



Evaluación del riesgo de contaminación y la calidad de agua de consumo humano en pozos autoadministrados en el distrito central del municipio de Vinto, Cochabamba – Bolivia

Maya Rene Choque Aguilar¹

maya.choque@uab.edu.bo

<https://orcid.org/0000-0001-7123-7302>

Universidad Adventista de Bolivia

Luis Alberto Quispe Quisbert

luisquispb10@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-1807-7022>

RESUMEN

En el Distrito Central del Municipio de Vinto (Cochabamba- Bolivia), hay sectores que desconocen su calidad del agua para consumo humano, que se traduce en un riesgo para la salud; generar esta información es difícil, sobre todo para sistemas autogestionados, que son responsables del manejo y dotación. Para apoyar a estos sistemas autogestionados se determinó el nivel de riesgo de contaminación y la calidad del agua en Organizaciones Territoriales de Base (OTB) del Distrito Central de Vinto con pozos autoadministrados. A través de inspecciones sanitarias se evaluó el nivel de riesgo de las 5 OTB identificadas, presentando riesgo alto-muy alto (Alto Cercado, 1.er y 2.o pozo de Cercado, Rodriguez) y riesgo bajo (Campos Verdes y Albina Patiño). Al análisis de calidad de agua, solo el pozo de Campos Verdes es apta para consumo humano (NB-512), las demás exceden al menos un parámetro (coliformes totales, turbiedad, color, hierro total, manganeso o nitrógeno amoniacal). Además, se encontró que no existe una relación estadísticamente significativa entre el nivel de riesgo de contaminación y la calidad del agua de los pozos, por tanto, además de realizar inspecciones sanitarias es necesario realizar análisis de calidad del agua para garantizar un consumo seguro.

Palabras clave: pozos autoadministrados; nivel de riesgo de contaminación; calidad de agua.

¹ Autor principal.

Correspondencia: mayareneCA@gmail.com

Evaluation of the risk of contamination and the quality of water for human consumption in self-managed wells in the central district of the municipality of Vinto, Cochabamba - Bolivia

ABSTRACT

In the Central District of the Municipality of Vinto (Cochabamba), there are sectors that do not know their water quality for human consumption, which translates into a health risk; generating information this information is difficult, especially for self-managed systems, which are responsible for management and provision. To support these self-managed systems, the level of contamination risk and the water quality were determined in Territorial Grassroots Organizations (OTB) of the Central District of Vinto with self-managed wells. Through sanitary inspections, the risk level of the 5 identified OTBs was evaluated, showing high and very high risk (Alto Cercado, 1st and 2nd well of Cercado, Rodriguez) and low risk (Campos Verdes and Albina Patiño). In the water quality analysis, only the water from the Campos Verdes well is fit for human consumption (NB-512), the others exceed at least one parameter (total coliforms, turbidity, color, total iron, manganese or ammonia nitrogen). In addition, it was found that there is no statistically significant relationship between the level of contamination risk and well water quality, therefore, in addition to sanitary inspections, it is necessary to perform water quality analysis to ensure safe consumption.

Keywords: *self-managed wells; contamination risk level; water quality.*

Artículo recibido 20 julio 2023

Aceptado para publicación: 20 agosto 2023

INTRODUCCIÓN

La demanda por agua dulce es cada vez mayor debido al crecimiento demográfico, urbanización, industrialización, aumento de la producción y consumismo. Por esto hoy en día las aguas subterráneas, que se extraen a través de pozos, abastecen por lo menos al 50% de la población mundial (WWAP, 2015). En Cochabamba, el municipio de Vinto no es la excepción, ya que además del agua superficial, utiliza aguas subterráneas, pero no se cuenta con información detallada sobre la cantidad y calidad de estas, que son empleadas para el consumo humano (potable) (GAMV, 2016).

El 2001 en el municipio de Vinto, el 25,9% del agua procedía de pozos, para el año 2012 se redujo a 4,1% (GAMV, 2016). En el Distrito Central de Vinto, algunas OTB se organizan para formar comités, para administrar por ellos mismos el agua que consumen (Ramoneda, 2019), como es el caso de algunas OTB del Distrito Central de Vinto, que tienen pozos autoadministrados; esto también se observa a nivel Bolivia, donde aún se conserva la esencia de auto gestiones tradicionales del agua (Ramoneda, 2019). Hoy en todo el país, los sistemas de agua autogestionados coexisten con las Entidades de Prestación de Servicio de Agua y Alcantarillado (EPSA) centralizadas (Courivaud et al., 2006) y muchos tienen pozos autoadministrados. Estos sistemas están incluidos en el artículo 8 de la Ley 2066, como asociaciones civiles o comités de agua que pueden prestar servicios de agua potable (AAPS, 2000).

