

El uso del agua en la Ciudad de México*

El científico debe preocuparse del objetivo de su trabajo y su posible aplicación. Un estudio serio del uso del agua en la zona metropolitana revela que el sistema actual es altamente contaminante, ineficiente y discriminatorio.

JOSE ANTONIO PERALTA**

INTRODUCCION

En el campo de la física aplicada y en general en la investigación científica aplicada, es corriente que los investigadores se desentiendan de las posibilidades de utilización o del uso real que se dé al resultado de sus investigaciones, desembarazándose de tal cuestión con respuestas tales como "nosotros hicimos nuestra parte, lo demás ya no nos concierne...". En realidad este tipo de actitud no es privativo de los físicos; se da en todos los ámbitos de la producción social: los médicos, por ejemplo, aceptan prescribir tratamientos o recetar medicamentos que manifiestamente caen fuera del alcance real del paciente. Esta actitud de indiferencia hacia el destino objetivo de los productos de nuestro trabajo pasa por ser una característica inherente a la investigación científica. Sin embargo, nosotros pensamos que es más bien una característica inherente a determinada forma de concebir y hacer ciencia, y que "semejante trabajo intelectual parcelado, fragmentario, que ha perdido toda visión de conjunto de las actividades sociales en que está insertado, no puede ser sino un trabajo enajenado".¹

Los estudios sobre los procesos de contaminación y descontami-

nación del agua presentan una gran variedad de aspectos atractivos para la investigación científica; la fisicoquímica, la física de superficies, la termodinámica, la hidrodinámica, etc., son ramas de la Física que encuentran en este campo grandes posibilidades de aplicación. Ahora bien: ¿qué posibilidades reales existen en nuestro país de que los estudios sobre contaminación y descontaminación de aguas tengan alguna incidencia efectiva sobre la realidad? Puesto que no compartimos el punto de vista "desinteresado" de hacer ciencia, hemos tratado de dar respuesta a la anterior pregunta. Por lo tanto este trabajo, más que referirse a los procesos de contaminación o descontaminación en sí, analiza con cierto detalle el medio social sobre el cual estas investigaciones se han de desarrollar, con el fin de determinar si el medio es susceptible a este tipo de investigaciones, a qué tipo de intereses sociales se ha de enfrentar, en qué otro tipo de intereses sociales puede encontrar apoyo, etc. En particular este tipo de indagaciones previas a lo que es propiamente el trabajo de investigación científica es muy necesario, creemos, en un país como México, en donde la situación del científico es peculiar; en efecto, nuestra sociedad no asigna ningún papel específico a los investigadores ni en el ámbito de la economía ni en el de la cultura, en contraste con lo que sucede en los países desarrollados en donde, por ejemplo, el sistema económico asigna tareas muy claras a la investigación científica. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en países más atrasados, en donde no hay tareas específicas para la investigación pero tampoco hay



El control de las inundaciones y la introducción del agua potable fueron siempre un problema que requería urgente solución. En 1886 se iniciaron las obras del túnel del canal del Desague del Valle de México y diez años después los trabajos para la extracción de agua de los abundantes manantiales de Xochimilco.

científicos ni instituciones que se ocupen de la investigación, en México ya existe un número considerable de científicos, de instituciones y de recursos. Así pues, en los países desarrollados tenemos órganos y funciones, en los países atrasados no hay ni órganos ni funciones, y en México tenemos órganos pero no funciones.

I.- ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ZONA METROPOLITANA.

Los aproximadamente 45 m³/s con los que la zona metropolitana satisface sus necesidades de agua

* Artículo tomado de la revista de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del Instituto Politécnico Nacional. (Dic. 1979)

** Investigador del Departamento de Física de la ESFM, IPN.

1. E. Mandel, La Proletarización del Trabajo Intelectual, Folletos de Bandera Socialista.



A finales de 1922 el suministro de agua potable se suspendió por diversos motivos en la Ciudad de México. El día 30 de noviembre se efectuó una imponente manifestación que al llegar al palacio municipal fué reprimida con un saldo de 14 muertos y 30 heridos.

esencialmente para usos domésticos e industriales se obtienen en su gran mayoría de pozos a través de los cuales se extrae el agua de los mantos del subsuelo. En la siguiente tabla se especifican los gastos y los sistemas mediante los que se abastecen el Distrito Federal y las zonas urbanas adyacentes:

TABLA 1.- Sistema de abastecimiento de agua del Distrito Federal y zonas urbanas adyacentes.²

Sistema Lerma	13	m ³ /s
Sistema Alto Lerma	.10	"
Sistema Xochimilco	5	"
Sistema Chiconautla	3.5	"
Sistema del Peñón	0.5	"
Pozos Municipales	7	"
Fuentes Diversas (Desierto de los Leones, Bosques de Santa Fe, San Bartolo, Ameyalco, etc.)	3.6	"
Pozos particulares	2.5	"
Total	45.1	"

2. C. Bataillon y H. Riviera D'Arc. LA CIUDAD DE MEXICO, Setenta y Seis. 1979.

Hay que señalar, sin embargo, que el sistema de control que el Estado ejerce sobre la cantidad de agua extraída es sumamente deficiente, que en muy contados casos las cantidades extraídas se obtienen directamente de la lectura de medidores, en lo que a la industria se refiere, y que más bien las anteriores cifras se obtienen a través de deducciones. Una forma de deducir los gastos de extracción es, por ejemplo, midiendo el caudal que transporta el Gran Canal en épocas de estiaje (ausencia de lluvia) y multiplicando este caudal por un factor de corrección que toma en cuenta el porcentaje de agua consumida que no se dese-

El área metropolitana nunca ha contado con un suministro suficiente de agua potable (en general de todos los servicios); ya desde la década de los cincuenta se distribuía a las zonas populares a través de tomas colectivas y pipas, en este último caso por lo general era vendida.



cha al drenaje. Obviamente este método sólo es aplicable cuando se intenta medir la extracción de las zonas que lanzan sus desechos al sistema del Gran Canal, es decir, no incluye a las zonas que desaguan en los otros sistemas que drenan a la zona urbana. Otra forma de deducir los gastos de extracción y que se aplica exclusivamente para la industria, es asignar una determinada cantidad de agua (véase la Tabla 2) necesaria

TABLA 2.- Cantidad de producto procesado por cada m³ (1000 L) de agua.³

Producto	Cantidad procesada concada m ³ de agua.	
Acero	30	Kg
Pulpa de madera	70	"
Pulpa de papel	9	"
Hule sintético	12	"
Azufre	33	"
Sosa	6	"
Carbonato de sodio	14	"
Carbón	1.25	"
Aluminio	0.75	"
Tela	4	"
Prod. petroquímicos	29	"
Algodón pluma	0.3	"
Gasolina	50	Lts.
Cloro	18	"
Agua purificada	0.2	garra fones

3. INGENIERIA HIDRAULICA EN MEXICO. Vol. IV, Núm. 1, 1976.

para procesar 1 Kg de producto y entonces calcular la cantidad total de agua extraída por la industria en función del valor declarado de la producción. Queda claro, pues, que la posibilidad de que los gastos de extracción calculados sean correctos o no depende de lo correcto de las suposiciones de las cuales se deducen éstos. En realidad, las medidas directas de la cantidad de agua usada se realizan sobre todo en el terreno del uso doméstico, donde el uso de medidores está más o menos extendido; en 1970, por ejemplo, la SHR⁴ reportó que el 75.6% de la población total del Valle de México disponía de agua entubada. Para la industria la cosa es diferente, ya que una importante fracción de ella dispone de pozos particulares sobre los cuales no se lleva ningún control, y de ahí la necesidad de obtener los gastos de extracción mediante formas indirectas. Así, la SARH⁵ reporta la existen-

4. USOS DEL AGUA EN LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO, Memorias de la Subsecretaría de Planeación General de Usos del Agua y Prevención de la contaminación, S.R.H., s.f.
5. D. Siller, "S.A.R.H.: Baja peligrosa de los acuíferos, UNO MAS UNO, Oct. 5 de 1979.

