

# Evaluación de la concentración de cloro en agua de consumo humano en Cajamarca-Perú 2014

Alexander Mantilla-Cortez<sup>1</sup> Julio César Rucoba-Pinedo<sup>2</sup>  
Recibido 22 de setiembre de 2014, aceptado 19 de noviembre de 2014  
*Received: September 22, 2014 Accepted: November 19, 2014*

## RESUMEN

*Objetivos:* Evaluar la concentración de la aplicación del cloro como desinfectante en el tratamiento de agua de consumo humano y su importancia, a través de los resultados obtenidos en los monitoreos de calidad de agua en la ciudad de Cajamarca y el sustento experimental de sus antecedentes.

*Métodos:* Se han analizado los niveles de concentración de cloro en 27 puntos de monitoreo de agua potable en la ciudad de Cajamarca, este parámetro fue evaluado en la salida de las plantas de tratamiento y redes de distribución de la EPS SEDACAJ S.A. Resultados: Se encontró una concentración superior al límite máximo permisible en 0.57 respecto a la concentración de cloro durante los meses de mayo, junio y julio del presente año.

*Conclusiones:* Los resultados indican que el agua de consumo humano, en la ciudad de Cajamarca, tiene un notable exceso en la concentración de cloro, lo cual puede generar impacto en el ambiente y la salud de los consumidores.

**Palabras clave:** Trihalometanos, monitoreo, agua de consumo.

## ABSTRACT

*Objectives:* To evaluate the application concentration of chlorine as a disinfectant in the treatment of drinking water and its importance, through the results of the monitoring of water quality in the city of Cajamarca and experimental support their backgrounds.

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental. Universidad Peruana Unión. Email: alex12\_upeu@hotmail.es

<sup>2</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental. Universidad Peruana Unión. Email: cessrucoba@gmail.com

*Methods:* We analyzed the levels of chlorine concentration in 27 monitoring points for drinking water in the city of Cajamarca, this parameter was evaluated at the outlet of treatment plants and distribution networks of the EPS SEDACAJ SA

*Results:* Above the permissible limit at 0.57 in the concentration of chlorine in the months of May, June and July this year concentration was found.

*Conclusions:* The results indicate that the drinking water in the city of Cajamarca has a significant excess in the concentration of chlorine, which can cause impact on the environment and health of consumers.

*Keywords:* Trihalomethanes, monitoring, water consumption.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú, como en otros países, enfrentamos una evidente y profunda crisis ambiental, reflejada en los graves problemas del entorno natural y social. Estos problemas ambientales han desmejorado las condiciones de vida de la población y han condicionado la aparición de enfermedades en la población.

La realidad de Cajamarca está muy relacionada al marco ambiental, puesto que las principales condiciones que deterioran o agravan el medio ambiente y la salud están ligadas con factores contaminantes del aire y del agua.

*Claudia Rodríguez Ulloa y Marco Rivera Jacinto (2009) hicieron un estudio de la percepción sobre problemas ambientales en universitarios de Ciencias de la Salud de Cajamarca, teniendo como predominancia la contaminación de los ríos, sobre otras variables.*

La ciudad se abastece de tres ríos: Río Porcón, Río Grande y Río San Lucas, los cuales son las principales fuentes hídricas y de aprovechamiento para responder a la necesidad de la población. Existen dos plantas de tratamiento: Planta de Tratamiento “El Milagro” con un caudal promedio de 260 lt/s y “Santa Apolonia” con un caudal promedio de 100 lt/s.

Dentro de todo el proceso físico, químico y biológico que estas plantas aplican en el tratamiento del agua para consumo humano, se usa al cloro como desinfectante. La cloración es una alternativa para la desinfección del agua ampliamente difundida en los países en desarrollo, dado que constituye la tecnología más conocida por su eficacia, costos de su aplicación y por estar histórica y epidemiológicamente comprobada.

El objetivo de la cloración del agua de consumo es, principalmente, eliminar la materia orgánica y todos aquellos microorganismos patógenos presentes en ella. Por estas razones, en las guías de calidad de agua, la OMS recomienda que, para tener

la garantía sanitaria de la calidad del agua para consumo y para asegurar su efecto ante cualquier contaminación superior, debe existir un promedio de 0.3 mg/l de cloro residual y una turbiedad menor de 1 UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad).