Actualmente se tiene una crisis hídrica mundial, una crisis de gobernanza del agua (WWAP, 2015), que es una crisis sobre el manejo y utilización del agua (Iza & Rovere, 2006), las OTB con pozos autoadministrados no son ajenas a esta crisis, ya que igual pasan por problemas de la cantidad y calidad del agua, que son agravados por el cambio climático (WWAP, 2015). El agua subterránea muchas veces no ha sido tomada en cuenta en la generación de información (Mohammadpour et al., 2019), pero es de importancia, ya que análisis de calidad de agua subterránea en Bolivia han demostrado que a veces no se cumplen las normativas nacionales e internacionales para el agua de consumo humano (Huallpara et al., 2021; Vildoza et al., 2020).

En el Distrito Central del Municipio de Vinto, departamento de Cochabamba, las OTB con pozos autoadministrados desconocen el nivel de riesgo de contaminación que tienen sus pozos y la calidad de

agua que consumen, además de la relación entre ambas. Por esto, la presente investigación evaluó el riesgo de contaminación y la calidad de agua de consumo humano de los pozos autoadministrados, para garantizar el cumplimiento de la NB-512, que es la normativa boliviana destinada a establecer los parámetros que determinan que el agua es apta para el consumo humano, sin poner en riesgo la salud (IBNORCA, 2005).

METODOLOGÍA

Según el alcance, el tipo de investigación es descriptivo debido a la recolección de información que se realizó (Sampieri et al., 2014) para conocer cuál es la situación del nivel de riesgo de contaminación y la calidad de agua. El diseño es no experimental transeccional, debido a que recolectó la información en un solo momento y se observaron las condiciones de riesgo de contaminación y calidad del agua bajo su contexto natural (Sampieri et al., 2014).

Dentro del Distrito Central de Vinto, primero se determinó la cantidad de OTB con pozos autoadministrados. De las 27 OTB del Distrito Central (GAMV, 2016), se identificó las que tienen pozos autoadministrados destinados al consumo humano. En las OTB determinadas se realizó la evaluación del nivel de riesgo de contaminación y posteriormente en cuatro de ellas se realizó el análisis de calidad de aguas. Para la identificación de las OTB con pozos autoadministrados dentro del Distrito Central del Municipio de Vinto, se consultó sobre el tipo de fuente de agua a cada presidente de OTB. Posteriormente, para la determinación del nivel de riesgo de contaminación, se realizó inspecciones sanitarias empleando un Protocolo de Inspección Sanitaria (UNICEF-CASA-MMAyA, 2008) en las OTB autoadministradas.

Para determinar la calidad del agua en los pozos, se tomaron muestras de agua de la tubería de boca de pozo, excepto en la OTB Rodriguez donde se tomó del grifo más próximo (casa del Sr. Gerónimo Choque), las muestras se analizaron en el Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA), donde se utilizaron Métodos Normalizados (APHA-AWWA-WEF, 2017). Los parámetros analizados fueron los de control mínimo (pH, conductividad y turbiedad), de control básico (sólidos totales disueltos, alcalinidad, calcio, cloruros, color, dureza, hierro total, magnesio, manganeso, nitrógeno amoniacal, sodio y sulfatos) y de control complementario (coliformes totales); los resultados del análisis fueron comparados con los límites permisibles según la Normativa Boliviana NB-512 (IBNORCA, 2005). Se comparó los resultados del nivel

de riesgo de contaminación y el cumplimiento de la NB-512, para obtener la relación entre ambos.

La representación de los datos obtenidos del nivel de riesgo de contaminación y la calidad del agua, se hizo a través de planillas Excel. Con el software SPSS (versión 22), se analizó la relación entre el nivel de riesgo de contaminación y calidad del agua en los pozos autoadministrados, se evaluó a través de la Prueba exacta de Fisher, en tabla de contingencia 2x2, debido a que el recuento del 100% de los datos era menor a 5 y ambas variables son cualitativas (Díaz & Fernández, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pozos autoadministrados

En el Distrito Central del Municipio de Vinto en Cochabamba, se determinó que de las 27 OTB que tiene, 5 tienen pozos autoadministrados, es decir que las OTB se encargan del manejo y mantenimiento de los pozos. Las OTB y sus ubicaciones se encuentran en la Tabla y Figura 1.