El sistema hidráulico del Distrito Federal es el más complejo del mundo pues sirve a una ciudad ubicada a 2 mil 240 metros sobre el nivel del mar, con una población de 10 millones de personas y una mancha urbana de 650 kilómetros cuadrados asentada en un valle cerrado, en el cual es difícil aprovechar las aguas de superficie y en consecuencia los mantos acuíferos son peligrosamente sobreexplotados.



TABLA 3.- Evolucion del hundimiento de la Ciudad de México.⁶

PRIMER CUADRO	1891 - 1938	5 cm/año
	1950 - 1951	46 cm/año
	1963 - 1969	7 cm/año
CIUDAD EN CONJUNTO	1952 - 1959	14 cm/año
	1959 - 1963	11 cm/año
	1963 - 1969	8 cm/año

cia de unos 15 mil pozos clandestinos en el Valle de México, de los cuales 4000 están situados en el D.F. y sus alrededores.

II. CONSECUENCIAS DE LA EXTRACCION

La obtención del agua por medio de la perforación de pozos es una técnica que se utilizó de una manera sistemática a partir de los años treinta, cuando a consecuencia del crecimiento acelerado de la ciudad hubo necesidad de obtener agua de la manera más rápida posible. En apariencia el método era simple y económico, ya que para satisfacer las necesidades crecientes de agua bastaba con una "simple instalación de equipos de bombeo" y la colocación de tuberías de distribución local. En realidad se actuó sin previsión, puesto que las consecuencias negativas de la "simple instalación de equipos de bombeo" son ahora evidentes: 1) la cuenca del Valle de México está deforestada y erosionada en un 23%; 2) el nivel de los mantos acuíferos del subsuelo ha descendido a niveles críticos; 3) la extracción excesiva ha provocado el hundimiento general de la Ciudad de México; 4) la resequedad del suelo, en las zonas de extracción, ha provocado un estado de pauperización entre la población campesina que cultiva esos suelos, antiguamente ricos en humedad.

En particular, quisieramos señalar con cierto detalle los efectos del hundimiento sobre el sistema de drenaje de la Ciudad de México. En efecto, el abatimiento de las presiones piezométricas debido a la extracción excesiva ha provocado que la ciudad se hunda varios centímetros por año, tal como se aprecia en la Tabla 3.

En la actualidad el hundimiento global es del orden de los 9m; es natural, por tanto, que con tales



Debido al brutal incremento demográfico no contamos con toda el agua requerida, por lo que se encuentra arbitrariamente racionada. En algunas jurisdicciones el acarreo de agua ya es considerado como una consecuencia normal de la vida cotidiana de decenas de familias que carecen de tomas domiciliarias y en cambio sufren las colectivas.

hundimientos las pendientes originales asignadas al sistema de drenaje para que funcionase por la simple acción de la gravedad hayan sido gravemente dislocadas (las pendientes son del orden de 1 metro por kilómetro). Así, el hundimiento ha traído como una de sus consecuencias más negativas el cambio del antiguo sistema de drenaje que funcionaba por gravedad a uno que tiene necesidad del uso de bombas, con el consiguiente incremento en los costos de operación y de mantenimiento.

6. G. F. Figueroa Vega, "El hundimiento de la Ciudad de México; Breve descripción, RECURSOS HIDRAULICOS, Vol. II, Núm. 4, 1973.

Por su parte, Hank González pidió comprensión a la ciudadanía y demandó, a sus habitantes, que no tiren el agua y que no la malgasten. "Dicen: 'el agua la da Dios', y es cierto, pero también dicen que no la da entubada, entubarla cuesta muchos millones de pesos, trabajo y esfuerzos".

También la pérdida de consistencia del terreno merece algunos comentarios. Según lo señalan los técnicos mismos de la SARH, el agrietamiento del suelo es un peligro potencial para la estabilidad de las presas y otras estructuras hidráulicas construidas en los Valles de México y Toluca, y de ocurrir su falla pueden ocasionar situaciones de desastre. En particular, expresan los técnicos, debe establecerse una estrecha vigilancia en las presas Guadalupe Mandin, José Antonio Alzate e Ignacio Ramírez y en los sistemas hidrográficos que tienen relación con servicios de control de avenidas para proteger áreas urbanas.⁸

III.- USOS DEL AGUA EN LA ZONA METROPOLITANA

Dos son los usos principales del agua en la zona metropolitana: el doméstico y el industrial. Puesto que no disponemos aún de las es-

tadísticas más recientes, expon-dremos los datos publicados por la SRH⁹ para 1970 y también los que aproximadamente se pueden calcular en la actualidad con base en informaciones fragmentarias; en todo caso, las conclusiones esenciales que emanarán de toda esta información serán las mismas.

Los 8 millones 417 mil habitantes que poblaban el D.F. y sus alrededores en 1970 satisfacían sus necesidades de agua con un gasto aproximado de 26 mil litros por segundo, es decir, un promedio de 270 litros al día por habitante. Si consideramos que la dotación de agua que se calcula suficiente para satisfacer las necesidades de un individuo, en condiciones climatológicas semejantes a las nuestras, es de 200 litros, las anteriores cifras podrían hacer pensar que la cosa no andaba del todo mal. Sin embargo, en realidad, la distribución de agua presentaba notables diferencias, en efecto, de

