

**CALIDAD DEL AGUA EN EL ACUEDUCTO DE “EL CENTRO”
BARRANCABERMEJA (SANTANDER)**

**POR:
CARLOS I. DELGADO
HIDROQUIMICO**

CALIDAD DEL AGUA EN EL ACUEDUCTO DE “EL CENTRO”, BARRANCABERMEJA (SANTANDER)

El acueducto actual de El Centro toma sus aguas de los ríos Colorado y La Llana, a una distancia aproximada de 15 kilómetros del centro de la población. El río Colorado es de mayor grado de turbidez que las aguas de la quebrada La Llana. Esta turbidez es debida a materia arcillosa en suspensión, de carácter en parte coloidal, y varía ampliamente en las distintas épocas del año.

La planta de tratamiento consiste de las siguientes partes:

1ª Floculación por medio de alumbre, cuya dosificación se regula automáticamente y se controla por el grado de turbidez del agua cruda.

2ª Sedimentación.

3ª Filtración, utilizando para ello 4 filtros de arena y “Antrafil”, con una rata de filtración de 122 m³/min.

4ª Clorinación regulada, también automática, con un contenido de cloro residual hasta de 0.2 p. p. m.

Con el fin de determinar la calidad química del agua cruda y tratada se llevaron a cabo las siguientes determinaciones en el mismo lugar:

Agua cruda, inmediatamente antes de la entrada a la planta de purificación.

Características físicas:

Color: ligeramente blancuzca.

Turbidez: opalescente.

Sedimento: pequeños gránulos color pardo amarillento.

Características químicas (examen parcial):

pH	7.6.
CO ₂ libre	1.1 mg/l.
Dureza total	4.7º alemanes.
Hierro total (Fe)	0.098 mg/l.
Nitritos (NO ₂)	negativo.

Resultado obtenido en el Laboratorio:

pH	7.6.
Dureza total	4.48° alemanes.
Hierro total	0.098 mg/l.
Manganeso (Mn)	negativo.
Cloruros (Cl ⁻)	3.55 mg/l.
Nitratos (NO ₃ ⁻)	trazas.
Nitritos (NO ₂ ⁻)	negativo.
Amoníaco (NH ₃)	negativo.
Substancias orgánicas	9.48 mg/l.

Observaciones:

De acuerdo con los resultados anteriores el agua es blanda, de carácter básico, con muy bajo contenido de hierro y carente de sustancias nitrogenadas. La turbidez que le da un aspecto ligeramente lechoso es de naturaleza coloidal.

Agua tratada, tomada inmediatamente a la salida de la planta de tratamiento.

Características físicas:

Color: incolora.

Turbidez: muy débilmente opalescente.

Sedimento: sin sedimento.

Características químicas (examen parcial):

pH	6.75.
CO ₂ libre	12.1 mg/l.
Dureza total	3.9° alemanes.
Nitritos (NO ₂ ⁻)	negativo.

Resultado obtenido en el Laboratorio:

pH	6.9.
Dureza total	3.9° alemanes.
Hierro total (Fe)	trazas.
Manganeso (Mn)	negativo.
Cloruros (Cl ⁻)	1.77 mg/l.
Nitratos (NO ₃ ⁻)	negativo.
Nitritos (NO ₂ ⁻)	negativo.
Amoníaco (NH ₃)	negativo.
Substancias orgánicas	11.3 mg/l.

Observaciones:

El agua tratada e inmediatamente a la salida de la planta de purificación es blanda, prácticamente neutra, y con un contenido de hierro insignificante. En las exigencias de potabilidad es aceptable.

Calidad del agua en los grifos de consumo de El Centro.

Se ha observado, y así lo pudo constatar el suscrito, un notorio cambio en el grado de turbidez y de color del agua de consumo, de carácter intermitente durante las horas del día, desde transparente e incolora, hasta amarillenta y fuertemente opalescente. Para averiguar los motivos de este cambio en la calidad química del agua se tomaron diferentes muestras para determinar hierro total, con los resultados que a continuación se expresan:

Hora	Hierro total	Apariencia	Color.
7 a. m.	2.5 mg/l.	Fuertemente turbia	amarillo.
10 a. m.	1.2 mg/l.	Turbia	amarillento.
12 m.	0.49 mg/l.	Poco opalescente	incolora.
1 p. m.	0.12 mg/l.	Transparente	incolora.
2 p. m.	1.32 mg/l.	Opalescente	amarillento.
3 p. m.	1.14 mg/l.	Opalescente	amarillento.

Se concluye de los análisis anteriores, que existe una gran variación en el contenido de hierro del agua de consumo; todos los valores encontrados son demasiado elevados, si se tiene en cuenta que el límite máximo en el contenido de hierro no debe exceder de *0.3 mg/l. para que un agua pueda considerarse como potable*. Esta irregularidad tiene la siguiente explicación:

El agua sale de la planta de purificación en condiciones completamente normales respecto al contenido de hierro. Un lento pero continuo proceso de corrosión debió operar en el transcurso de los años sobre la red de distribución, que no fue controlado, y hoy imposible de evitar por la alta acumulación de sedimentos de óxidos e hidróxidos de hierro dentro de las tuberías. El agua es bombeada directamente a la red de distribución y en aquellas partes donde se operan cambios de velocidad por efectos de reducciones, codos, tes, etc., y por el mayor o menor consumo de agua, se sucede una fuerte turbulencia, y el agua arrastra esos sedimentos hasta los grifos de consumo; de allí el alto contenido de hierro y el menor o mayor grado de turbidez.