Tabla 1. OTB con pozos autoadministrados

OTB	Nº Pozos autoadministrados
Alto Cercado	1
Cercado	2
Rodríguez	1
Albina Patiño	1
Campos Verdes	1
Total	6

Figura 1. Ubicación de los pozos autoadministrados en el Distrito Central de Vinto



La información es vital para tomar decisiones sobre el manejo del agua. Sin conocer el tipo de fuente de agua que tienen las OTB del Distrito Central de Vinto, no se podría haber identificado a las que tienen pozos autoadministrados (Tabla 1) y realizar los estudios posteriores, que generalmente no se realizan cuando se tienen sistemas de agua autogestionados, como los pozos autoadministrados. En las OTB identificadas se evidencio que no tenían estudios del nivel de riesgo de contaminación y calidad del agua de sus pozos, al menos en los últimos 5 años, esto es común en estos sistemas, donde se prioriza la cantidad del agua en lugar de la calidad (Courivaud et al., 2006).

Riesgo de contaminación

El nivel de riesgo de contaminación en las OTB varió de bajo, alto y muy alto. De los 6 pozos autoadministrados (100%), 4 pozos (66,67%) presento un nivel de riesgo alto a muy alto, y solo 2 pozos (33,33%) presentaron un nivel de riesgo de contaminación bajo (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de riesgo de contaminación en pozos autoadministrados

OTB	Referencia del pozo	Profundidad del pozo	Observación relevante	Nivel de riesgo
Alto Cercado	Cerca del botadero Municipal de Vinto	Alrededor de 80m	Botadero a 50 metros aproximadamente	Alto-muy Alto
Cercado (1.º pozo)	Cerca de la Unidad Educativa Soledad Rivas	Desconocida	Alcantarillas abiertas a menos de 20 metros, inundaciones en tiempo de lluvia	Alto-muy Alto
Cercado (2.º pozo)	Cerca al Cementerio General de Vinto	Desconocida, alrededor de 50m	Cementerio a menos de 50 metros	Alto-muy alto
Rodríguez	Cerca de la casa del Sr. Gerónimo Choque	Desconocida	Letrinas a menos de 50 metros	Alto-muy Alto
Campos Verdes	Al lado de la cancha deportiva	100m.	Letrinas de antigüedad, a menos de 100 metros.	Bajo
Albina Patiño	Entre las Av. Enrique Jiménez y Tarija	Desconocida	-	Bajo

El riesgo de contaminación de acuíferos, de donde proviene el agua de pozos, puede determinarse por la interacción entre cargas contaminantes subsuperficiales y la vulnerabilidad del acuífero (González et al., 2018). Los pozos tienen probabilidad de contaminarse, es decir son vulnerables a la contaminación, principalmente debido a actividades humanas. Muchos de los pozos que obtuvieron un nivel alto a muy alto

de riesgo de contaminación (Tabla 2), tienen cerca alguna fuente de contaminación como ser botaderos o letrinas. Como menciona la Agencia de Protección Ambiental (EPA), la protección de fuentes de agua reduce los riesgos de contaminación (EPA, 2022), esta protección puede ser tener un buen mantenimiento de los pozos y que los pozos estén alejados de fuentes de contaminación.