7. R. J. Marsal y M. Mazari. EL SUB-SUELO DE LA CIUDAD DE MEXICO, UNAM, Sept. de 1959.
8. Véase ref. 6.

9. Véase ref. 4.

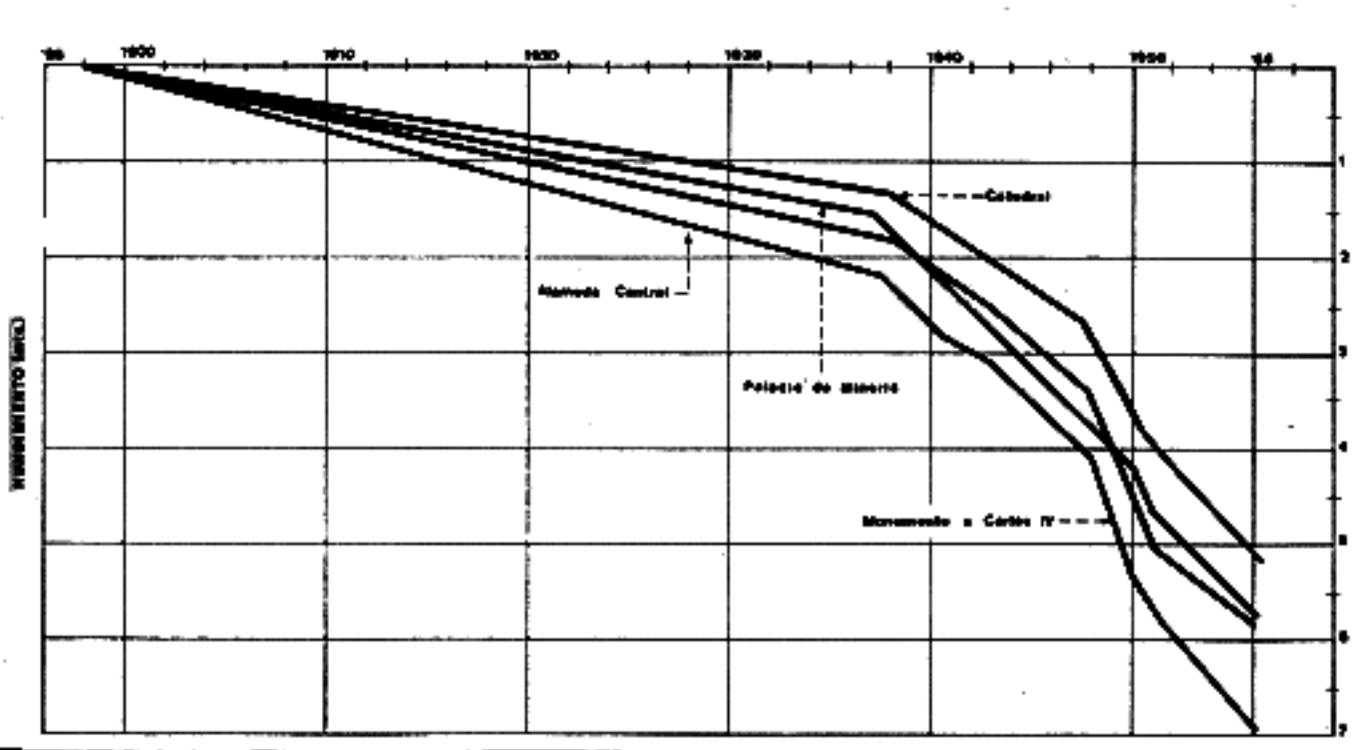


El abastecimiento para el área metropolitana en 1982 se realiza mediante 500 pozos (tres fuentes en el Valle de México y una en el Alto Lerma), con un suministro de 56 metros cúbicos por segundo.

los 8 millones y medio de habitantes, 1 millón 700 mil tenían que recurrir al uso de hidrantes públicos, pipas o acarreo manual; por otra parte, aunque en las estadísticas de la SRH a los individuos que habitan en vecindades se les reporta con servicio de agua entubada —colocándolos de esta manera en el mismo nivel de servicios que, por ejemplo, los habitantes de las zonas residenciales—, es claro que los dos millones de individuos que vivían en vecindades disponían de un servicio deficiente de agua, ya que en general en las vecindades los servicios de agua para el baño y el lavado de ropa son comunitarios.

A nivel industrial las 32 mil 800 industrias instaladas en la zona metropolitana extraían para sus necesidades 13 700 litros por segundo (el equivalente a una población de 6 millones de habitantes). Por otra parte, el 80% de la extracción total del Valle de México se concentraba en las siguientes delegaciones y municipios: Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Azcapotzalco, Ecatepec, Tlalne-pantla, Gustavo A. Madero y Alvaro Obregón. De este 80% una fracción considerable se destinaba a la industria; en Ecatepec, por ejem-

GRAFICA 1.- Evolución del hundimiento de la Ciudad de México.⁷



plo, las 530 industrias instaladas en el municipio consumían 5 veces más agua que sus 216 mil habitantes, en Tlalnepantla 836 industrias consumían 1.7 veces más que los 366 935 habitantes del municipio, y en Azcapotzalco 2 029 industrias usaban 1.4 veces más agua que los 534 554 habitantes de esa delegación.

En la actualidad la extracción de agua destinada a la industria se ha incrementado en términos relativos y absolutos, ya que según Luis Sánchez de Carmona, Director de Ecología Urbana de la SAHOP, de los 45 mil litros por segundo que llegan a la capital, cuando menos la mitad corresponde a la industria. Pero si la dotación de agua asignada a la industria se ha incrementado notablemente —siendo el incremento de un 70%—, para los habitantes de la zona metropolitana la cosa es muy diferente; en efecto, si en 1970 la dotación promedio al día para cada habitante era de 270 litros, en la actualidad ésta se ha reducido a 150 litros.

IV.- CONSUMO Y DESECHO

Si observamos la Tabla 2 vemos que, aun cuando la industria usa una gran cantidad de agua para procesar cada kilo de producto, en realidad para una gran cantidad de

La crisis acuffera en la capital tuvo su momento más virulento en los primeros meses de este año. Las declaraciones oficiales aseguraban no faltaría el agua en la época de estiaje. Semanas más tarde aparecía un plan de emergencia para traer agua del río Cutzamala.

Anunció Hank que en los próximos 10 días la ciudad de México contará con más agua
 «Las cosas "al margen de la ley" nunca tendrán servicios urbanos, dijo...
 Hasta fines de marzo se solucionará el problema de la falta de agua: delegados
 Asegura Hank González que este año los capitalinos no sufrirán escasez de agua
 En dos semanas más se resolverá el problema de la escasez de agua, dice Guerrero Villalobos
 Se inaugurará a más tardar el próximo 29 el sistema hidráulico del Cutzamala
 Sólo "quejas normales" por la escasez de agua: delegados de Coyocacán y Cuauhtémoc
 Pide Gurria a capitalinos no derrochar el agua, pues escaseará durante el estiaje
 En unos días más llegará al Distrito Federal el agua del Cutzamala: Hank
 «Se perforaron 16 pozos más en la zona de Ixtapalapa, dijo...
 Casarán a quienes trafiquen con agua Tendrá 4 m³ en la Madero, informó el delegado por segundo



Los servicios de agua potable y de alcantarillado se proporcionan respectivamente sólo a un 61 por ciento y a un 37 por ciento de la población urbana del país, lo cual es muestra del agudo problema que en este sector se confronta.

industrias casi nada se incorpora directamente al producto final; algo semejante ocurre a nivel doméstico pero en mucho menor medida, ya que del total de agua extraída para este uso en promedio sólo un 30% se consume y el resto se desecha, mientras que la fracción consumida en la industria es de sólo un 7% en promedio. En 1970 el gasto de agua residual —sin incluir los gastos del agua de lluvia— era de 34 m³/s y de éstos, 19.4 m³/s le correspondían a los desechos domésticos contra 14.1 m³/s de residuos industriales (datos para todo el Valle de México); en la actualidad y sólo para la zona metropolitana el gasto total de aguas residuales es de aproximadamente 37 m³/s y más de la mitad de este gasto corresponde a la industria. A pesar de que la industria lanza a las redes del drenaje más desechos que los que lanzan los 13 millones de habitantes de la ciudad de México y sus alrededores, no es en el nivel cuantitativo donde el impacto de los residuos industriales se hace sobre todo sentir, sino en el nivel de la calidad de estos desechos. En efecto, tanto los desechos de origen doméstico como industrial sufren procesos de degradación y en cada paso de estos procesos en general consumen una determinada cantidad de oxígeno; sin embargo, el consumo de oxígeno que se realiza en los procesos de degradación de los

residuos industriales es bastante mayor que el de los desechos domésticos. Así, si un individuo causa con sus desechos un consumo de oxígeno diluido en el agua de 54 g por día, tenemos que en un año consumirá 19.7 kg mientras que sólo las industrias de pastas de celulosa, papel y cartón, consumen al año 47 mil 550 toneladas de oxígeno, lo cual equivale al consumo de una población de 2 millones 413 mil habitantes. En 1970 la contaminación de la industria para todo el Valle de México equivalía a una población de 30 millones de habitantes; en la actualidad y sólo para la zona metropolitana la contaminación equivalente en cuanto a consumo del oxígeno debe ser de unos 40 millones de habitantes. Es necesario señalar, por otra parte, que aun cuando los residuos industriales consumen gran cantidad de oxígeno, para una gran cantidad de ellos al final de sus cadenas de degradación no resultan materias alimenticias para la flora y la fauna —a diferencia de lo que ocurre con la mayor parte de los residuos domésticos—, sino que muchas industrias provocan una contaminación irreversible de las aguas.

V.- EL DRENAJE EN LA CIUDAD DE MEXICO.

Hemos visto que una ciudad de 13 millones de habitantes como es

"A su vez, informaron que la Dirección de Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal (DDF) distribuyó a cada delegación 250 mil bolsas de polietileno, a fin de que los vecinos las instalen llenas de agua en el interior de las cajas de almacenamiento de los servicios sanitarios para que reduzcan el volumen utilizado normalmente, lo que permitirá ahorrar 2.5 litros de agua cada vez que se utilicen aquellos".

el D.F. produce una cantidad excesiva de aguas residuales y que, además, la calidad de los desechos industriales incrementa la contaminación de las aguas hasta el equivalente de una población de 50 millones de habitantes. ¿Cómo se deshace el D.F., pues, de esta cantidad impresionante de desechos?

