

Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo

Assessment of water quality for human consumption in the venezuelan community of San Valentin, Maracaibo

Irquin A. Bracho Fernández¹, Moraima Fernández Rodríguez²

¹Ingeniero en Petróleo. Coordinador del Departamento de Geología e Hidrocarburos, Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo, Venezuela Irquinbracho@hotmail.com

²Máster en Ciencias Ambientales. Profesora Auxiliar, Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba mfernandez@ismm.edu.cu

Resumen

La investigación tuvo el propósito de evaluar la potabilidad del agua para consumo humano en la comunidad de San Valentín, ubicada en el sector Ancón Bajo II, en el municipio venezolano de Maracaibo. Diez muestras de distintas fuentes de abasto fueron analizadas desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico. Como método de análisis se utilizó el método estándar, cuyos resultados fueron comparados con los valores establecidos como aceptables por las normas sanitarias venezolanas para la calidad del agua potable y los catálogos de calidad de agua emitidos por la Organización Mundial de la Salud. Se concluye que el agua de la tubería de aducción requiere tratamiento convencional completo para su purificación, mientras que el agua de los pozos requiere tratamiento de desalinización. La cañada Irragorry está altamente contaminada por lo que no es una opción como fuente de abastecimiento.

Palabras clave: calidad del agua; agua potable; contaminación ambiental; comunidad San Valentín; Venezuela.

Abstract

The objective of the investigation was to evaluate the suitability of the water for human consumption in the community of San Valentin which is located in the sector of Ancon Bajo II, in the municipality of Maracaibo in Venezuela. Ten samples of different water supply sources were tested and

evaluated from the physical, chemical and bacteriological points of view. The standard method was used for the analysis. The test results were compared with the values set by Venezuelan Drinking Water Quality Standards and water quality catalogues issued by the World Health Organization. It is concluded that the water supply pipe requires an overall conventional treatment for purification while pit water requires desalinization treatment. Irragorry ravine is highly contaminated so it is not an alternative water supply source.

Keywords: water quality; drinking water; environmental contamination; community of San Valentine; Venezuela.

1. INTRODUCCIÓN

Se estima que el 4% del total de muertes en el mundo se deben a problemas relacionados con el agua, desagüe e higiene (Prüs et al. 2002). Estudios realizados en países desarrollados indican que la mayoría de las aguas superficiales tienen niveles de contaminación que deben ser evaluados y resueltos en los procesos de tratamiento y desinfección del agua para consumo humano (Craun et al. 2002; Carmena et al. 2007).

Venezuela no escapa a esta problemática mundial. En el sector Ancón Bajo II (Figura 1), perteneciente a la parroquia Venancio Pulgar, municipio Maracaibo, se asienta la comunidad San Valentín. Esta carece de una completa infraestructura con servicios básicos que garanticen el consumo de agua de probada calidad sanitaria. A ello se suma el hecho de que los drenajes naturales, próximos a sus desembocaduras (laguna el gran Eneal, Lago de Maracaibo) se encuentran contaminados por aguas residuales.



Figura 1. Ubicación del sector Ancón Bajo II.

Al no contar con suministro adecuado de agua potable, los habitantes de la comunidad invierten parte de sus presupuestos familiares en financiar redes informales, equipos de bombeo, dispositivos de almacenamiento e incluso el pago a distribuidores privados.

Considerando la inexistencia de un control sanitario actualizado sobre la calidad del agua en la comunidad San Valentín, se realiza esta investigación, cuyo propósito fue evaluar específicamente la potabilidad del agua para consumo humano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un diagnóstico participativo comunitario que permitió determinar en la comunidad campesina San Valentín, las principales fuentes de abasto de agua para consumo humano. El diagnóstico se obtuvo mediante entrevistas, encuestas y la observación directa como herramientas metodológicas. De ahí se pudo conocer que las fuentes de abasto de agua (Figura 2) de la comunidad son fundamentalmente las siguientes:

1. Cisternas independientes. El agua proviene en su mayoría de la tubería de aducción o de los puntos de llenado de los vehículos cisternas.
2. Tubería de aducción ubicada en el límite sur de la comunidad, obtenida de tomas ilegales.
3. Botellones plásticos de 19 L de capacidad. Agua supuestamente mineral, adquirida principalmente por distribución directa del

proveedor, quien la oferta en cada vivienda del sector y en diversos establecimientos fuera de la comunidad, en especial en el sector Los Morales.

