

# CALIDAD DE LAS AGUAS ESTRAIDAS DE REPRESAS

POR

C. BORCHARD

Director de la represa de Remscheid  
(Journal für Gasbeleuchtung u Wasserversorgung)

---

TRADUCIDO DEL ALEMAN POR CÁRLOS EHLERS DUBLÉ

VII

Las represas construidas i proyectadas en los últimos diez años para provision de agua potable, han exitado muchas veces dudas acerca de si el agua represada podria ser potable especialmente en los meses de verano i si corresponde en jeneral a todas las exigencias hijiénicas.

De las construcciones de represas en la Prusia Renania i Westfalia es la represa de Remscheid una de las mas antiguas i se entregó a la explotacion a fines de 1891, de modo que no solamente por este motivo, sino tambien por los esperimentos bacteriolójicos i químicos que continuamente se han hecho i hacen todavia como tambien por las mensuras de temperatura podrian tener éstos resultados interes jeneral.

Las exigencias que debe satisfacer el agua potable son conocidas.

La primera es, que el agua no contenga bacterios patójicos ni que exista probabilidad que mas tarde pueda contenerlos.

La segunda exigencia es, que el agua sea inodora, esté exenta de gusto estraño al paladar, tenga un grado visible de pureza, i sea cristalina (clara).

Una cualidad agradable sobre todo en agua blanda es una baja temperatura en los meses de verano, mas o ménos entre 6 i 12° C.

Que ademas el agua se encuentre en suficiente cantidad debe considerarse natural pero mui a menudo no se toma en cuenta con la detencion necesaria.

Tratándose de proyectos de represa se hará en primer lugar esperimentos químicos i bacteriolójicos del agua afluyente durante un tiempo mas o ménos largo, i se examinará el curso del agua con detencion hasta su orijen.

En la mayor parte de los casos los lugares en que se proyectan represas para provision de agua potable son boscosos i libres de viviendas.

Pequeños establecimientos fabriles, casas de inquilinos, molinos, etc. situados amonte podrán jeneralmente espropiarse para impedir que mas tarde se establezcan industrias que podrian contaminar el agua.

En jeneral es recomendable adquirir sitios amonte de la represa que tienen entonces poco valor i si es necesario, cubrirlos con bosques, para impedir asi la explotacion por viviendas, potreros, etc. i retener las aguas lluvias las cuales no se contaminarán de este modo i aminorarán considerablemente en crecidas las materias arrastradas (fango, etc.) si no se evitan del todo.

La represa de Remscheid tiene la pertenencia de su cuenca i está completamente cubierta de bosque.

Antes que el agua afluya a la represa tiene que atravesar un depósito bastante estenso de decantacion donde se retiene el fango proveniente de las crecidas.

Ademas de ésto es conveniente establecer una represa de reserva amonte de la represa principal para estar en la situacion, en otoño de cada año o cuando sea necesario, llevar a cabo una evacuacion completa de la represa principal.

Esta represa de reserva es estrictamente necesaria en instalaciones de provision de agua potable, pero no necesariamente en represas destinadas para explotacion de fuerza hidráulica.

Obras de agua potable que tienen ademas de la represa otro medio de aprovisionarse no necesitan represas de reserva, disponiendo ya de una.

Debe admitirse, que con provision de agua de superficie con respecto a represas, los peligros de contaminacion del agua son mayores que en captaciones de napas acuíferas, aunque en estas últimas no está escludido el peligro del todo, principalmente cuando del agua almacenada en capas subterráneas se extraen grandes cantidades lo cual debilita mucho la capacidad filtrante del sub-suelo como se ha demostrado en varias obras de agua potable sobre todo en tiempo de estiaje.

Mediante la adquisicion de una gran parte de sitios amonte de la represa, la construccion de depuradores i de una represa de reserva, se evita la contaminacion directa de las aguas, aunque siempre quedan medidas preventivas que tomar para precaverse de todas eventualidades.