Esencialmente son tres los sistemas a través de los cuales el D.F. elimina sus aguas residuales:¹¹ el del Gran Canal, el del Interceptor

10. Véase ref. 4.

11. K. Vázquez, PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA LUMBRERAS DEL EMISOR CENTRAL, Tesis Profesional, Fac. Ingeniería UNAM, 1969.

Poniente, y el nuevo sistema de Drenaje Profundo que funciona ya parcialmente. El Gran Canal es el sistema más antiguo y se terminó de construir en 1910; inicialmente fué diseñado para funcionar por la simple acción de la gravedad, pero —como señalamos anteriormente— por estar asentado sobre terrenos del antiguo lago que han sufrido fuertes deformaciones y hundimientos debido a la extracción excesiva, se tuvo que recurrir al empleo de bombas y a la modificación de las líneas del alcantarillado para que el sistema siguiera funcionando con cierta eficacia. En efecto, en 1970 el sistema de alcantarillado constaba de 8 000 km de atarjeas, subcolectores y colectores, y para elevar las aguas negras al Gran Canal se recurría al

uso de 78 estaciones locales de bombeo y 10 de mayores dimensiones. Por otra parte, las redes de colectores originalmente constituían un sistema tipo peine con todos los colectores que atraviesan la ciudad de Poniente a Oriente para descargar al Gran Canal, que sigue la dirección general Sur a Norte; pero en la actualidad este sistema se ha transformado en una serie de ductos intercalados que le dan apariencia de una malla irregular, conforme se van corrigiendo las dislocaciones e intercalando las plantas de bombeo para salvar los columpios que se formaron debido al hundimiento desigual.

En cuanto al Interceptor Poniente, es un conducto de sección circular de 4 m de diámetro que trabaja por gravedad con un escurrimiento de Sur a Norte y con capacidad de 25 m³/s; su longitud es de 17 km y su pendiente media es de medio metro por kilómetro. A diferencia del Gran Canal, que drena esencialmente la parte baja de la ciudad, el Interceptor Poniente drena la parte alta de la ciudad y además intercepta los ríos Churubusco, Piedad y Consulado, ríos que se alimentan con la lluvia de zonas donde la precipitación pluvial es hasta un 80% mayor que la

TABLA 4.- Contaminación industrial y equivalentes en población para algunos tipos de industrias asentadas en la zona metropolitana.¹⁰

Tipo de industria.	No. de establecimientos	Extracción m ³ /s	No. equiv. de habit.	Contaminación DBO, ton/año	No. equiv. de habit.
Pastas de celulosa, papel y cartón.	1346	3.208	1 394 782	47 550	2 412 667
Productos químicos diversos.	1751	2.312	1 005 217	72 187	3 662 748
Productos de minerales no metálicos.	675	1.912	831 304	2 315	117 479
Industrias básicas del hierro y el acero.	98	1.474	640 869	864	43 830
Productos químicos esenciales.	85	0.970	421 739	31 642	1 602 249
Artículos de papel, de cartón y de pastas de celulosa.	291	0.775	336 956	7 331	371 722
Molienda de caña de azúcar y remolacha, alcohol etílico.	2	0.668	290 434	17 691	896 964
Fabricación de productos metálicos.	3807	0.422	183 478	665	33 752
Industrias básicas de metales no ferrosos.	79	0.314	136 521	465	23 583
Construcción, ensamble y reparación de vehículos.	316	0.267	116 086	480	24 364
Producción de cerveza.	27	0.245	106 525	29 947	1 519 495



Las obras del Cutzamala previenen traer 4 metros cúbicos por segundo, de los 24 con que originalmente contaba el proyecto, para finales de febrero y de esta manera reducir un poco la crisis. Sin embargo un retraso en las obras provocó que más de un millón de capitalinos quedara sin agua. En muchas colonias la escasez persistió hasta el mes de mayo.

precipitación sobre la zona urbana. El Interceptor Poniente descarga en el Emisor Poniente que comienza en el extremo norte del Vaso de Cristo —en las confluencias de los ríos Hondo y Chico—, y que después atraviesa por debajo al cerro de Xocaymalco y cruza el lomerío de Barrientos hasta terminar en canal abierto a lo largo del

12. S. Henríquez Aybar, "La Contaminación del Agua en México", en F. Szekely, comp., EL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO Y AMÉRICA LATINA, Editorial Nueva Imagen, 1978.

"Les quiero pedir —dijo el regente— a los habitantes de la ciudad que aprovechen mejor el agua, que no la tiren, que no la desperdicien, que arreglen la llave que gotea, la regadera que no cierra bien y la taza del baño que gasta más agua de la necesaria. Si eso hiciéramos, realmente tendríamos suficiente agua para todos los habitantes del Distrito Federal y del Valle de México: esto ya no es problema de la ciudad de México, sino de los habitantes de toda la zona metropolitana", concluyó.

cauce del Río Cuautitlán hasta el sitio en que comienza el Canal de Santo Tomás.

En lo que concierne al Drenaje Profundo, éste consta de dos interceptores —el Central y el del Oriente— que descargan en el Emisor Central, en un punto cercano al río de los Remedios llamado Tenayuca. Ambos interceptores se han construido a niveles profundos —más de 200 mts en algunos puntos— con el objeto de que el hundimiento de la ciudad, que persiste en la actualidad, no afecte su funcionamiento por gravedad. El Interceptor Central es un conducto de concreto de sección circular con una longitud de 25 km y con diámetro de 4 y 5 m; está calculado para funcionar con un gasto máximo de descarga de 62 m³/s para diámetro de 5 m y 35 m³/s para diámetro de 4 m. El Interceptor del Oriente tiene una longitud de 27 km con diámetro de 4 y 5 m también calculado para funcionar con gastos máximos de 92 y 41 m³/s respectivamente, el Emisor Central, al cual van a descargar los dos interceptores, es un ducto de sección en forma de he-

rradura con una longitud de 47 km, un diámetro de 6.5 m y un gasto máximo de 200 m³/s.

Ahora bien, tanto el Gran Canal a través de los túneles de Tequisquiác, como el Interceptor Poniente a través del Tajo de Nochistongo, y así como el Drenaje Profundo por intermedio del Emisor Central, depositan sus aguas en la cuenca del Río Moctezuma, que es a su vez afluente del Río Pánuco, el cual finalmente desagua en el Golfo de México a la altura del Puerto de Tampico.

En función de lo anterior es natural que la cuenca del Río Pánuco aparezca como la de mayor contaminación en la República, con índices de contaminación notablemente mayores que los de la cuenca del Río Lerma, que es la que le sigue en contaminación, tal como se aprecia en la Tabla 5.