4. Pozos construidos de manera artesanal, revestidos con anillos de concreto prefabricados.

5. Drenajes naturales.



Figura 2. Imágenes de algunas de las fuentes de abasto. Izq. Pozo artesanal; Centro: Cisterna; Der. Tubería de aducción.

Para evaluar la calidad de las aguas se realizó un muestreo hidroquímico. Se tomaron en total diez muestras: siete en los pozos artesanales ubicados dentro de distintas granjas en la comunidad, una del agua embotellada, otra en la tubería de aducción, y una en un drenaje natural (Cañada Irragorry). In situ se efectuaron mediciones de los parámetros pH, salinidad, conductividad, cloro residual y se observó el aspecto del agua (Figura 3). A continuación se detallan los puntos de muestreo:

Muestra 1. Pozo granja San Martín

Muestra 2. Pozo granja La Zeta

Muestra 3. Pozo granja El Bosque

Muestra 4. Pozo Granja Los Cascabeles

Muestra 5. Pozo Granja San Benito

Muestra 6. Pozo Granja Monte Santo

Muestra 7. Pozo granja La Estancia

Muestra 8. Botellón de agua

Muestra 9. Tubería de aducción

Muestra 10. Cañada Irragorry



Figura 3. Medición in situ de las propiedades del agua.

El análisis físicoquímico y bacteriológico se realizó en el laboratorio de calidad de agua "Alonso de Ojeda" siguiendo la metodología establecida en el Método Estándar para el análisis de aguas y aguas residuales (AWWA, APHA y WEF), 21 edición del 2005 (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros analizados y método analítico utilizado

Propiedad	Método Analítico
Aspecto	Organoléptico
Olor	Organoléptico
Cloro Residual (mg/L)	Comparación
Salinidad (mg/L)	Potenciómetro
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	Electrométrico
pH	Potenciómetro
Color Aparente Unid Pt - Co	Comparación
Color Real Unid Pt - Co	Comparación
Turbiedad Unid NTU	Nefelométricas
Cloruro (Cl) (mg/L)	Volumétrico
Sulfato (SO_4) (mg/L)	Fotométrico
Fluoruro (F) (mg/L)	Fotométrico
Calcio (Ca) (mg/L)	Cálculos

Magnesio (Mg) (mg/L)	Cálculos
Sodio - Potasio (Na + K) (mg/L)	Cálculos
Hierro Total (Fe) (mg/L)	Fotométrico
Manganeso total (Mn) (mg/L)	Fotométrico
Anhídrido Carbónico Libre (CO ₂)	Cálculos
Alcalinidad Total (mg/L)	Volumétrico
Dureza Total (mg/L)	Volumétrico
Dureza Carbonática (mg/L)	Volumétrico
Dureza No Carbonática (mg/L)	Volumétrico
Minerales Disueltos (mg/L)	Cálculos
Índice Langelier pH - pHs	Volumétrico
Dureza Cálrica (mg/L)	Volumétrico
Aluminio Residual (mg/L)	Fotométrico
Heterótrofos Aeróbicos (ufc/mL)	Recuento de Placas
Índice de Coliformes totales (NMP / 100 mL)	Fermentación de tubos múltiples y Florocourt
Índice de Coliformes fecales (NMP / 100 mL)	

Fuente: Laboratorio de Calidad de agua. Planta Potabilizadora Alonso de Ojeda. Hidrolago (2014).

Los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos fueron comparados con las normas venezolanas para la calidad de agua (1995) y con los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS 2006).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las fuentes de abasto de agua bajo análisis en este estudio, las propiedades físicas y químicas se mantienen, generalmente, dentro de los rangos permisibles por ambas normas para el consumo humano (Tablas 2 y 3), salvo algunas excepciones aquí reveladas.