Calidad del agua

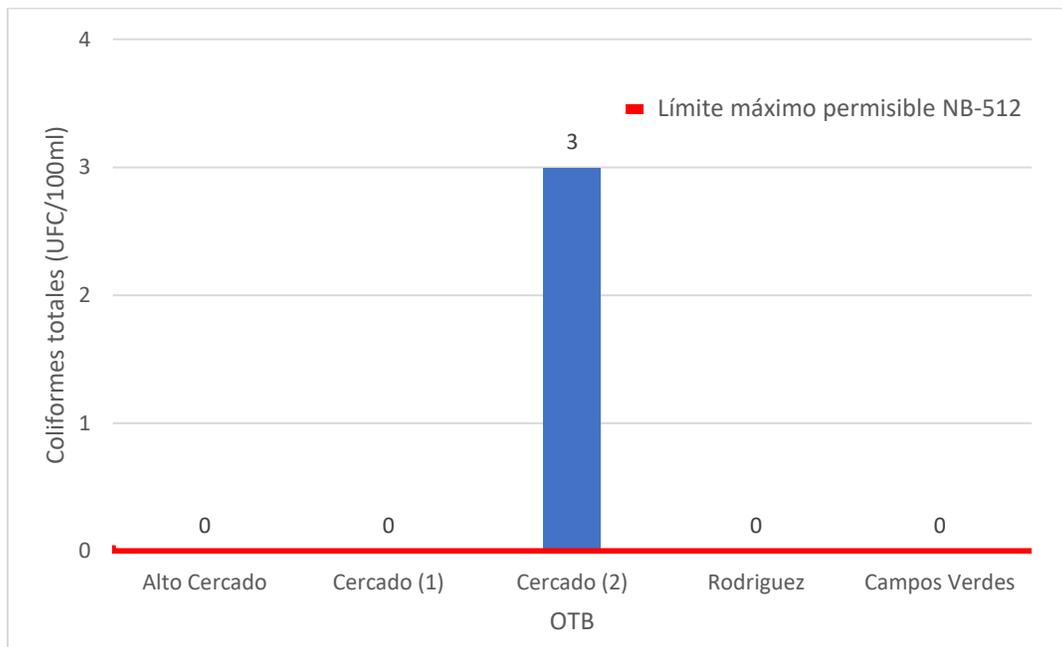
El parámetro microbiológico (coliformes totales) y los parámetros físicoquímicos obtenidos en el análisis de calidad del agua se presentan en la Tabla 3, determinando si el agua de los pozos autoadministrados es apta o no para el consumo humano. De los 5 pozos donde se evalúa la calidad del agua (100%), solo un pozo (20%) resulto apto para el consumo humano y el 80% restante es considerado no apto por exceder al menos un parámetro de la NB-512.

Tabla 3. *Parámetros para determinar la calidad del agua*

Parámetros	OTB					Valor máximo aceptable NB-512
	Alto Cercado	Cercado (1. ^{er} pozo)	Cercado (2. ^o pozo)	Rodriguez	Campos Verdes	
pH	6,07	7,78	7,93	7,56	6,78	6,5-9,0
Turbiedad (NTU)	18	0,50	5,70	2,80	0,10	5
Conductividad (µS/cm)	588,00	235,00	246,00	299,00	415,00	1500
Coliformes totales (UFC/100ml)	0	0	3	0	0	0
Sólidos disueltos (mg/L)	389	148	151	256	290	1000
Alcalinidad (mgCaCO ₃ /L)	46,55	114,00	122,55	142,50	106,40	370
Calcio (mgCa ⁺⁺ /L)	36,07	22,44	20,84	29,66	44,89	200,00
Cloruros (mgCl ⁻ /L)	47,00	1,74	1,24	4,23	13,43	250
Color (Unidades de Pt Co)	31	11	51	39	1	15
Dureza (mgCaCO ₃ /L)	160,00	82,00	82,00	114,06	212,00	500,00
Hierro total (mgFe/L)	0,68	0,55	0,64	0,94	0,04	0,30
Magnesio (mgMg ⁺⁺ /L)	17,08	6,34	7,32	9,76	24,40	150,00
Manganeso (mgMn/L)	0,88	0,35	0,62	0,78	< 0,02	0,10
Nitrógeno amoniacal (mgN-NH ₃ /L)	< 0,10	0,49	0,49	1,05	< 0,10	0,50
Sodio (mgNa ⁺ /L)	65,30	23,98	27,36	26,89	2,69	200,00
Sulfatos (mgSO ₄ ⁻ /L)	108,19	1,15	< 0,94	11,86	34,28	400,00
Calidad del agua para consumo humano	No apta	No apta	No apta	No apta	Apta	

Como se observa en la Figura 2, el agua del 2.o pozo de la OTB Cercado fue el único que no cumplió con el límite permisible para coliformes totales (parámetro microbiológico).