VI.- EL AGUA DE LLUVIA

Al parecer es natural que el agua de lluvia que se precipita sobre la Ciudad de México y sus alrededores desaparezca por las

TABLA 5.- Características principales de las cuencas de primer orden.¹²

Cuenca	Area de la cuenca Km ²	Escurrimiento medio anual miles de m ³	Población hab.	Aportación de OBO total Kg/año	Valor bruto de la producción individual miles de \$
1. Pánuco	67 872	21 810 000	11 079 696	668 971 606	88 879 416
2. Lerma	129 263	7 277 000	7 454 257	257 482 010	25 007 575
3. Balsas	111 300	14 045 000	5 146 011	113 510 513	11 199 163
4. Blanco	2 738	1 093 200	444 860	40 625 690	2 911 777
5. Gunyalejo	17 084	2 195 000	156 311	67 827 326	1 209 074
6. San Juan	32 618	129 000	1 606 214	118 470 904	23 615 991
7. Culiacán	21 677	3 141 280	368 784	57 711 496	831 602
8. Fuerte	33 590	5 007 800	252 026	51 886 407	797 293
9. Coahuoyane	7 301	1 812 000	194 770	26 330 002	657 403
10. Nazas	59 632	274 000	720 378	53 963 094	3 715 197
11. Coñchos	71 964	1 079 400	712 146	25 542 840	3 385 016

alcantarillas; la medida en que esto suceda podría indicarnos incluso qué tan cerca se está del óptimo funcionamiento. Ahora bien: evidentemente las inundaciones causadas por las lluvias deben desaparecer, pero lo que ya no es tan evidente es que el agua de lluvia deba mezclarse con aguas de tan diferente calidad como son las aguas negras. En efecto, si consideramos que en promedio la precipitación anual sobre el Valle de México es de unos 700 milímetros,¹³ y que la superficie urbanizada cubre una área aproximada de 600 km² tenemos entonces que al año caen sobre la zona urbanizada 420 millones de metros cúbicos, lo que es equivalente a un gasto continuo de 13.3 m³/s lo que constituye un caudal muy considerable. En la mayoría de las ciudades desarrolladas el agua de lluvia se recoge en un sistema de drenaje separado del sistema de

13. Véase ref. 11.

Las obras del Cutzamala han tenido un elevado costo económico y social ya que, de acuerdo con la información oficial, se invirtieron 20 mil millones de pesos, obtenidos de sendos préstamos del Banco Mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo y se afectó una extensa región del Estado de México que utilizaba el agua para fines agrícolas.



drenaje que recoge las aguas negras, lo que posibilita su posterior almacenamiento y utilización. Sin embargo, en la Ciudad de México —que con la construcción reciente del drenaje profundo posee el sistema de drenaje más caro del mundo— el agua de lluvia no sólo se mezcla con las aguas negras de origen doméstico, sino lo que es peor, con las aguas negras de origen industrial. Así pues, el nuevo sistema de drenaje mantiene intactos los defectos estructurales del anterior sistema, es decir, la recepción de agua de lluvia junto con aguas negras y el permitir que los residuos industriales —de efectos catastróficos— en las cuencas del Valle de México y del Pánuco sean depositados en la red municipal de drenaje sin previo tratamiento.

El gran desperdicio que implica mezclar 13 m³/s de agua de lluvia con los gastos correspondientes de aguas negras se visualiza mejor si recordamos que la ciudad de Monterrey satisface sus necesidades de agua —tanto a nivel industrial como doméstico— con un gasto aproximado de 7 m³/s; también el desperdicio se visualiza mejor si recordamos que toda la población del Valle de México satisfacía sus necesidades de agua en 1970 con un gasto de 27.5 m³/s. De hecho los técnicos de la SARH¹⁴ han señalado que si el agua de lluvia que se precipita sobre el Valle de México se controlara racionalmente, eso bastaría para satisfacer las necesidades de una población de 15 millones de habitantes.

Una característica del agua de lluvia es que se precipita en ocasiones sobre la ciudad en cantidades enormes pero en tiempos relativamente cortos; eso quiere decir que los gastos de flujo que provocan en el drenaje superan a los máximos calculados, sobre todo en los puntos en que la continuidad del desagüe exige el uso de bombas. Obviamente esto repercute en inundaciones transitorias, pero sobre todo en altos niveles de contaminación. En efecto, el agua de lluvia que supera la capacidad de desagüe del sistema sale de las alcantarillas en los puntos en que la continuidad es interrumpida,

14. Declaraciones de Luis Sánchez Carmona, Director de Ecología Urbana de la SAHOP, UNO MAS UNO, marzo 15 de 1978.



En contraposición con los costos y conforme a nuestra olímpica tradición institucional, el mayor beneficio será para una selecta minoría. La estructura actual del consumo, distribución y cobro del agua así lo demuestra y nos revela que se trata de un cuantioso subsidio a las grandes industrias, comercios y residencias de la gran ciudad. Por su parte, otras personas no recibirán el subsidio ni el servicio, tal y como lo dijera el regente capitalino hace unos meses, refiriéndose a los habitantes de los asentamientos irregulares.

pero en su salida arrastra a los residuos domésticos e industriales inundando con aguas negras a las zonas aledañas a los puntos de salida. Si el drenaje fuese de tipo separado esto no sería así, puesto que de las alcantarillas se escaparía el agua de lluvia, pero no las aguas negras.

VII.- ALGUNAS CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

En general, en la prensa diaria abunda la información sobre los diferentes aspectos del uso del agua en el D.F. Con todo y ser abundante, esta información tiene un defecto fundamental, aun cuando a veces sea exacta, es fragmentaria.

Lo que hemos querido demostrar en las páginas anteriores es que justamente el significado de cada cifra o hecho sólo se alcanza a partir de una visión global que contemple los momentos esenciales que comporta el uso del agua, a saber, extracción, consumo y de-

"Las casas al margen de la Ley nunca tendrán servicios urbanos": Hank González, Jefe del Departamento del Distrito Federal".

sechos, además de las diferentes formas en que ésta se usa (doméstico e industrial). Hemos visto así que aun cuando la propaganda oficial que demanda prudencia en el uso del agua no lo incluya, es el uso industrial el más importante, tanto desde el punto de vista de la extracción como del despilfarro y los efectos contaminantes.

En función de lo anterior podemos, pues, establecer una serie mínima de conclusiones:

- 1) Dado que la industria extrae tanta agua del subsuelo, que consume tan poca y que lanza al drenaje tan gran cantidad de aguas residuales con alto índice de contaminación, se debería o bien exigir el reciclamiento del agua en los procesos industriales —es decir, el tratamiento de las aguas que emergen al final de un proceso industrial para ser utilizadas de nuevo en el mismo proceso, o bien que la industria se abasteciera con aguas negras tratadas, tal como ocurre en gran parte de la industria en Monterrey, y que sus residuos fuesen tratados antes de ser desechados a la red de drenaje.
- 2) Es necesario implantar en la Ciudad de México un sistema separado de drenaje, puesto que el sistema tipo mixto que funciona en la actualidad implica el desperdicio de los grandes volúmenes de agua de lluvia que se precipitan sobre la zona urbana.
- 3) Si la industria no extrajese tal cantidad de agua del subsuelo, el hundimiento de la ciudad de México se detendría. Consiguientemente, los gastos de mantenimiento y de reestructuración de la red de alcantarillado que de ahí se derivan se reducirían en la mínima proporción.
- 4) Si se impidiese el uso irracional del agua por parte de la industria, y si el agua de lluvia

se captara por medio de una red de drenaje separado, la escasez de agua que sufren cotidianamente amplias capas de la población no tendría razón de ser.

¿Qué es lo que en el sentido anterior ha hecho o piensa hacer el Estado?

- a) La Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.