## MÉTODO

Se han analizado los niveles de concentración de cloro en los meses de junio y julio. En el primer mes fueron veinticuatro puntos de monitoreo y en el segundo mes fueron veintisiete puntos, respectivamente. Este parámetro fue evaluado en la salida de las plantas de tratamiento y redes de distribución de la EPS SEDACAJ. S.A

## RESULTADOS

El principal objetivo planteado en la investigación fue la evaluación de la concentración del cloro en distintos puntos de la ciudad de Cajamarca.

**Tabla 1**

*Evaluación de la concentración de cloro de los lugares provenientes de la planta Santa Apolonia en el mes de junio, 2014.*

PLANTA TRATAMIENTO	FECHA	PUNTOS DE MUESTREO	LUGARES DE MONITOREO	CLORO LIBRE	LMP	EXCESO
Santa Apolonia	27-jun	CD-21	Av. Perú y Loreto	0.75	0.5	0.25
	27-jun	CD-22	Av. 28 de Julio - Nicolás Arriola Cuadra 5 - Soldadura	0.91	0.5	0.41
	27-jun	CD-23	Jr. Sullana y Jr. Pisagua	0.6	0.5	0.1
	27-jun	CD-24	Jr. Moquegua - Jr Piura N.º 304	0.69	0.5	0.19
	27-jun	CD-25	Jr. Desamparados - Jr. Soledad N.º 153	0.77	0.5	0.27
	27-jun	CD-26	Jr. Petareros - Jr. Belén N.º 312	0.98	0.5	0.48
	27-jun	CD-27	Av. Perú N.º 1298 - Prolongación San Sebastián	0.68	0.5	0.18
	27-jun	CD-20	Jr. Prol. Petateros N.º 2359	0.7	0.5	0.2
	27-jun	CD-28	Jr. Ciro Alegría 299 - Jr. Loreto	0.72	0.5	0.22

Los resultados del nivel de contenido de cloro, en los nueve puntos de monitoreo en la calidad de Cajamarca, indican que se encuentran por encima del rango establecido por el Límite Máximo Permissible – Agua de consumo humano (0.5 mg/L).

**Tabla 2**

*Evaluación de la concentración de cloro de los lugares provenientes de la planta El Milagro en el mes de junio, 2014.*

PLANTA DE TRATAMIENTO	FECHA	PUNTOS DE MUESTREO	LUGARES DE MONITOREO	CLORO LIBRE	LMP	EXCESO
El Milagro	26-jun	CRG	Captación Río Grande	0	0.5	
	26-jun	PSP	Salida de Planta	1.73	0.5	1.23
	26-jun	CD-1	Posta Samanacruz	1.49	0.5	0.99
	26-jun	CD-2	Colegio San Ramón (Av. 13 de Julio)	1.41	0.5	0.91
	26-jun	CD-4	Vía de Evt. Norte y Jr. Cinco Amigos N.º 1000 (Restaurant. Sabor a Norte)	1.64	0.5	1.14
	26-jun	CD-3	Jirón Chepén (Jr. Chepén y Prol. Chanchamayo) - Jr Chepén N.º 1070-Rest. Mi Nenita	1.46	0.5	0.96
	26-jun	CD-6	Mercado Central (Jr. Amazonas) - Juguería Cruz de Motupe	1.21	0.5	0.71
	26-jun	CD-9	Mercado San Sebastián (Jr. Silva Santisteban)	0.89	0.5	0.39
	26-jun	CD-11	Jr. Diego Ferre y Independencia (Esquina) N.º 807	1.41	0.5	0.91
	26-jun	CD-12	Cementerio General Cajamarca	0.79	0.5	0.29
	26-jun	CD-17	Nuevo Hospital Cajamarca	1.1	0.5	0.6
	26-jun	CD-18	C.E. Julio Ramón Ribeyro	1.25	0.5	0.75
	26-jun	CD-16	3.5 Km Carretera Baños del Inca - Jr. 21 de Junio N.º 104	1.18	0.5	0.68
	26-jun	CD-20	Colegio Aulas Abiertas(Ayacucho y Vía de Evitamiento Sur)	1.35	0.5	0.85
	27-jun	CD-10	Av. Mario Urteaga-Plaza Grau (Mario Urteaga N.º 300)	0.93	0.5	0.43

El monitoreo se dio a cabo entre los días veintiséis y veintisiete, en distintos puntos de monitoreo. La mayoría en concentraciones muy altas.