Figura 2. Coliformes totales en pozos autoadministrados del Distrito Central de Vinto

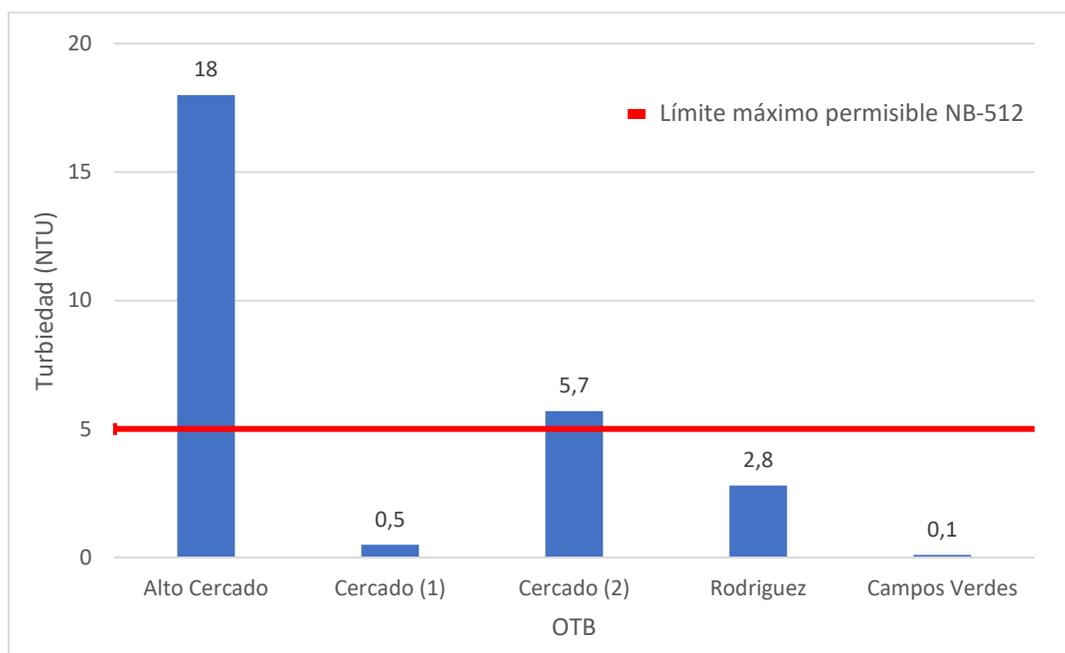


Los pozos más profundos tienden a tener mayor pureza microbiológica, debido a que filtran el agua a través del suelo (Mora et al., 2015). Como se observó en la Tabla 3 y Figura 2, solo en un pozo de las OTB (2.o pozo de la OTB Cercado) se encontró coliformes totales, estas bacterias no indican contaminación por agentes fecales, pero si indican falta de limpieza e integridad en el pozo, hasta posibles biopelículas y sobre todo indican una contaminación por la entrada de materiales extraños al agua (WHO, 2011). La presencia de los coliformes totales puede deberse a una contaminación por fugas en fosas sépticas, métodos inadecuados de manejo de desechos y escorrentías de lluvia (Piguave et al., 2016), en el caso del 2.o pozo de la OTB Cercado, se tienen alcantarillas abiertas y un cementerio cercano. Se debería identificar la fuente de la contaminación del 2.o pozo de la OTB Cercado y realizar un tratamiento, por el momento se recomienda consumir el agua hervida, también puede ser clorada cuando la turbiedad es menor a (< 10 NTU) (CDC, 2020; McFarland et al., 2001; Sigler & Bauder, 2020). El tratamiento para reducir este parámetro es importante ya que la contaminación microbiológica del agua subterránea tiene relación con la

diarrea infantil (Piguave et al., 2016), que es causante de muchas muertes por año, en Bolivia mueren 30 mil niños por año debido a enfermedades diarreicas (UNICEF, 2012).

Para el parámetro de turbiedad se observa que el agua del pozo de la OTB Alto Cercado y del 2.o pozo de la OTB Cercado, no cumplen con el límite máximo permisible, siendo superado por más del triple del valor permisible por la primera OTB (Figura 3).