En primer lugar, hay que señalar la existencia de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. En

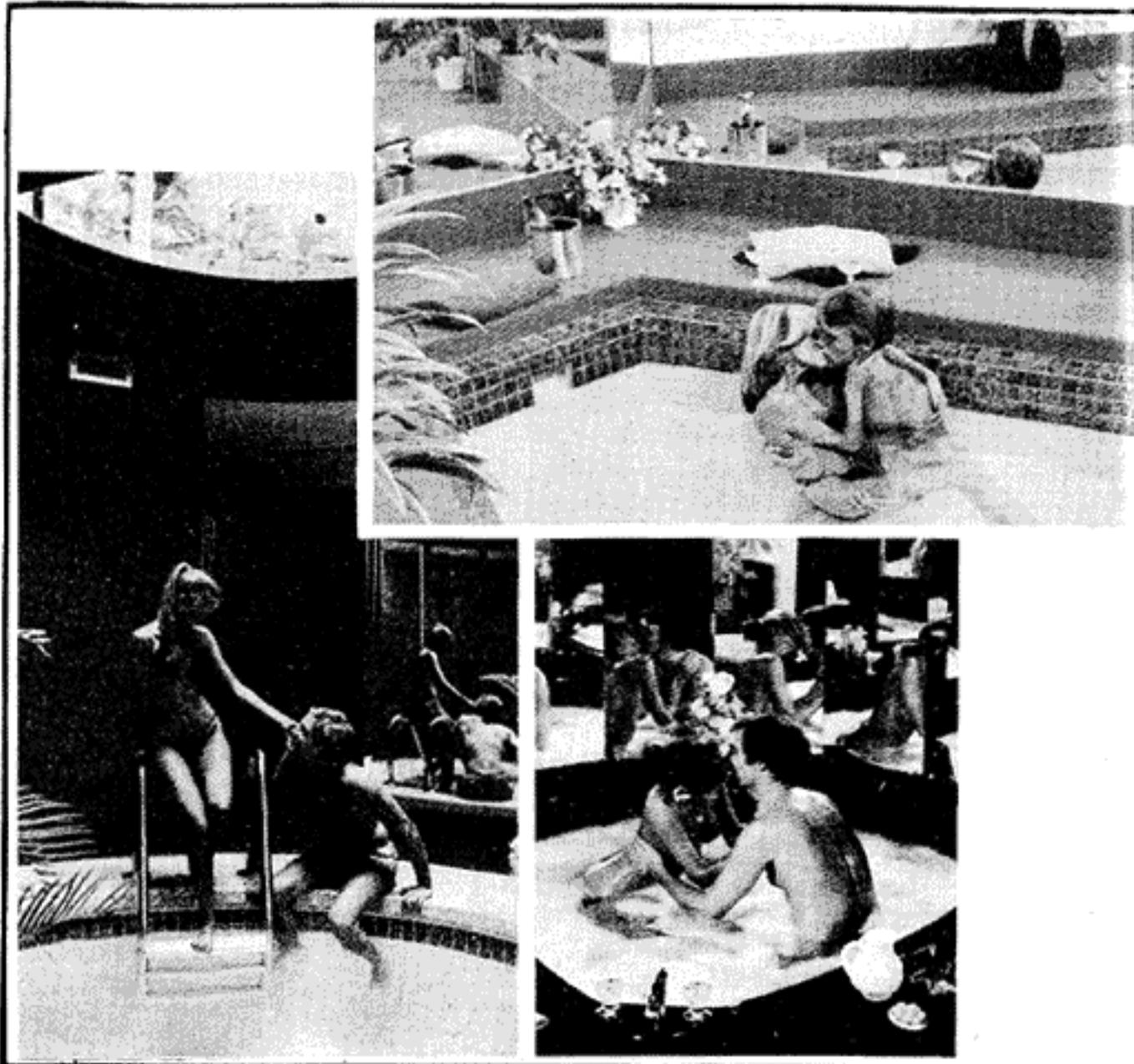
el artículo 14, Capítulo Tercero, leemos:

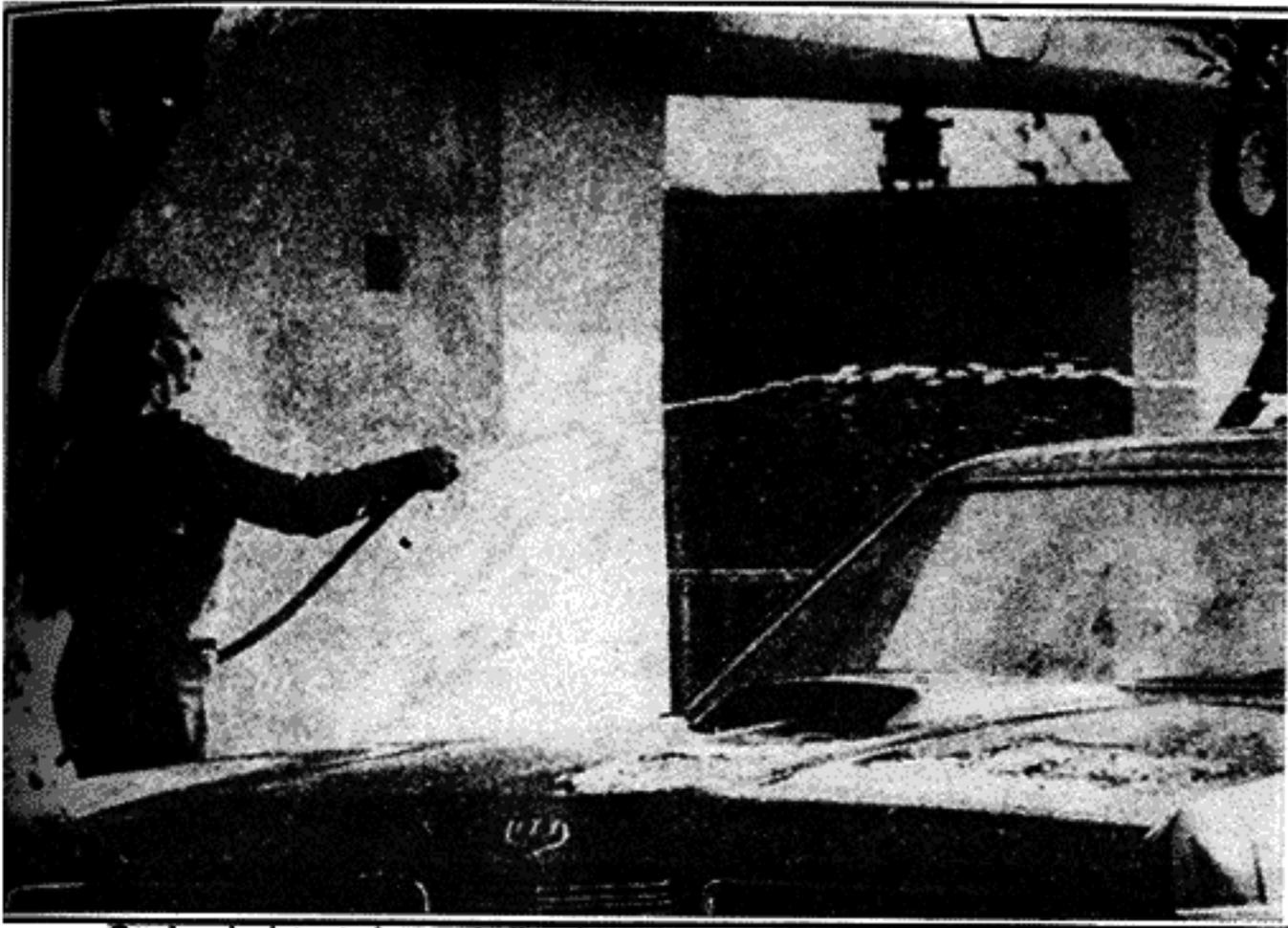
"Queda prohibido arrojar a las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, vasos y demás depósitos de aguas, o infiltrar en terrenos aguas residuales que contengan contaminantes, materias radiactivas o cualquiera otra sustancia dañina a la salud de las personas, a la flora o a la fauna, o a los bienes. La Secretaría de Recursos Hidráulicos, en coordinación con la de Salubridad y Asistencia, dictará las medidas para el uso o el aprovechamiento de las aguas residuales y fijará las condiciones que éstas deban cumplir para ser arrojadas en las redes colectoras, cuencas, cauces, vasos y demás depósitos corrientes de aguas así como para infiltrarlas en los terrenos".

Sobra decir que esta Ley es letra muerta.

- b) Los Distritos de Control de la Contaminación

Es necesario encontrar el camino para entender bien, muy profundamente, que el agua es un líquido vital que escasea; a muchas personas les falta, mientras a otras les sobra, como tantos bienes de consumo.