**Tabla 3**

*Evaluación de la concentración de cloro de los lugares provenientes de la planta Santa Apolonia en el mes de julio, 2014.*

PLANT TRAT.	FECHA	PUNTOS DE MUESTREO	LUGARES DE MONITOREO	HORA	CLO-RO LIBRE	LMP	EXCESO
Snata Apolonia	23-jul	CD-21	Av. Perú y Loreto (Puesto de Salud Pachacútec)	08:30	0.51	0.5	0.01
	23-jul	CD-22	Av. 28 de Julio - Nicolás Arriola Cuadra 5 - Soldadura	10:30	0.86	0.5	0.36
	23-jul	CD-23	Jr. Sullana y Jr. Pisagua	09:10	0.63	0.5	0.13
	23-jul	CD-24	Jr. Moquegua - Jr Piura N.º 304	10:20	0.7	0.5	0.2
	23-jul	CD-25	Jr. Desamparados - Jr. Soledad N.º 153	09:20	0.78	0.5	0.28
	23-jul	CD-26	Jr. Petareros - Jr. Belén N.º 312	09:30	0.94	0.5	0.44
	23-jul	CD-27	Av. Perú N.º 1298 - Prolongación San Sebastián	10:00	0.86	0.5	0.36
	23-jul	CD-20	Jr. Prol. Petateros N.º 2359	10:20	0.82	0.5	0.32
	23-jul	CD-28	Jr. Ciro Alegría N.º 299 - Jr. Loreto	09:47	0.84	0.5	0.34

El monitoreo se dio a cabo el mismo día en diversos lugares, como lo muestra la tabla 1.

Podemos observar una considerable cantidad en cuanto al exceso de concentración del cloro presente en las aguas que se distribuyen en la red pública y llega hacia los usuarios.

De los nueve puntos de monitoreo, el 100% presenta exceso y pasa el Límite Máximo Permissible: algunos más que otros por diversos factores.

**Tabla 4**

*Evaluación de la concentración de cloro de los lugares provenientes de la planta Santa Apolonia en el mes de julio, 2014.*

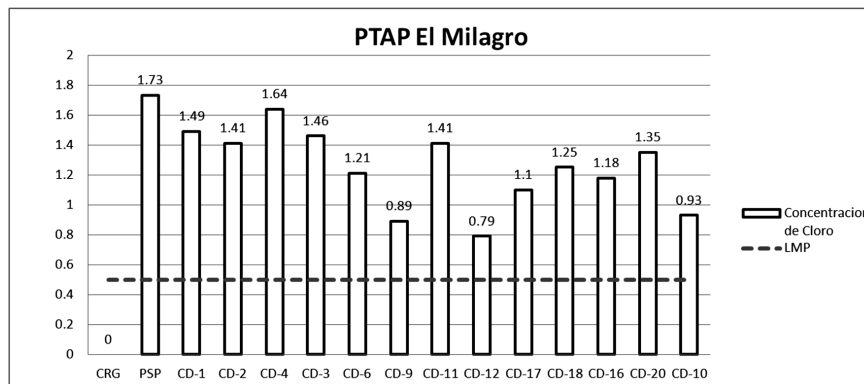
PLANTA DE TRATAMIENTO	FECHA	PUNTOS DE MUESTREO	LUGARES DE MONITOREO	HORA	COLOR LIBRE	LMP	EXCESO
El Milagro	24-jul	CRG	Captación Río Grande	08:37	0	0.5	-
	24-jul	GRP	Captación Río Porcón	08:37	0.19	0.5	-
	24-jul	PSP	Salida de Planta	08:50	1.42	0.5	0.92
	24-jul	R-2	Reservorio 2	10:30	1.32	0.5	0.82
	24-jul	CD-1	Posta Samanacruz	09:17	1.28	0.5	0.78
	24-jul	CD-2	Colegio San Ramón (Av. 13 de Julio)	09:26	1.15	0.5	0.65
	24-jul	CD-4	Vía de Evt. Norte y Jr. Cinco Amigos N.º 1000 (Restaurant. Sabor a Norte)	10:20	1.31	0.5	0.81
	24-jul	CD-3	Jirón Chepén (Jr. Chepen y Prol. Chanchamayo) - Jr Chepen N.º 1070-Rest. Mi Nenita	10:03	0.97	0.5	0.47
	24-jul	CD-8	Rest. Campiña	10:48	1.38	0.5	0.88
	24-jul	CD-9	Mercado San Sebastián (Jr. Silva Santisteban)	11:10	0.96	0.5	0.46
	24-jul	CD-11	Jr. Diego Ferre y Independencia (Esquina) N.º 807	10:18	1.24	0.5	0.74
	23-jul	CD-12	Cementerio General Cajamarca	11:30	0.91	0.5	0.41
	23-jul	CD-13	Jr. Luis Rebaza Neyra (Rest. CASTOPE)	11:50	0.82	0.5	0.32
	24-jul	CD-18	C.E. Julio Ramón Ribeyro	11:38	1.08	0.5	0.58
	23-jul	CD-17	Nuevo Hospital Cajamarca	11:20	1	0.5	0.5
	23-jul	CD-16	3.5 Km Carretera Baños del Inca - Jr. 21 de Junio N.º 104	11:00	1.01	0.5	0.51
	24-jul	CD-20	Colegio Aulas Abiertas(Ayacucho y Vía de Evitamiento Sur)	11:25	1.29	0.5	0.79
	24-jul	CD-10	Av. Mario Urteaga-Plaza Grau (Mario Urteaga N.º 300)	12:17	0.86	0.5	0.36