Es, pues, el hierro, el único elemento que sufre alteración notable desde la salida de la planta de purificación a los lugares de consumo, como lo demuestra el siguiente análisis químico efectuado en el Laboratorio del Instituto Geológico Nacional, en una muestra de agua tomada en un grifo del Laboratorio de Ingeniería de Petróleos de El Centro:

pH	6.96.
Dureza total	3.9° alemanes.
Dureza total en CaCO ₃	69.8 mg/l. o p. p. m.
Hierro total (Fe)	0.55 mg/l.
Manganeso (Mn)	negativo.
Cloruros (Cl ⁻)	3.55 mg/l.
Nitratos (NO ₃ ⁻)	negativo.
Nitritos NO ₂ ⁻)	negativo.
Amoníaco (NH ₃)	negativo.
Substancias orgánicas	5.68 mg/l.

Agua de alimentación de calderas:

El Centro dispone de una planta termoeléctrica que utiliza gas obtenido en la explotación de petróleo como combustible y el agua del acueducto, previamente ablandada por el sistema Permutit, para alimentar las calderas. Dispone de un tanque alto donde se almacena el agua del acueducto y que sirve a la vez para sostener la presión estática necesaria. Según informaciones obtenidas, se llevan a cabo cada quince (15) días, los siguientes análisis químicos en el agua sin ablandar y en el agua ablandada: cloruros, alcalinidad al anaranjado de metilo, alcalinidad a la fenolftaleína, sólidos totales en suspensión, dureza total, pH, anhídrido carbónico libre y turbidez. No se han llevado a cabo determinaciones de contenido de hierro, las cuales, mientras subsista el problema de la presencia en el agua de esta sustancia con variaciones tan notables, hay que realizarlas, pues de no controlarse eficazmente, redundaría en perjuicio de la eficiencia y vida de las calderas.

Dos muestras fueron analizadas por el suscrito en el agua, antes y después del ablandamiento, para hierro, dureza y cloruros:

Agua antes del ablandamiento:

Dureza total	4.9° alemanes.
Dureza total como CaCO ₃	88.6 mg/l. o p. p. m.
Hierro total (Fe)	0.46 mg/l.
Cloruros (Cl ⁻)	3.55 mg/l.

Agua ablandada:

Dureza total	0.28° alemanes.
Dureza total como CaCO ₃	5 p. p. m. o mg/l.
Cloruros (Cl ⁻)	4.2 mg/l.
Hierro total (Fe)	0.39 mg/l.

Puede deducirse de las anteriores determinaciones que el hierro está presente en exceso, aun en el agua previamente ablandada, mermando la eficiencia del sistema de ablandamiento y cooperando eficazmente en la formación de incrustaciones dentro de las calderas.

Conclusiones:

1. La planta de tratamiento del acueducto opera en condiciones normales. La calidad química del agua, inmediatamente después del tratamiento, es apta para fines potables. Hay que objetar únicamente la apariencia débilmente opalescente que en ocasiones se presenta, lo cual puede controlarse por medio de determinaciones diarias de turbidez del pH, sólidos totales en suspensión, sólidos totales disueltos y dureza. Esta debe hacerse con cierta regularidad y, tratándose de agua superficial, analizar también nitritos, nitratos, amoníaco y sustancias orgánicas, para controlar mejor un posible grado de contaminación y la dosificación misma del cloro.

2. El color amarillo y la turbidez que ocurren con ciertas intermitencias en el agua de consumo en la población misma, se deben únicamente al hierro presente por desgaste y corrosión de la red de distribución, perjudicando la potabilidad del agua y comunicándole, de vez en cuando, un sabor perceptiblemente ferruginoso.

3. Es imposible evitar, dado el estado avanzado de corrosión y la ostensible edad de las tuberías, la presencia de un alto contenido de hierro en el agua de consumo.

4. Es perjudicial la presencia del hierro en el agua de alimentación de calderas.

Recomendaciones:

1). Dada la importancia que este núcleo industrial de El Centro tiene para la economía del país, además de los proyectos de ampliación de las explotaciones de petróleo, que exigen cada día cantidades mayores de agua, de los ensanches previstos en la planta de energía termoeléctrica que dependerán de la eficiencia del acueducto en cantidad y calidad y del agua potable que sus moradores necesitan, es más que justificable iniciar cuanto antes el proyecto de un acueducto que consista de una moderna planta de tratamiento con capacidad mayor que la actual (capacidad actual, un millón de galones por día), y el cambio gradual de la red de distribución.

2). Un control químico diario es indispensable en el actual acueducto, y para ello urge la necesidad de dotarlo de un laboratorio completo. En la Planta de Gas, encargada del control y mantenimiento del acueducto, informaron que el pedido había sido ya elaborado.

3). Un equipo manual es indispensable para el control del agua de alimentación de calderas, de fácil y rápido manejo, y que podría consistir en:

Un aparato Hellige Neo-comparador (colorimétrico), con discos y reactivos para determinaciones de: cloro libre, hierro, manganeso, amoníaco, nitritos y nitratos.

Reactivos orgánicos para determinación rápida y exacta de dureza por los métodos Plexochrom (Bayer) o Titriplex (Merck).

Medidor de pH (potenciómetro).

Un turbidímetro óptico.

Reactivos minerales para anhídrido carbónico, libre, cloruros y demás determinaciones que no requieren equipo especial.