La posibilidad que las aguas afluyentes, aunque en pequeño grado, sean infestadas debe considerarse i por eso deben tomarse medidas para que el agua afluyente impura no entre a la represa sino que la rodee o pase por una cañeria colocada bajo el thalweg a traves del tranque por la alcantarilla de depuracion. Si el costo sube demasiado, debe construirse filtros amonte de la represa.

La contaminacion, por el abono de los sitios de amonte i de las aguas servidas, que no pueden ser entregadas directamente a la represa, se notarán principalmente en estiaje i estas aguas pueden alejarse por cañerias de relativamente pequeñas dimensiones.

El exámen bacteriológico del agua de la represa de Remscheid arrojó en los años 1891-1900 durante los meses de invierno un número máximo de 120 bacterios i 1,500 por ccm. durante el verano.

Las posesiones que circundan a la represa deben cerrarse para evitar que se acerquen personas estrañas a la administracion al agua.

Es estrictamente indispensable una buena vijilancia de todas las instalaciones. El

tranque debería estar incomunicado para el público i entregarse al tráfico únicamente en caso de una vijilancia constante.

Conviene limpiar el fondo de la represa de toda vejétation; las raíces deben extraerse por completo, del mismo modo la capa de tierra vegetal superior, etc. i cubrir toda la parte que se llenará de agua con una capa de piedra, de guijarros i lajas de las canteras que dan al mismo tiempo la piedra para la construcción del tranque.

El oleaje exige un revestimiento de piedra de la parte superior de los taludes.

Siguiendo estas disposiciones se obtendrá un agua mas limpia i pura, que necesitaria filtración solo temporalmente.

Si no se limpia cuidadosamente el fondo de la represa, es de esperar que se muestre en los meses de verano el agua un poco turbia que impida el uso directo.

A propósito de la calidad del agua en la represa de Remscheid puedo dar los siguientes datos:

La represa de Einsiedel (Remscheid) destinada al abastecimiento de agua potable de Chemnitz i sus instalaciones de filtros de arena satisface a todas las exigencias. Después de haber extraído la capa vegetal del fondo, se ha hecho una instalación para que el agua llegue por medio de una cañería especial colocada en el thalweg; de este modo conserva el agua su frescura i potabilidad.

Antes de su uso se filtra el agua i se sonete en el trayecto de los filtros a los estanques reguladores por medio de caídas a un buen contacto con el aire (ventilación). Con este procedimiento conseguimos un agua potable *incondicionalmente buena*.

El exámen bacteriológico de los meses de Mayo i Junio de 1900 de agua filtrada de nuestra represa ha arrojado el siguiente resultado:

Día del exámen	Temperatura del agua	Colonias en un tiempo transcurrido en horas	Número
3 de Mayo.....	6.5° C.	54	3
10 » .....	6.5	72	11
17 » .....	6.7	72	4
23 » .....	7.1	72	14
29 » .....	7.6	48	6
7 de Junio .....	7.7	48	3
13 » .....	7.5	48	9
20 » .....	7.5	48	25
27 » .....	7.8	48	8

Debemos agregar que la represa de Chemnitz tiene solamente 360,000 cbm. de capacidad.

La represa de Leunef contenía en Agosto de 1898 un número mui considerable de bacterias, i hubo de darse un aviso oficial recomendando usar el agua cocida.

Aunque el agua volvió en corto tiempo a mostrar un estado que satisfacía a todas las exigencias hijiénicas, i que indudablemente se habria obtenido agua potable buena por medio de filtros bien construidos, demuestra este caso la conveniencia de observar con regularidad los cursos de agua para captar a tiempo las aguas i no contaminar toda la represa.

En Gevelsberg no se pudo extraer en el primer año de explotación de la represa (1897) el agua para abastecimiento de la ciudad directamente de la represa; en 1898 tenía el agua un tinte amarillento i no era completamente inodora.

Mas tarde se mejoró la calidad notablemente pero apesar de esto siempre se construirán filtros

La represa de Reimscheid no fué sometida a un aseo jeneral, por lo cual se mostraba mui turbia el agua en el fondo en el primer año de explotación a mediados de Junio de 1892 tenía un color amarillento i contenia una cantidad considerable en suspension de orijen orgánico i anorgánico.