Cruda e insistente ley capitalista la de los pesados costos sociales con grandes beneficios privados. A ella no han escapado las frescas y deseadas aguas del Cutzamala. Los más beberemos la menos parte de esas aguas mientras que unos cuantos chapotearán ó especularán con ella, harán regar sus jardines y lavar sus Córdoba, pagando tan sólo 7 pesos por cada metro cúbico.

En un nivel más específico, la SARH ha determinado¹⁵ que, de todas las cuencas existentes en el país, sólo 54 presentan serios problemas de contaminación. De éstas, 11 requieren de una atención inmediata, y tienen la particularidad de que en ellas se localizan el 54% de la carga orgánica del país, el 59% de la población, el 52% de la superficie bajo riego, y el 77% del valor bruto de la producción industrial.

Después de analizar diferentes alternativas de solución al problema de las aguas residuales, la SARH ha optado por un sistema regional de control de las aguas desechadas, estableciendo para ello el plan de los Distritos de Control de la Contaminación del Agua. Dentro de este plan de distritos, al decir de la SARH, "un organismo administrador se encarga de planear, construir y operar las obras de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales del área de

su jurisdicción, en forma integral, de manera que no exista una sola descarga mal dispuesta y que no satisfaga las condiciones establecidas. Estos distritos funcionan en forma autosuficiente, a través del cobro que el organismo administrador realiza a los usuarios del sistema por los servicios que se le proporcionan". Las ventajas que la SARH adjudica al sistema de distritos son:

- Facilitan al usuario el cumplimiento del Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas, ya que al contratar los servicios del distrito, y con sólo pagar las cuotas requeridas, el usuario no tiene necesidad de vigilar la conducción ni el tratamiento de sus aguas residuales, ya que ésto será responsabilidad del organismo que opera el Distrito.
- Se reduce al mínimo el número de plantas y el personal de operación, garantizándose que dicho personal se encuentre altamente capacitado para llevar a cabo un manejo y operación eficientes, tanto de la conducción como de la planta de tra-

tamiento, para que su afluente sea de la calidad requerida.

- Se evita que las industrias utilicen su capacidad de crédito, necesario muchas veces para ampliaciones e incrementos de producción, en el financiamiento del sistema de tratamiento.
- Se obtiene un ahorro en los costos de capital y de operación, debido a la economía de gran escala del sistema de tratamiento. A mayores volúmenes tratados, menores costos unitarios resultantes.
- Al tratar volúmenes mayores, se reduce la frecuencia y magnitud de los caudales máximos en relación con el caudal medio a tratar, redundando en ahorro de obras y en una mayor seguridad y flexibilidad en el tratamiento.
- Al ser obras comunales, se propicia un mayor acercamiento y una mayor comunicación entre los habitantes de la región.
- La construcción, operación y mantenimiento del sistema es autofinanciable y como la inversión se recupera en media-

Hoy se precisan cobros de agua acordes con una lógica social, que permita el pago de la deuda en unos cuantos años. Al mismo tiempo, su distribución no debe segregarse a ninguna colonia o barrio, por muy irregular que sea.



15. J. Aguirre y J. L. Calderón, "Los Distritos de Control de la Contaminación, una Solución al Problema de la Contaminación del Agua en México". TERCER COLOQUIO SOBRE FISICOQUIMICA DE FLUIDOS, I.M.P. y CONACyT, 1979.

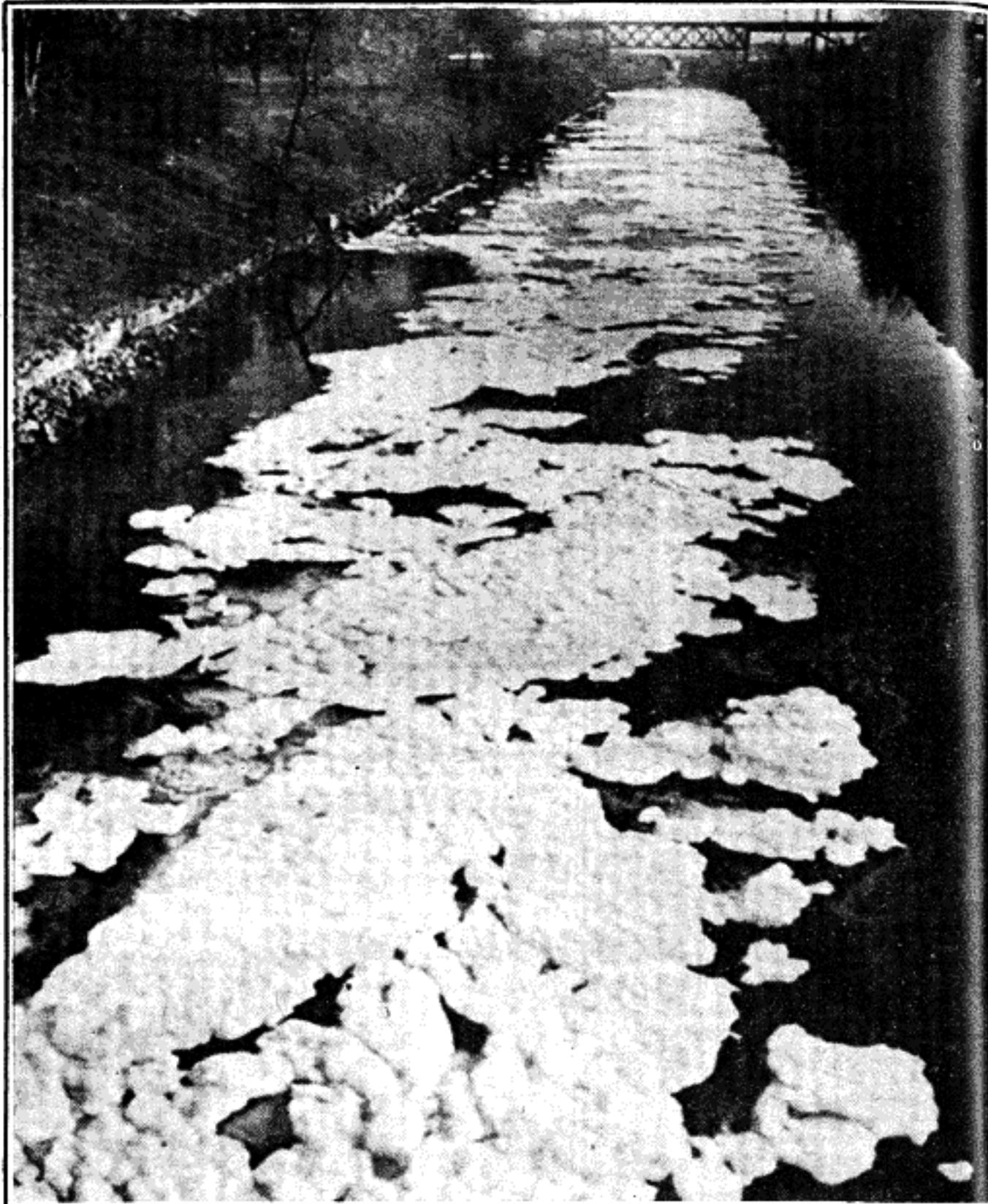
no plazo, se facilita la obtención de créditos para la realización de las obras.

A la fecha, sólo opera un distrito en la zona de CIVAC, Edo. de Morelos, y se piensa que a corto plazo comenzarán a funcionar los distritos de la zona Toluca-Lerma en el Estado de México, y el del Valle de Aguascalientes. Por otra parte, 22 distritos se encuentran en etapa de estudio y se piensa que para 1983 estarán totalmente terminados... a nivel de proyecto ejecutivo.