Tabla 2. Propiedades físicas y organolépticas

Muestras	Aspecto	Olor	Cloro residual (mg/L)	Salinidad (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	pH	Color Aparente Unid Pt - Co	Color Real Unid Pt - Co	Turbidez NTU
San Martin	Claro	Aceptable	No	5000,00	9580,00	5,98	10,00	5,00	1,06
La Zeta	Claro	Aceptable	No	4630,00	10110,00	6,05	5,00	4,00	1,19
El Bosque	Claro	Aceptable	No	293,00	850,90	6,00	10,00	5,00	3,59
Los Cascabeles	Claro	Aceptable	No	4100,00	8294,00	5,71	5,00	4,00	3,44

San Benito Casa Azul	Turbio	Aceptable	No	204,00	540,10	6,62	150,00	75,00	85,30
Monte Santo	Ligeramente turbio	Aceptable	No	1350,00	2518,00	6,57	15,00	7,00	10,70
La Estancia	Claro	Aceptable	No	2990,00	5718,00	5,57	5,00	4,00	1,48
Botellón	Claro	Aceptable	No	126,00	496,10	7,68	5,00	4,00	1,20
Tubería de Aducción	Claro	Aceptable	No	129,00	246,90	7,48	5,00	4,00	2,01
Cañada Irragorry	Verdoso	Fétido	No	429,00	9555,00	8,05	30,00	15,00	9,42

Tabla 3. Resultados del análisis químico

Muestras	Cl- (mg/L)	SO4 (mg/L)	F (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na + K (mg/L)	Fe (mg/L)	CO2
San Martin	3260,00	393,00	0,26	80,24	40,48	2187,97	0,165	245,83
La Zeta	3280,00	588,00	0,55	76,56	36,89	2325,48	0,094	265,57
El Bosque	200,00	133,70	0,17	29,28	15,26	165,69	0,243	156,67
Los Cascabeles	2950,00	449,00	0,34	81,68	50,50	1980,30	0,340	315,83
San Benito	140,00	33,80	0,02	30,04	17,67	111,69	2,488	63,44
Monte Santo	870,00	130,00	0,29	82,24	47,04	485,18	0,455	191,25
La Estancia	2150,00	255,00	0,17	100,40	37,42	1351,09	0,240	242,16
Botellón	125,00	29,00	0,06	38,96	3,26	76,04	0,272	2,79
Tubería de aducción	21,30	10,20	0,51	31,60	6,32	11,77	0,155	5,64
Cañada Irragorry	3750,00	388,00	0,51	110,80	34,89	2535,82	0,437	3,51

Muestras	Alcalinidad T (mg/L)	Dureza T. (mg/L)	Dureza Carb. (mg/L)	Dureza No Carb (mg/L)	Minerales Disueltos (mg/L)	Indice Langelier pH	Dureza Cal. (mg/L)	Aluminio Res. (mg/L)
San Martin	118,00	367,20	118,00	249,20	6106,08	-1,50	200,60	0,021
La Zeta	162,00	343,20	162,00	181,20	6505,22	-1,52	191,40	0,023
El Bosque	75,20	136,00	75,20	60,80	636,09	-1,53	73,20	0,019
Los Cascabeles	75,80	412,00	75,80	336,20	5614,63	-2,00	204,20	0,022
San Benito	158,60	147,80	147,80	0,00	529,19	-1,16	75,10	0,021
Monte Santo	91,80	399,20	91,80	307,40	1727,20	-1,10	205,60	0,02
La Estancia	44,80	405,00	44,80	360,20	3948,98	-2,30	251,00	0,02
Botellón	69,80	110,80	69,80	41,00	357,74	-0,50	97,40	0,02
Tubería de aducción	90,20	105,00	90,20	14,80	191,89	-0,50	79,00	0,02

Cañada Irragorry	242,40	420,60	242,40	178,20	7116,19	0,16	277,00	0,02
------------------	--------	--------	--------	--------	---------	------	--------	------

Desde el punto de vista bacteriológico, las fuentes de abasto están contaminadas al superar los valores establecidos por las normas. En todos los casos el examen bacteriológico indicó la presencia de heterótrofos aeróbicos y coliformes totales (Tabla 4).

Los pozos de las granjas San Martín, La Zeta, Los Cascabeles, Monte Santo y La Estancia revelaron valores elevados que superan las normas venezolanas para salinidad y minerales disueltos y las de la OMS para los cloruros. El agua de los pozos de San Martín y El Bosque tienen un pH ligeramente ácido, de alrededor de 6, por debajo del mínimo permitido. Los pozos de las fincas San Benito y Monte Santo presentan niveles de turbiedad que sobrepasan los admitidos por ambas normas (Figuras 4, 5 y 6).

