

# Posibilidades de depuración de las aguas servidas de Santiago

## INTRODUCCIÓN

Como base única y antecedente necesario para el estudio de depuración de aguas servidas de Santiago presentamos el siguiente razonamiento:

La fiebre tifoidea y paratifoidea dió una mortalidad total en 4,301 casos en 1907 y 735 en 1937, ha disminuído en un 83% en un período de 30 años que comprende la construcción de todos los alcantarillados existentes. Es curioso, sin embargo, que las cifras menores de mortalidad correspondan al año 1931 para la tifoidea, la disentería se ha mantenido a pesar de que aumentó grandemente el área saneada. Los enfermos de tifoidea dados de alta también han aumentado desde 1933 a esta parte. Por consiguiente podemos argumentar que las causas infecciosas se han corrido aguas abajo y actualmente tenemos el retorno de las enfermedades en forma de alimentos crudos como las hortalizas, esto es válido para el caso de Santiago que representa aproximadamente el 20% de la población total del país, además si comparamos los porcentajes que representan las muertes por estas enfermedades en Santiago con respecto al total del país tenemos:

Fiebre tifoidea y paratifoidea....	el 25%
Disentería.....	el 40%

Estas cifras son indicadoras de la necesidad de atacar el problema en forma racional e ir a una depuración de las aguas que son la causa y el origen de todas las dificultades.

Ahora bien, tenemos en Santiago tres puntos de salida de aguas servidas que voy a analizar:

1.º Dos descargas en el río Mapocho en las vecindades del cruce del ferrocarril a Valparaíso, estas descargas suman un gasto medio actual de 200 lt/seg. y un gasto futuro de 800 lt/seg.; el río Mapocho posee un gasto de estiaje muy variable, pequeño, que no se debería tomar en cuenta pues depende de las tomas de riego habiendo ocasiones que llega a ser 0. Sin embargo, consideramos en gasto de 1,000 lt/seg. como normal mínimo, esto nos demuestra, en el caso favorable, una dilución de 1 a 5 en el presente y de 1 a 1 en el futuro.

2.º Por razones legales se ha mantenido un derecho de agua para los fundos al Nor-Poniente de la Avenida Ecuador y ellas son sacadas de nuestro colector

máximo en el cruce de Avenida Bernardo O'Higgins con General Velásquez, corresponde a un gasto de unos 800 lt/seg. que riega campos de hortalizas y chacra.

3.º Después existe una utilización completa de las aguas que corren por los canales de descarga y se juntan al Zanjón de la Aguada a 2,200 mts. al poniente de la esquina de General Velásquez con calle Antofagasta que corresponde a un gasto medio aproximado en tiempo seco de 2,200 lt/seg.

Las condiciones del agua de dilución, que en este caso sería el Zanjón de la Aguada, son muy precarias, tiene cinco descargas de aguas servidas en su curso y es considerado como cloaca máxima de la ciudad, estas descargas dan en la actualidad un gasto medio de aguas servidas de 200 lt/seg. y en el futuro será de 650 lt/seg., estas aguas son diluidas en la corriente propia del Zanjón que es de 600 lt/seg. como gasto medio mínimo mensual y de 3,000 lt/seg. como gasto medio mensual, esto significa que actualmente existe una dilución mínima de 1 a 3 y media de 1 a 15, inaceptable aún por las autoridades sanitarias más benévolas. En todo caso estas aguas de por sí sobre contaminadas sirven de dilución a un gasto comparable de aguas servidas.

Los análisis químicos realizados en las aguas del Zanjón de la Aguada antes de la confluencia con las aguas servidas de Santiago que corren por los canales de descarga al Norte del Zanjón, arrojan en término medio el siguiente resultado para gastos de 1 a 3 mt.<sup>3</sup>/seg.:

PH.....	7.1	
Materias decantables en dos horas.....	104,6	p. p. m.
» » » » » fijas.....	69,6	»
» » » » » volátiles.....	35,0	»
Residuo total.....	1.241,0	»
» en suspensión.....	142,0	»
» fijo en el total.....	1.086,0	»
» volátil.....	155,0	»
Estabilidad relativa.....	inferior a 11%	
Nitrógeno amoniacal.....	0,75	p. p. m.
» orgánico.....	2,75	»
» nitroso.....	0,003	»
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días).....	39,2	»

El colector de las aguas servidas de Santiago y al cual se une el Zanjón de la Aguada atribuyéndosele a éste último características de agua de dilución, da resultados como el que copio a continuación:

PH..... 7,5

Materias decantables en dos horas.....	230	p. p. m.
» » » » » fijas.....	98	»
» » » » » volátiles.....	132	»
Rusiduo total.....	1.320	»
» » en suspensión.....	450	»
» » fijo en el total.....	850	»
» » volátil.....	490	»
Estabilidad relativa.....	inferior	11%
Nitrógeno amoniacal.....	17	p. p. m.
» orgánico.....	3,5	»
» nitroso.....	0,002	»
Demanda Bioquímica de oxígeno.....	225	»

Comparando se ve que la estabilidad relativa en ambos casos es inferior al 11%, o sea que el oxígeno presenta en el Zanjón de la Aguada y en el canal colector de las aguas servidas es inferior al 11% del oxígeno necesario para la estabilidad completa de las materias orgánicas.

En cuanto a materias orgánicas en el total de residuos existe 3,2 veces más en el colector que en el Zanjón de la Aguada. Materias orgánicas decantables en dos horas 3,8 veces más en el colector que en el Zanjón. Demanda de oxígeno Bioquímico 5,5 veces más en el colector que en el Zanjón.

En cuanto al nitrógeno amoniacal podemos constatar que cuando el PH es más alcalino existe mayor desprendimiento de  $NH_3$ , así en el Zanjón de la Aguada tenemos un PH = 7,1 con 0,75 p. p. m. de nitrógeno amoniacal y en el colector un PH = 7,5 con 17 p. p. m. de nitrógeno amoniacal.

En la comparación vemos cifras de 3,2, 3,8 y 5,5 cuando en realidad deberíamos ver números muy superiores, digamos 50, 100 y más de 100 para B. O. D., de modo que no podemos hablar aún en el presente de aguas de dilución cuando éstas por sí solas ya no cumplen el balance de oxígeno.

Todo esto nos lleva a considerar que las aguas de riego de la zona poniente de Santiago son sanitariamente aguas servidas.

El tratamiento de las aguas servidas una vez demostrada su necesidad, puede realizarse de diferentes maneras, ya sea por medio de un procedimiento determinado o bien por la combinación de varios de ellos.

El método o la forma de realizar un tratamiento o purificación depende del grado de depuración necesario que a su vez dependen del uso posterior del efluente, de la dilución posible y de las condiciones climáticas del lugar. Ahora bien, el método por usar comprende, por decirlo así, las exigencias sanitarias del efluente; se puede pretender quitar al agua las materias gruesas en suspensión para evitar un mal efecto estético; se puede pretender impedir que las materias sedimentables pasen a un curso de agua cuya velocidad media es favorable a la sedimentación y avanzando aún más podemos llegar casi a las exigencias de portabilidad en el caso de que las aguas receptoras sean fuente de agua potable para una población.

El gran número de procedimientos y de combinaciones que obtienen el mismo resultado sanitario trae como consecuencia la necesidad de resolver, para un determinado caso, el tratamiento que más económica y prácticamente satisface las necesidades de dicho problema.

Desde el punto de vista de la economía existe una solución determinada para cada caso, pero, en la gran mayoría de los casos hay otros factores distintos de la condición económica que influyen en mayor grado la determinación, así tenemos las consideraciones de orden práctico. Esta última consideración puede eliminar ciertos factores, hace resaltar algunos que a primera vista parecían de ninguna importancia.

Por encima de todos los factores que pueden jugar un papel en la elección de un sistema de tratamiento, tenemos la determinación del grado de depuración necesario.

Si bien es cierto que el grado de purificación necesario lo tenemos en los «Standars de Purificación», cada caso hay que ajustarlo a la realidad particular; por ejemplo, los standards pueden decir la estabilidad relativa admisible, el oxígeno disuelto mínimo de un efluente, la demanda de oxígeno bioquímico total, el índice bacteriano límite, etc., pero naturalmente no puede decirse nada de las condiciones en que se encuentra cada efluente de una planta de tratamiento de aguas servidas con respecto a las modalidades locales, si existen aguas puras de dilución su volumen, en resumen su capacidad límite de contaminación no perjudicial puesta de manifiesto por el balance de oxígeno.

Es por ello que el método de tratamiento será distinto en caso a pesar de basarse en los mismos límites establecidos en forma general en un «standars». El hecho de que el grado de depuración pueda variar desde prácticamente cero hasta un límite cercano al 100%, la elección del procedimiento por usar es actualmente un problema técnico-económico.