En cuanto al distrito de CIVAC, su funcionamiento real difiere apreciablemente de lo previsto dentro de los planes ideales de la SARH y ésto se aprecia en una nota que apareció en el periódico *unomásuno*, el 11 de junio.

c) Nuevas fuentes de agua para la ciudad.

En lo que resta del sexenio se invertirán 16 mil millones de pesos para dotar de más agua al Distrito Federal trayéndola desde el río Cutzamala, y al igual que en el Sistema de Drenaje Profundo, las nuevas obras dejarán intactas las evidentes fallas estructurales que padece el actual sistema de abastecimiento. En efecto, es necesario dotar de más agua a esta ciudad que crece con ritmo vertiginoso... y es necesario también dejar intocados los intereses del capital, es decir, permitir que los industriales sigan perforando pozos sin control y que utilicen en sus procesos de producción el agua potable que se les niega a grandes sectores de la población, por tanto, dado el progresivo desgaste de los mantos acuíferos del subsuelo, sólo queda una opción: traer el agua de más lejos. Una vez más, se ha optado por la "solución" más onerosa para el pueblo —puesto que él será con su trabajo quien pague los altos costos de la obra— y al mismo tiempo la más redituable para los intereses del capital. Para el proyecto Cutzamala —que se espera terminar justamente antes de que termine el sexenio— "habrá que construir dos presas derivadoras, 180 kilómetros de tubería de concreto presforzado de 2.50 metros de diámetro, 4.50 kilómetros de tubería de acero de 3.10 metros de diámetro, 120 kilómetros de caminos de acceso y operación, una planta potabilizadora para 24 mil litros por segundo y 7 plantas de bombeo que elevarán el



Además de todo el problema del suministro, nuestros depósitos de agua se encuentran altamente contaminados al ser receptores de toda clase de desperdicios, materias fecales y sustancias químicas que, como basura, arrojan las industrias. La mayor parte de las descargas de aguas residuales en el país no son tratadas y han convertido a los ríos, lagunas y parte de los litorales en gigantescos drenajes.

agua a un total de mil 100 metros" ¹⁶

Así pues, si hasta antes del Proyecto Cutzamala el agua que satisfacía las necesidades de la metrópoli se extraía de los mantos del Valle de México, desechando los residuos altamente contaminados al mar por intermedio del río Pá-

nucó, ahora, cuando el Proyecto Cutzamala se haga realidad, se alcanzará si no la racionalidad en el uso del agua sí, cuando menos, la simetría geográfica en la irracionalidad: se traerá el agua desde Guerrero, recorriendo esforzadamente cientos de kilómetros cuesta arriba, y después de ser usada, los residuos altamente contaminados mezclados con el agua limpia de lluvia se mandarían, a través de intrincadas tuberías profundas y sistemas de bombeo, hasta un lugar en el Golfo de México, a la altura del Puerto de Tampico.

16. D. Siller, "Excesiva extracción de agua en la Cuenca del Valle, UNO MAS UNO, diciembre 5 de 1979.

"Respecto a la contaminación por humos que padece el DF, el regente aseguró que con la siembra de más de 100 millones de árboles en toda la metrópoli, este fantasma empezará a desaparecer".

VIII.- PERSPECTIVAS Y SENTIDO DE LOS ESTUDIOS SOBRE CONTAMINACION.

En función de lo anterior, ¿qué perspectivas le esperan, pues, a los estudios sobre contaminación y tratamiento de aguas negras?

Sabemos que en otros países tales estudios están altamente desarrollados y, además integrados en gran medida a los procesos de producción; Estados Unidos sería el mejor ejemplo. ¿Será, acaso, porque los industriales norteamericanos tienen un sentido más desarrollado al respecto hacia las riquezas naturales? De ninguna manera: la respuesta hay que buscarla, ante todo, en los mecanismos esen-

Pero no sólo existe un consumo desigual del líquido sino que además existe un cobro irracional. Según la Ley de Hacienda del DF (pp 20-21) quienes gastan entre 501 y 750 metros cúbicos durante un bimestre, pagan 7 pesos por cada metro cúbico de agua. Mientras tanto, en las colonias que carecen del servicio se paga más o menos la misma cantidad por una simple cubeta. Los tambos de 200 litros se venden hasta en 210 pesos.



ciales de la dinámica capitalista; a saber, la necesidad de obtener siempre la máxima ganancia. En efecto, si allá la investigación sobre contaminación ambiental está muy desarrollada, y las técnicas anticontaminantes gozan de amplia difusión, es porque son "funcionales" al sistema, es decir, porque se pueden integrar de una manera coherente a los procesos de valorización del capital de los sectores capitalistas más representativos. Y no sólo eso. Además de que la aplicación de equipos anticontaminantes preserva los niveles de rentabilidad de las empresas que los usan, la fabricación de equipo anticontaminante es en sí una industria rentable; esto explica que cierto tipo de movimientos ecologistas hayan sido promovidos en forma activa y directa por algunos grandes trusts. En México la cuestión es muy diferente, ya que el nivel general de modernización de las empresas no acepta la introducción de equipo anticontaminante sin que resulte lesionada la rentabilidad de éstas. En cuanto al Estado, la existencia inofensiva e inoperante de una serie de leyes y programas que en principio atacarían contra el interés capitalista, sólo revela que en la sociedad actual existe una ley más fundamental que la ley escrita: la ley de la máxima ganancia. Así pues, dado el nivel general de desarrollo del capitalismo en México no se espere que, bajo una aplicación capitalista, es decir, dentro de un proceso de producción de mercancías, las investigaciones sobre los procesos de contaminación y técnicas anticontaminantes encuentren un gran desarrollo y aplicación extensiva. Así pues, ¿la investigación en México no tiene ningún sentido? Creemos que no, en general, si los cauces por los cuales pretende realizarse son los del interés capitalista. Pero hay otros cauces. En efecto, a los sectores sociales a los cuales les afecta la carencia de agua potable, la mala calidad de agua

que pretende ser potable, la intoxicación del aire, el ruido, etc. sí les interesa desde luego la aplicación de técnicas racionales desde el punto de vista del valor de uso de las cosas y no del valor de cambio a los procesos de producción. A esos sectores sí les interesa que el conocimiento científico de tales procesos se desarrolle a un nivel que permita su control y dominio. A esos sectores sí les interesa conocer el estado real de destrucción del medio ambiente. Por tanto, si los científicos que practican la ciencia aplicada miran hacia esos otros sectores, encontrarán que entre los sectores amplios de la población existe un fuerte interés potencial en sus investigaciones. Pero no solamente en el terreno de las previsiones fundamentadas podemos encontrar un sentido definido a la actividad de los investigadores en México. En la vida real se puede encontrar ya este sentido. Ciertos científicos mexicanos han jugado un papel fundamental como contestatarios de la ideología oficial. ¿Cuál sería el estado real de nuestros conocimientos sobre el desastre del Ixtoc si nuestra única fuente de conocimiento hubiese sido la de PEMEX? Afortunadamente la intervención de distinguidos investigadores de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas nos permitió disponer de otra versión objetivamente fundamentada a partir de la cual se pudo poner en evidencia la irresponsable ligereza con la que oficialmente se enfrentó el problema. Los problemas del agua, del aire, del ruido y del medio ambiente en general requieren también de científicos contestatarios. Sin embargo, nosotros creemos que todos estos papeles que el estado actual de cosas asigna al científico en México son, en términos históricos, provisionales. Cualquier científico que mantenga un apego real al objeto de su estado deberá necesariamente aspirar a que sus conocimientos se difundan entre la sociedad y se integren prácticamente a la vida cotidiana de las masas y a los procesos de producción de la sociedad, pero esto, en las condiciones actuales, es imposible.

¿Qué más podríamos decir, pues, si no es que la ciencia, considerada como fuerza productiva, no puede ya en nuestro país integrarse al proceso de producción y que por tanto está en contradicción con las relaciones sociales de producción?