Tabla 4. Resultados bacteriológicos

Muestras	Heterótrofos aeróbicos (ufc/mL)	Índice de coliformes totales (NMP/100 mL)	Índice de coliformes fecales (NMP/100 mL)
San Martín	1,00	<3	<3
La Zeta	12,00	4,00	4,00
El Bosque	4,00	<3	<3
Los Cascabeles	60,00	4,00	4,00
San Benito	28,00	9,00	9,00
Monte Santo	72,00	4,00	4,00
La Estancia	20,00	<3	<3
Botellón	56,00	9,00	9,00
Tubería de aducción	25,00	<3	<3
Cañada Irragorry	---	---	---
Límite máximo permisible para agua potable	100,00	<1,1	<1,1

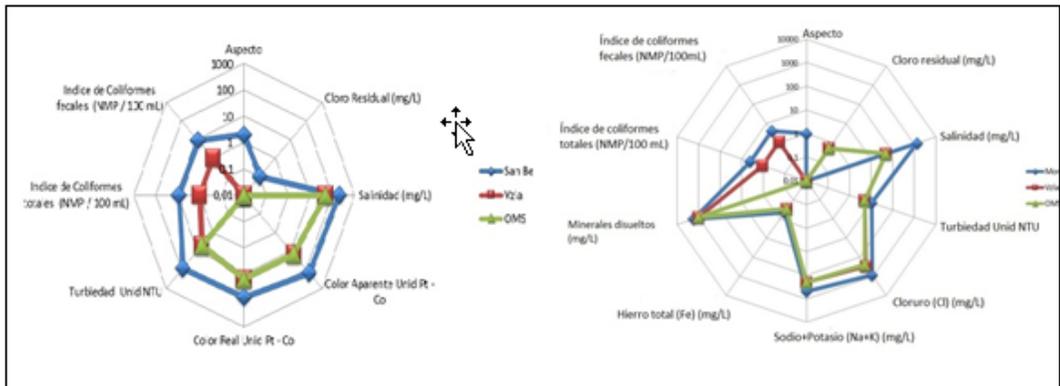


Figura 4. Parámetros fuera de norma en los pozos San Benito (izq.) y Monte Santo (der.)

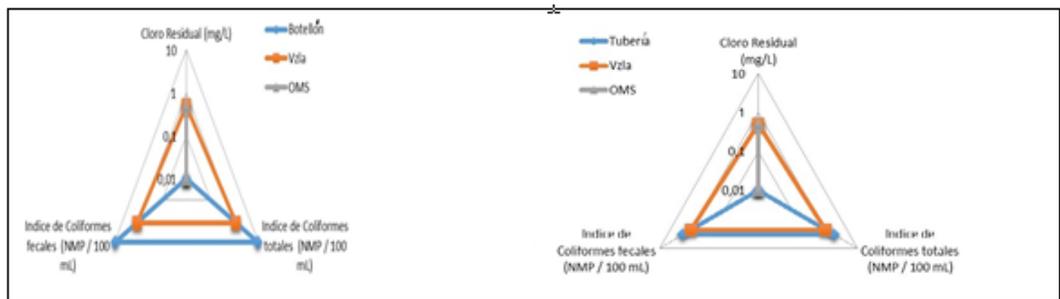


Figura 5. Parámetros fuera de norma. Botellón (izq.), Tubería (der.)

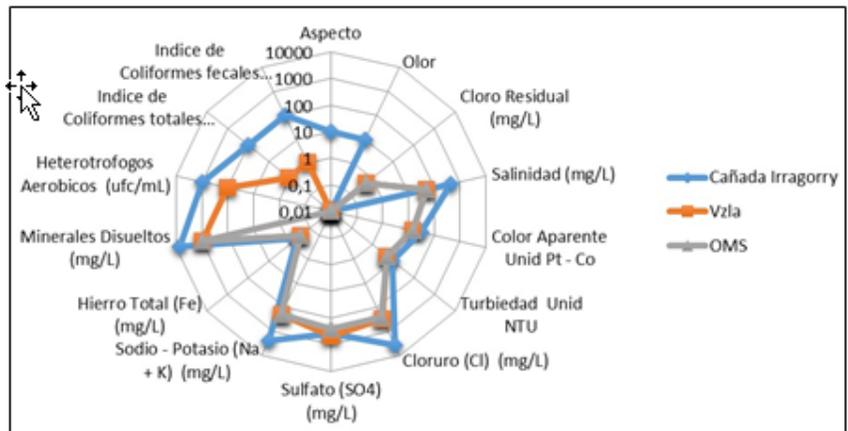


Figura 6. Parámetros fuera de norma. Cañada Irragorry

Las fuentes de contaminación de las aguas en el sector de estudio son principalmente las actividades agrícolas y el uso de productos químicos para prevenir enfermedades en las cosechas. Estos químicos adicionan elementos alóctonos que se consideran fuentes contaminantes. Sumado a lo anterior, y no menos importante, es la actividad vacuna, porcina y aviar en el área, las que aportan desechos orgánicos al suelo que percolan junto a las aguas de escorrentía pudiendo encontrar canales de permeabilidad