La sustancia orgánica ascendía como máximo a 7 en 100,000 partes. Tenia el agua un gusto pútrido proveniente de hidrójeno sulfurado aunque no fué posible constatar con reactivos químicos un contenido de hidrójeno sulfurado.

El fango que se precipitaba sobre el fondo tenia un color amarillo gredoso.

Naturalmente no podia emplearse esta agua directamente como agua potable, a falta de filtros se llevó el agua por el lecho del arrollo a una laguna de depuracion i de ahí a los fosos i galerias de captacion de la antigua empresa de agua potable cuya bomba las recibia perfectamente puras.

En este estado contenia el agua en materia orgánica 1-3 partes en 100,000 i era clara, incolora e inodora.

El aspecto turbio del agua duró hasta principios de Octubre. Desde mediados de Junio de 1893 hasta fines de Octubre del mismo año reaparecieron las mismas dificultades.

En el año 1894 no hubo enturbamiento por el tiempo permanentemente lluvioso, tambien se estrajo poca agua (40,000 cbm.) de la represa.

El aspecto turbio reapareció en el año 1895 desde fines de Agosto hasta principios de Octubre.

1896 desde fines de Mayo hasta fines de Agosto.

1897 » principios de Junio hasta fines de Noviembre.

1898 » mediados de » » mediados de Noviembre.

1899 » » » » » » » »

1900 » fines de Mayo (en mui pequeña escala).

De año en año fué disminuyendo el enturbamiento; era invisible a la simple vista en un tubo de vidrio, pero no en un plato de porcelana. La sustancia orgánica consistia, término medio, de 44 partes en 100,000. Tampoco era posible aperebirse del gusto pútrido; el agua era completamente inodora.

El exámen microscópico confirmó la presencia de pequeñas cantidades de materias terrosas i vejetales, pero que no se han encontrado otra vez en los últimos años.

Habiéndose observado que en el trascurso de los años que el enturbamiento del agua que proviene indudablemente de la putrefaccion de raices de árboles i de restos de plantas, ha disminuido constantemente, se puede suponer que con el tiempo desaparecerá completamente.

Pero puede producirse enturbamiento por fuertes i prolongadas lluvias, etc., en la represa i habria que prevenirse de los efectos de estas emergencias. Sobre el número de bacterios en el agua de la represa de Reimscheid se han practicado repetidos exámenes.

Han dado por resultado, que el agua contiene en el fondo de la represa mucho menos bacterios que en la superficie i que el número está sujeto a variaciones considerables en los distintos meses.

Como es sabido, aumenta en lagos naturales el número de bacterios con la profundidad.

El número de bacterios en la represa de Reimscheid ascendia:

El 3 de Enero de 1893	en la superficie a	220 bacterios,	en el fondo a	14 bacterios por cm.
El 30 de Junio de 1893	» » »	80	» » »	40 » »
El 15 de Setiembre de 1893	» » »	213	» » »	16 » »
El 26 de Julio de 1894	» » »	276	» » »	68 » »
El 28 de Junio de 1898	» » »	150	» » »	65 » »
El 28 de Junio de 1899	» » »	1,200	» » »	225 » »
El 26 de Junio de 1900	» » »	180	» » »	24 » »

Se ve, que puede hablarse de una auto-depuracion de aguas represadas con respecto a disminucion de bacterios, mientras que la cantidad de materia orgánica no varía.

Exámenes repetidos darian datos exactos sobre el estado variable del agua i sería deseable si en las represas, que con el tiempo se construyan, se encontraran los medios para practicar diariamente exámenes químicos i bacteriológicos del agua durante algunos años.

En la represa de Reimscheid existe la disposicion, que por cañerías colocadas en el thalveg el agua afluyente se conduce en la parte mas profunda a una torre de válvulas colocada allí para llevarla directamente o mezclarla con el resto de agua de la represa a la alcantarilla de salida.

Por medio de este dispositivo se mezcla el agua del fondo que es mas pobre en oxígeno con la fresca mas rica en oxígeno, produciéndose una mejora del agua en la represa.