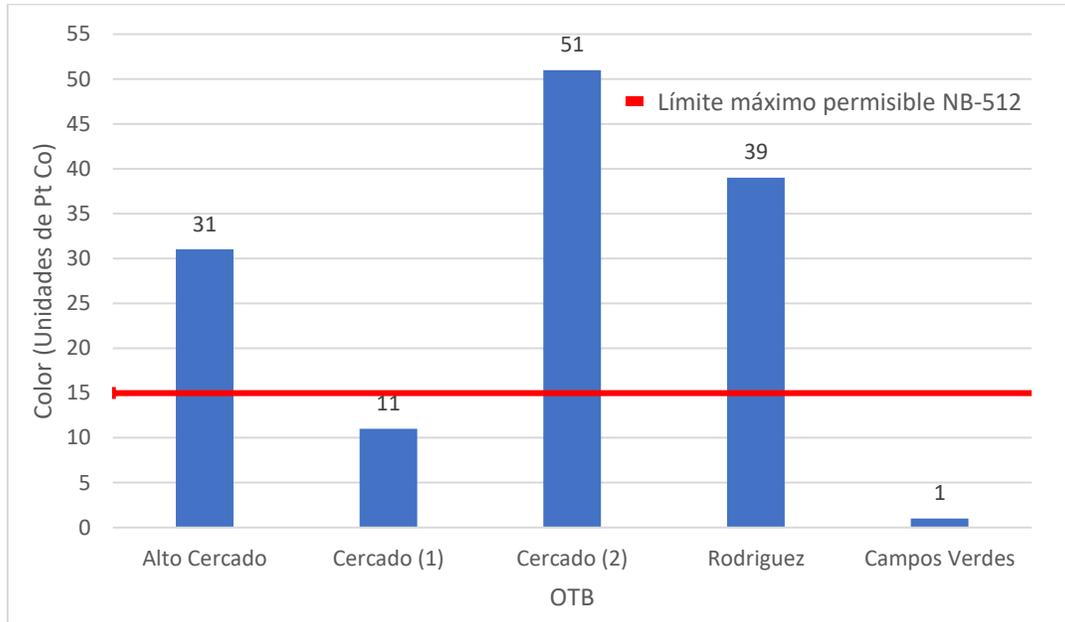
Figura 3. *Turbiedad en pozos autoadministrados del Distrito Central de Vinto*



Según las Guías OMS, la turbiedad y el color del agua pueden ser observados por los consumidores. La turbiedad es la pérdida de claridad del agua debido a partículas en suspensión (como arcilla o sedimentos), precipitados químicos (como el manganeso o hierro), partículas orgánicas (desechos vegetales) y organismos. La OTB Alto Cercado presenta la mayor turbiedad y excede el límite máximo permisible (Figura 3), puede deberse a la mala calidad del agua de la fuente, tratamiento deficiente, alteración de sedimentos, biopelículas o roturas en las tuberías; como tratamiento para bajar eficazmente la turbidez se puede aplicar filtros lentos de arena (WHO, 2011). El color fue excedido en 3 OTB, puede deberse a la presencia de materia orgánica coloreada, contaminación o presencia de hierro y otros metales, por lo cual se debe investigar su origen; la filtración también ayuda a reducir el color del agua (WHO, 2011).

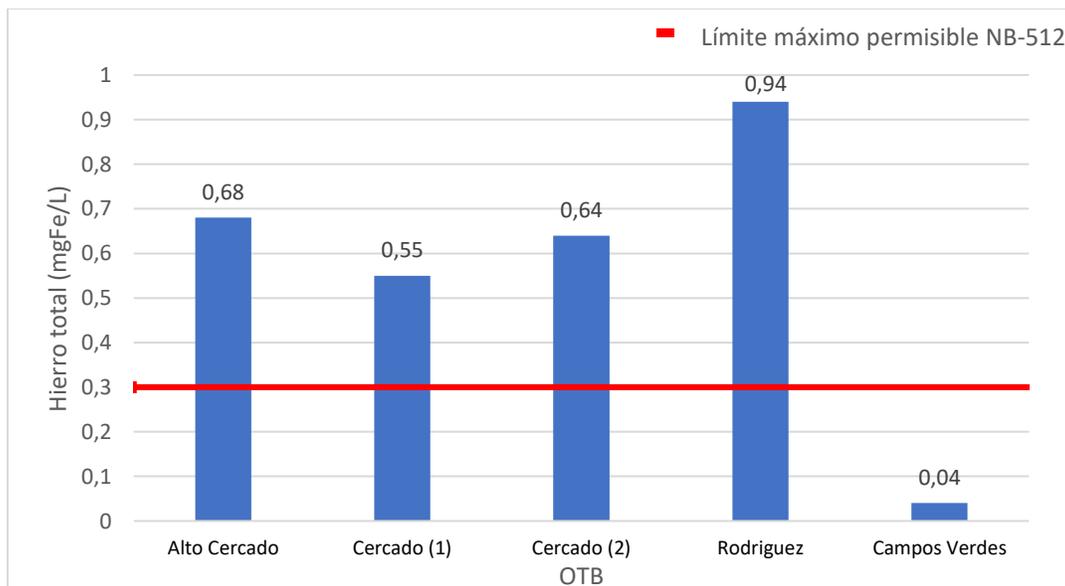
El límite máximo permisible para el color del agua, fue ampliamente superado en tres OTB: Alto Cercado, Cercado (2.o pozo) y Rodriguez (Figura 4).