vertical que los conduzcan hasta el acuífero, contaminando con coliformes totales y fecales las aguas subterráneas.

Otra fuente de contaminación son los pozos sépticos y letrinas, debido a que la comunidad no dispone de servicio básico de recolección de aguas negras, sino que las mismas son trasladadas a los afluentes naturales superficiales -quebradas Iragorry, Fénix y la laguna el Gran Eneal- generando contaminación de las masas de aguas superficiales. Esta contaminación por desechos orgánicos humanos generan problemas de salud pública tanto dentro de la comunidad como fuera de ella, al colocar en el mercado municipal el agua embotellada procedente de fuentes no seguras desde el punto de vista sanitario.

Existe además contaminación por procesos naturales; en este sentido se observa la alta concentración de sales en las aguas de los pozos. Tales niveles de salinidad son atribuidos principalmente a una intrusión salina proveniente del Lago de Maracaibo, que aporta altas concentraciones de cloruros inferidos por la cercanía de este con la comunidad.

Lo antes expuesto hace imprescindible la adecuada vigilancia de las fuentes de abastecimiento de agua de consumo, tanto en condiciones normales como durante los periodos en los que se produce un deterioro transitorio de la calidad del agua. Se recomienda establecer el control bacteriológico estricto y sistemático de los coliformes totales, fecales y otras bacterias que pudieran estar presentes en las aguas de abasto.

Es impostergable la implementación de programas de gestión de la calidad del agua de consumo, garantizar la potabilización y el almacenamiento adecuado, aplicar tratamiento permanente de desinfección (cloración) y corrección del pH por aplicación de cal. Se recomienda igualmente el diseño de redes de tuberías para la distribución a presión de agua de consumo a viviendas individuales, edificios y grifos comunitarios, como un componente importante que contribuye al progreso y la salud de la comunidad.

4. CONCLUSIONES

- Las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad de las aguas de consumo humano en la comunidad de San Valentín son las actividades agropecuarias y los procesos naturales.
- Los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos demuestran que el agua de la tubería de aducción requiere tratamiento convencional completo para su potabilización.

- Las aguas de pozo de las granjas San Martín, La Zeta, Los Cascabeles, Monte Santo, San Benito y La Estancia son salobres y para ser potabilizadas requieren un tratamiento de desalinización.
- La Cañada Irragorry está altamente contaminada (aguas servidas) por lo que de ninguna manera es una opción como fuente de abastecimiento.

5. REFERENCIAS

- CARMENA, D.; AQUINAGALDE, X.; ZIGORRAGA, C., FERNÁNDEZ, J. C. Y OCIO, J. A. 2007: Presence of Giardia cysts and Cryptosporidium oocyst in drinking water supplies in northern Spain. *J Appl Microbiol* 102(3): 619-29.
- CRAUN, G. F.; NWACHUKU, N.; CALDERON, R. L. Y CRAUN, M. F. 2002: Outbreaks in drinking-waters systems, 1991-1998. *J Environ Health* 65(1): 16-23.
- NORMAS OFICIALES PARA LA CALIDAD DEL AGUA VENEZUELA. 1995: Disponibles en: www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/43.pdf Acceso: 15/7/2016.
- OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD) 2006: Guías para la calidad del agua potable. 3 ed. Disponible en: www.who.int/water_sanitation_health/dwg/qdwg3rev/es Acceso: 15/7/2016.
- PRÜS, A.; KAY, D.; FEWTRELL, L. Y BARTRAM, J. 2002: Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. *Environ Health Perspect* 110(5): 537-42.

Recibido: 15/05/2017

Aprobado: 16/06/2017

Irquin Alberto Bracho Fernández, Ingeniero en Petróleo. Coordinador del Departamento de Geología e Hidrocarburos, Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo, Venezuela Irquinbracho@hotmail.com