Pero en los meses de verano con pocas afluencias (100 200 cbm. en 24 horas) la mejora es muy imperceptible, porque no bastan estas pequeñas cantidades para mejorar la calidad del resto del agua.

Se consigue un buen estado de pureza con las represas de reserva situadas mas amonte que ya mencionamos. Tambien puede por este método evacuarse completamente la laguna para su limpia, que segun mi parecer es necesaria por motivos hijiénicos i técnicos en instalaciones destinadas para la provision de agua potable.

La pesca puede explotarse provechosamente en el agua clara i fresca como sucede en la represa de Fuelbeck cerca de Lüdenscheid.

La represa de Reimscheid tiene una capacidad de 1.000,000 cbm. i cuenta con 3-4 millones de cbm. de afluencias en el año, con lo cual se produce un mejoramiento notable de la laguna.

Tambien no se pierde de vista que en los meses de otoño se encuentra el nivel del agua lo mas bajo posible con la reserva necesaria para la explotacion, desahogando la represa para las aguas frescas provinientes de las lluvias de invierno.

Aunque segun nuestras esperiencias, en la represa de Reimscheid, el agua en el invierno es de excelente calidad, el agua tiene un color ligeramente azulejo i solamente en los meses de verano muestra transitoriamente una cantidad de bacterios i materia orgánica mayor que sería de desear, una pequeña cantidad de hierro i un color amarillento que

puede impedirse con la estirpacion de la vejetacion i la limpia del fondo de la laguna, creemos no obstante que es indispensable construir a valle de una represa una instalacion para precipitar i ventilar el agua i filtros que podrian ser de pequeñas dimensiones.

Asi habria seguridad en todo caso i ademas seria una garantía para los consumidores, cuando saben que las aguas no se entregan al consumo sin ser ántes filtradas.

La represa de Reimscheid tendrá en el año próximo una instalacion de filtros.

Actualmente se practican ensayos con diferentes sistemas de filtros i se dará preferencia a la instalacion que ocupe el menor espacio.

Es de la mayor importancia saber en cuántos grados se enfria el agua con la profundidad i qué temperatura tiene en la toma c. d. mas o ménos en el fondo en los meses de verano.

Las mensuras han demostrado que la temperatura en el fondo i a profundidades entre 8 i 9 m. varia en los días mas calurosos de verano entre 11-12° C. mientras que en la superficie sube la temperatura hasta 22° C.

Mensuras de temperaturas practicadas en la represa de Reimscheid en 1898 han dado el siguiente resultado:

	En la superficie	En el fondo	En las bombas	En la ciudad
Verano . .	{ En Julio 16-19° C. . . . .	8.5-9.5	11-13	11-12.5
	{ » Agosto 17-24° C. . . . .	10-11	12-13.5	12.5-14.5
	{ » Setiembre 14-20.5 C. . . . .	11-12	13-14.5	13-15

La diferencia de temperatura del agua en la toma i en la ciudad es 1° C. En Octubre de 1888 subia la temperatura del agua en el fondo durante 4 dias a 13° C, mientras que la temperatura máxima en las cañerías de la ciudad subió durante 8 dias a 12.5° C.

Si en la represa de Reimscheid se hubiera podido llevar el agua directamente a una instalacion de filtros, habria sido la temperatura máxima del agua en la ciudad en algunos dias de 12.5-13° C, fluctuando en término medio entre 11.12° C.

Las temperaturas máximas del aire fueron en el mismo año 1898:

En Julio 27° C.

En Agosto 32° C.

En Setiembre 29° C.

Por la baja temperatura del agua adquiere el agua blanda de la represa un gusto agradable i refrescante.

Que estas aguas blandas son de condiciones especialmente favorables para el consumo doméstico i fabril, es mui sabido.

Una de las ventajas principales de una represa para la provision de agua potable, es que se conoce en todo tiempo la cantidad de agua disponible, mientras que en galerías de captacion, etc., no puede tenerse datos determinados al respecto i varia tambien su capacidad en el trascurso de los años como se ha comprobado frecuentemente. En Inglaterra se abastecen las grandes ciudades casi exclusivamente con agua de represas que siempre estan provistas de filtros.