Figura 4. Color en pozos autoadministrados del Distrito Central de Vinto



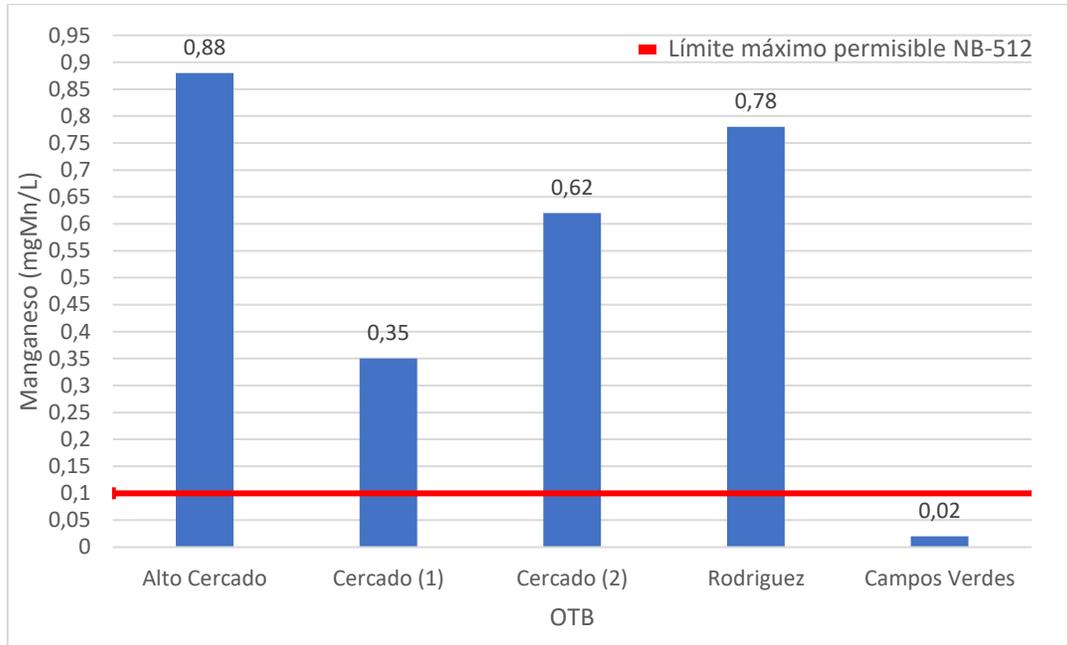
Todas las OTB, excepto Campos Verdes, pasaron el límite permisible de hierro total (Figura 5) y de manganeso (Figura 6) para el agua para consumo humano. El exceso de concentración de hierro total es considerable, ya que excede el límite con casi el doble de concentración permitida.

Figura 5. Hierro total en pozos autoadministrados del Distrito Central de Vinto



El manganeso supera por mucho el límite permisible en las OTB: Alto Cercado, Cercado y Rodriguez (Figura 6).