El monitoreo se dio a cabo entre los días veintitrés y veinticuatro, en distintos puntos de monitoreo. La mayoría en concentraciones muy altas.

Se puede observar que, de los dieciocho puntos de monitoreo, dieciséis presentan exceso de cloro.

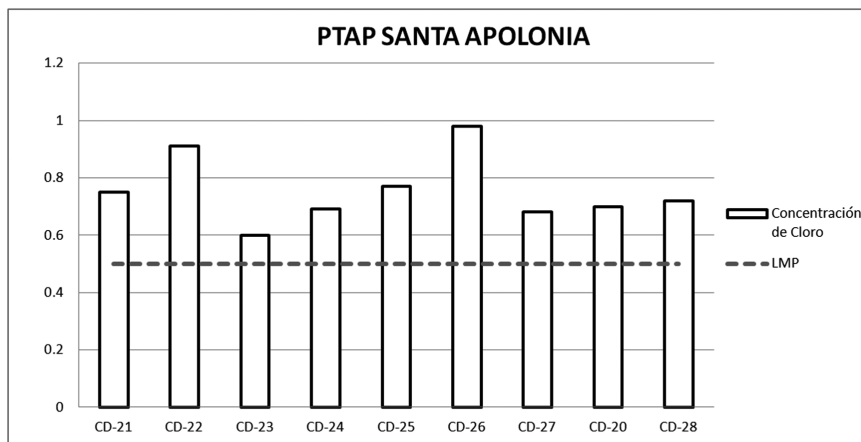
**Tabla 5**

*Gráfico del exceso en la concentración de cloro de los lugares provenientes de la planta El Milagro, en el mes de julio, con relación al Límite Máximo Permissible (LMP).*



**Tabla 6**

*Gráfico del exceso en la concentración de cloro de los lugares provenientes de la planta Santa Apolonia, en el mes de julio, con relación al Límite Máximo Permissible (LMP).*



**Tabla 7**

Gráfico del exceso en la concentración de cloro de los lugares provenientes de la planta Santa Apolonia, en el mes de junio, con relación al Límite Máximo Permissible (LMP).