Es conocido que las represas tienen una gran importancia económica i mui principalmente para provision de agua potable, por cuanto que reciben esencialmente aquellas

aguas, que se escurrirían en invierno sin provecho para nadie, ocasionando muchas veces serios perjuicios.

Ahora para cerciorarnos cómo se compara el agua de represas con aguas de galerías filtrantes, pozos artesianos, etc., he practicado con algunos químicos un exámen del agua potable de las ciudades: Barmen, Elberfeld, Düsseldorf i Colonia, que poseen un agua de buena calidad reconocida i que satisface a todos los preceptos de la higiene.

Con este objeto he practicado exámenes químicos, bacteriológicos i medido la temperatura en las respectivas redes de cañerías.

Los resultados han sido los siguientes:

## I

## RESULTADO DEL EXÁMEN QUÍMICO

En 100,000 partes existían:

	Barmen	Elberfeld	Düsseldorf	Colonia	Reimscheid
Residuos . . . . .	12.50	23.25	25.75	36.25	7.00
Pérdidas por evaporacion . . . . .	4.75	8.00	8.50	11.00	3.50
Sustancias orgánicas . . . . .	3.16	3.47	3.79	2.53	3.16
Amoniaco . . . . .	—	—	—	—	—
Acido nitroso (H N O <sub>2</sub> ) . . . . .	—	—	—	—	—
Acido nítrico (H N O <sub>3</sub> ) . . . . .	Indicios	Indicios	Indicios	Indicios	Indicios
Cal . . . . .	4.00	8.50	8.25	12.50	1.50
Magnesia . . . . .	0.72	1.80	1.44	1.62	0.60
Grados alemanes de dureza . . . . .	5.01	10.02	10.27	14.77	2.76
Acido sulfúrico (H <sub>2</sub> S O <sub>4</sub> ) . . . . .	2.92	4.12	3.95	4.29	1.03

Todas las muestras de agua eran claras, incoloras e inodoras.

## II

## RESULTADO DEL EXÁMEN BACTERIOLÓGICO

En 1 cm. habían:

Colonias . . . . .	81	86	67	46	92
--------------------	----	----	----	----	----

## III

## TEMPERATURA

Grados centesimales . . . . .	15	16.5	15	13	13
-------------------------------	----	------	----	----	----

De estos exámenes se desprende que la cantidad de materias orgánicas es en Reimscheid igual resp. ménos que en las ciudades Barmen, Elberfeld i Düsseldorf i algo mayor que en Colonia; que en todas las muestras no habia amoniaco ni ácido nitroso i que todas las muestras eran claras, incoloras e inodoras. Por lo que respecta a los resultados del exá-

men bacteriológico, tenía el agua de Reimscheid el mayor número de colonias, pero que siempre es tan pequeño que la buena calidad del agua no sufre por ello.

Las mensuras de temperatura han demostrado que el agua de Reimscheid tiene la misma temperatura que la de Colonia, pero también que era mucho más baja que en las otras ciudades.

De las memorias anuales de distintas ciudades he tomado los siguientes datos referentes a la temperatura máxima del agua en las cañerías respectivas:

- 1 Halle, 13° C.
- 2 Erfurt, 15.3.
- 3 Hidesheim, 15.0.
- 4 Leipzig, 15.1.
- 5 Osnabrück, 15.0.
- 6 Dresden, 17.0.
- 7 Chemnitz, 15.8.

También en comparación con estas ciudades tiene Reimscheid el agua más fresca.

Los presentes datos tienden a demostrar que represas pueden dar un agua buena i satisfacer a las exigencias higiénicas cuando se observan todas las medidas para evitar contaminación del agua tanto afluente como también de la represa misma i si se instalan filtros anexos a la represa.

Es, además, indispensable una severa vigilancia como también exámenes químicos i bacteriológicos con regularidad.

Siempre que se proceda de este modo, se obtendrá indudablemente una buena calidad permanente en las represas i muchas ciudades adoptarán este sistema de aprovisionamiento.

Reimscheid, Enero de 1901.