Analizando también que el grado de depuración lleva envuelto el problema económico me hace considerar este último punto de vital importancia, basado en el principio lógico que dice: «A mayor depuración mayor costo».

Los problemas de costo mínimo se hacen más aparentes cuando se trata de plantas cuyo período de utilización es una parte del año; el costo mínimo comprende los gastos de construcción, explotación y conservación, muchas veces, como el caso de la ciudad de Santiago, que trata de aprovechar las aguas residuales con fines de riego parte del año, pesa muy fuerte el gasto de construcción y aunque el gasto de explotación por metro cúbico sea superior en un determinado procedimiento, el desembolso total anual resultante puede ser menor en aquel de explotación cara, aunque ésta no trate de ser una regla general, se cumple en la mayoría de los casos y es por esto que en la solución de Santiago nos inclinaremos, en los anteproyectos, por aquellas soluciones que permiten gran elasticidad a costa de una explotación temporal cara.

La purificación de las aguas servidas, mirada desde el punto de vista histórico, data desde el descubrimiento de Pasteur sobre la fermentación de las materias orgánicas y posteriormente a las investigaciones clásicas de Warington y Winogradsky sobre el papel que les corresponde a los bacterios en la formación de nitratos en el suelo.

Ha sido suficiente conocer el rol que juegan los bacterios en la purificación de aguas servidas para revolucionar los sistemas de tratamientos. Ya no nos esforzamos por obtener la purificación de aguas servidas por medios artificiales, porque sabemos que la misma naturaleza obra en tal sentido y sólo nos basta proporcionarle medios para activar su trabajo, es así que el papel que les corresponde a los ingenieros sanitarios es tan sólo arbitrar medios catalíticos que ayuden a la realización natural del proceso depurador, estos medios consisten generalmente en estanques decantadores, filtros y aereadores.

Estas herramientas corresponden a los distintos grupos bacterianos que podemos establecer para los efectos de la depuración de aguas cloacales: aerobios, anaerobios y facultativos. Los aerobios necesitan oxígeno para existir, los anaerobios mueren en presencia de oxígeno y por último los facultativos que pueden vivir con o sin oxígeno, también se les llama alternativamente «aerobios facultativos» y «anaerobios facultativos».

Aunque los métodos de depuración sean de época reciente, las aguas servidas y sus constituyentes son tan antiguos como la vida orgánica de los seres y a través del tiempo se ha venido repitiendo el «ciclo de mutación natural».

Me he referido, sin mayor explicación, a la necesidad de tratar las aguas servidas para evitar todas las consecuencias antisaneitarias, porque el riego con aguas servidas crudas ha caído totalmente en desuso, a pesar de que aun se practica en Edimburgo, París y Berlín, así como en algunas ciudades de los Estados de Texas, New México y California en Estados Unidos.

Las razones que han tenido estas últimas han sido por falta de aguas de riego y que sin las aguas servidas esos terrenos quedaban totalmente de rulo y por último los cursos receptores permanecerían secos gran parte del año.

Naturalmente, hay gran peligro de transmisión de enfermedades por los vegetales que se comen crudos y que son regados con aguas servidas, por esto es que las autoridades sanitarias norteamericanas se oponen al consumo de tales verduras y aun prohíben su cultivo en los terrenos regados con aguas de ciudades. En Alemania se permite el riego con aguas servidas para el cultivo de papas, nabos, trigo, avena, etc., y para pastos en donde se alimentan las vacas de lechería, es necesario agregar que la leche es totalmente pasteurizada. El Estado de California, Estados Unidos, ha encontrado necesario reglamentar los cultivos de terrenos regados con líquidos cloacales, ha permitido el uso de aguas servidas ya sedimentadas sólo en criaderos de plantas, siembras de pasto para borraje, algodón y caña de azúcar, pero es estrictamente prohibido en el riego de verduras, fresas y de plantas cuyos frutos se producen a escasa altura del suelo.

Con las cifras que anoto para la fiebre tifoidea y disentería he tratado de dar un argumento en pro del tratamiento de las aguas servidas y en las líneas últimas he tratado de poner de manifiesto la política sanitaria de los demás países en cuanto al riego con aguas servidas.

Como conclusión de esta primera parte debemos decir que:

1.º La Autoridad Sanitaria Chilena debe forzar el cumplimiento del Código Sanitario, impidiendo ciertos cultivos con aguas servidas crudas.

2.º Hacer un estudio detallado de la purificación aceptable, tomando en consideración todos los factores locales, cosa que trataremos de realizar en las próximas publicaciones.