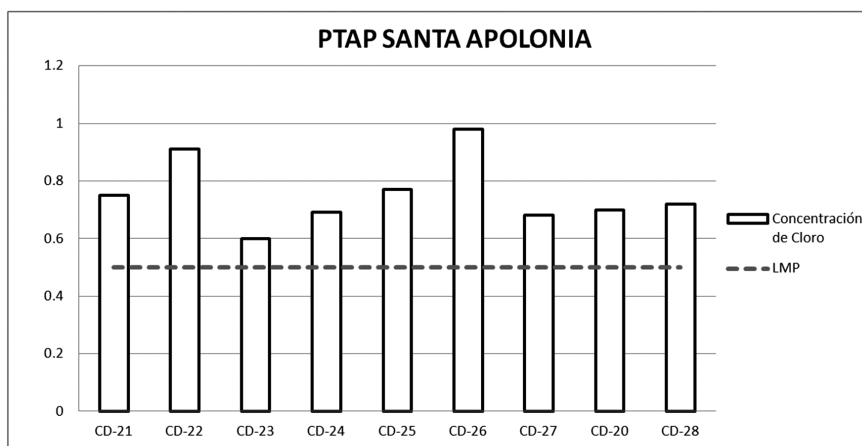
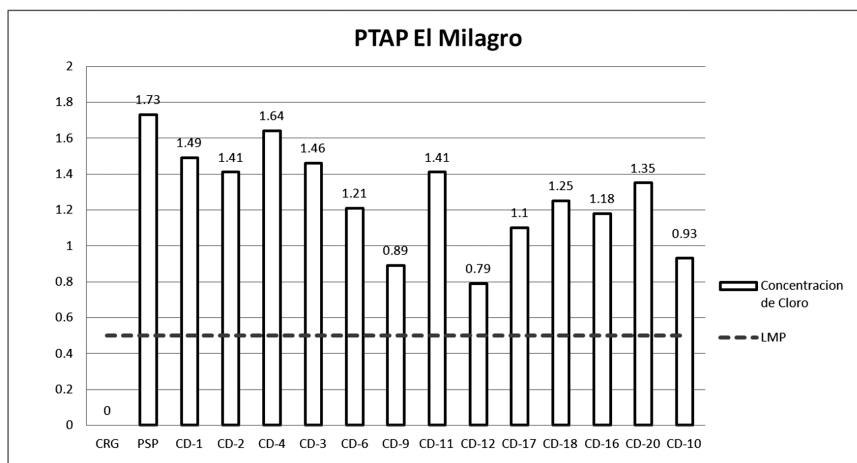
**Tabla 8**

Gráfico del exceso en la concentración de cloro de los lugares provenientes de la planta El Milagro, en el mes de junio, con relación al Límite Máximo Permissible (LMP).



## CONCLUSIÓN

1. Se demostró que los niveles de cloro medidos en los diversos puntos de la ciudad, durante los meses Junio y Julio, son elevados y exceden el límite máximo permissible, debido a las actividades antrópicas de la zona, el tratamiento a las aguas previa distribución en la red pública y probablemente cause un impacto negativo al medio ambiente y a la salud pública.



2. Esta realidad no solo corresponde a Cajamarca. Los índices y registros sustentan varias observaciones en los estudios de calidad de agua para consumo humano en muchas ciudades, la cual compromete a todo el Perú y demás países.

*MÉNDEZ Q. LEONOR. Estudio de calidad del agua para ser trasvasado a la ciudad de Lima para consumo humano, 2001.*

*AAVV. Aguas Potables para Consumo Humano. Gestión y control de calidad. Ed. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, 2005.*

3. El trabajo que realizamos tiene como base principios ambientales y somos conscientes que hay mucho por aportar, partiendo desde la investigación. Estas estimaciones se tienen que interpretar con cautela.

## Referencias

- Jolley, R. (1990). Water chlorination; chemistry; environmental impact and health effect (vol. 6). Chelsea (US), Lewis Publishers.
- Carlton B. (1986). Reproductive effects of alternative disinfectants. *Environmental Health Perspectives*; 69, 237-241.
- Wones R., Glueck C (1986). Effects of chlorinated drinking water on human lipid metabolism. *Environmental Health Perspectives*; 69, 255-258.
- Zierler S (1988). Bladder cancer in Massachusetts related to chlorinated and chloraminated drinking water. *Arch Environ Health*; 43, 195 -200.
- Rodríguez, C., Rivera J. (2009). Estudio de la percepción sobre problemas ambientales en universitarios de Ciencias de la Salud de Cajamarca.