólo las plantas de tratamiento, sino los mecanismos administrativos y de control para la aplicación de cloro en forma tal que aseguren un nivel de cloro residual mayor de 0.5 P. P. M. (ojalá cercano a 0.7 P. P. M.) y esto en forma permanente. (Una protección inferior al 85 o/o del tiempo resulta de riesgo apreciable, pues basta un día sin protección con cloro para que un accidente de contaminación desencadene un brote epidémico en toda una ciudad).

Es posible que si estos criterios no se tienen en cuenta la inversión en tratamiento de agua no logre los efectos que persigue en lo que a la salud se refiere.

- Respecto a las plantas de tratamiento ya existentes la recomendación es una extensión de la anterior en lo referente a asegurar mecanismos administrativos y de control del cloro aplicado.

Frente a los hechos estudiados es de singular importancia la existencia de equipos para el monitoreo constante y automático de cloro residual que permitan una corrección inmediata de las cantidades aplicadas según las necesidades del agua.

- Desde otro ángulo puede ser útil pensar que las condiciones de un acueducto de una ciudad de 200.000 habitantes como el de Armenia se pueden repetir en similares, lo cual puede verificarse con relativa facilidad. Medidas de este tipo pueden contribuir significativamente a reducir la morbilidad diarréica en el país.
- Por las razones presentadas en este documento bajo el título **Riesgos que ofrece el agua de consumo**, es

necesario pensar en la conveniencia de lograr los niveles de cloro señalados que permitan un efecto viricida, pues la evidencia disponible no solo muestra que el mayor porcentaje de diarreas son causadas por virus, sino que el agua puede transmitir más de 100 tipos de virus diferentes que causan enfermedades distintas de la diarrea.

- En el mismo capítulo antes citado se indica la limitación que tienen los exámenes bacteriológicos para el control de calidad del agua, porque exámenes negativos para E. Coli pueden ser positivos para virus, de aquí que sea recomendable no confiar totalmente en esta técnica para garantizar la potabilidad del agua.

BIBLIOGRAFIA

1. Bersh D. " Aspectos epidemiológicos y de comportamiento - Estudio de diarrea en el Quindío ". Informe de Investigación. Marzo 1.983
2. Op. Cit. p. p. 4, 5 y 6.
3. Bahl, M. R. " Impact of piped water supply on the incidence of typhoid fever and diarrhoeal diseases in Lusaka ". Med. J. Zambia, 10: 98 - 99 (1.976)
4. White, G. F., Bradley, D. J. " Drawers of water: Domestic water use in East Africa - Chicago ". the University of Chicago Press (1.972).
5. Schliessmann, D. J. et al. " Relation of environmental factors to the occurrence of enteric diseases in areas of Eastern Kentucky ". Publ. Hlth. Monoor. No. 54, pp. 1 - 33 (1.958).
6. Rubenstein, A. et al. " Effect of improved sanitary facilities on infant diarrhoea in a Hopi Village ". Public Health Report., 84: 1093 - 1097 (1.969).
7. Berg L. E. & Mowery, T. M. " Health Program evaluation: Impact study of the indian sanitation facilities construction act Health Program Systems Center ". Tucson Arizona, pp. 1 - 14 (1.968).
8. Feachem, R. et al " Water and health development ". Londres, Tri-Med Books Ltd. (1.978).
9. Shaffer, R., Najai, D. & Kabuleeta, P. " Environmental health among the Masai of Southern Kenya: The effect of water supply changes ". Prog. wat. Tech. 11: 45 - 48 (1.978).
10. Petersen, N. J. & Hines, V. D. " The relation of summertime gastrointestinal illness to the sanitary quality of the water supplies in six Rocky Mountain Communities ". Am. S. Hyg. 71: 314 - 320 (1.960).
11. Levine, R. J. et al " Failure of Sanitary Wells to protect against cholera and other diarrhoeas in Bangladesh ". Lancet, ii: 86 - 89 (1.976).
12. Standar Methods " For the examination of Water and Waste Water ". American Public Health Ass. 15 th. edition. pp. 848 - 849 Washington (1.980).
13. " Virus humanos en el agua, Aguas servidas y suelo ". Informe de un grupo científico de OMS. Serie de informes Técnicos. No. 639. pp. 10 - 11 (1.979).
14. Op. Cit. pp. 38
15. Op. Cit. pp. 40.
16. Bersh D., M. M. Osorio, " Estudio Operativo del sistema de rehidratación oral durante un brote de diarrea ". Informe preliminar.
17. Mata, L. " Epidemiologic perspective of diarrheal disease in Costa Rica and current effect in control ". Rev. Lat - amer. Microbiologia. 22: 109 - 119 (1.981).