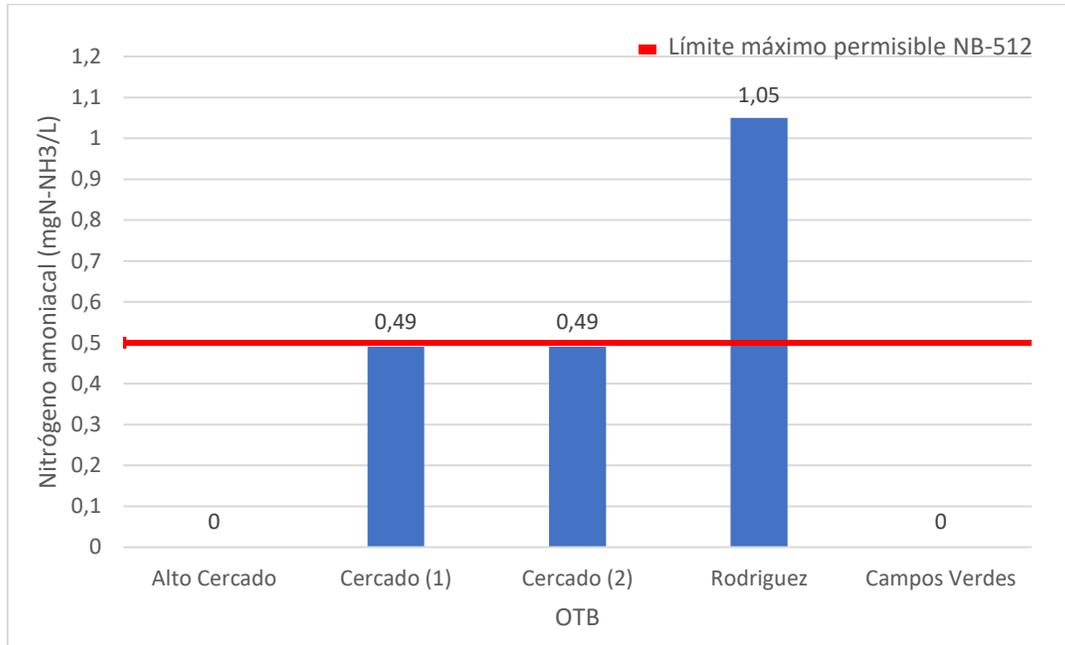
Figura 6. Manganeso en pozos autoadministrados del Distrito Central de Vinto



El hierro y manganeso son muy comunes en el suelo y las aguas subterráneas, en la investigación se encontró valores elevados de hierro y manganeso para las mismas OTB (Figura 5 y Figura 6). Cuando el hierro entra en contacto con la atmósfera (oxidación) tiñe el agua de un color rojizo-café, mientras que el manganeso causa manchas de un color rojizo-negro, ambos elementos generan manchas en la ropa y en accesorios de tuberías, afectando los parámetros de turbiedad y coloración del agua, además el hierro promueve la proliferación de bacterias ferruginosas (WHO, 2011). La presencia del hierro y manganeso en el agua subterránea se da de forma natural pero también se debe al estado del pozo, como la integridad de bombas y el revestimiento del pozo (WHO, 2011) y tiene relación con que las 3 OTB que excedieron estos parámetros tenían un nivel de riesgo de contaminación alto-muy alto por el estado del pozo. Para el tratamiento de estos elementos, el manganeso puede ser eliminado por cloración seguido de filtración (WHO, 2011) o con tratamiento de fosfatos ya que sus valores no superan los 3 mg/L (McFarland & Dozier, 2001).

Si bien el nitrógeno amoniacal solo pasa el límite permisible en la OTB Rodriguez, en los pozos de la OTB Cercado está cerca de excederlo (Figura 7).

Figura 7. Nitrógeno amoniacal en pozos autoadministrados del Distrito Central de Vinto



El nitrógeno amoniacal se origina de la degradación del nitrógeno orgánico, que posteriormente puede oxidar en nitritos y finalmente en nitratos (González, 2013). La presencia de nitratos en aguas residuales es resultados de procesos naturales y del efecto de las actividades humanas contaminación (Pacheco & Cabrera, 2003; Rodriguez, 2018), en el caso del pozo de la OTB Rodriguez se tiene letrinas cercanas al pozo. Concentraciones de nitrógeno amoniacal de 10mg/L provoca metahemoglobinemia, que afecta principalmente a niños (González, 2013), por tanto, se debe reducir esas concentraciones elevadas o fuera de normativa, esto se puede lograr usando filtros biológicos aerobios (BAF) (Liu et al., 2017).

Relación entre el nivel de riesgo de contaminación y la calidad del agua

Tomando en cuenta el cumplimiento de la NB-512 en los parámetros analizados para la calidad del agua (Tabla 3) y el nivel de riesgo de contaminación encontrados en los pozos (Tabla 2), se encontró que no existe relación estadísticamente significativa (0,05) entre ambos, por el valor de $p=0,200$ de Fisher.

Tabla 3. Pruebas estadísticas para la relación entre el nivel de riesgo de contaminación y la calidad del agua

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)
Chi-cuadrado de Pearson	5,000 ^a	1	,025		
Corrección de continuidad ^b	,703	1	,402		
Razón de verosimilitud	5,004	1	,025		
Prueba exacta de Fisher				,200	,200
Asociación lineal por lineal	4,000	1	,046		
N de casos válidos	5				

a. 4 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,20.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2.

El suministro de agua debe ser seguro en cantidad y calidad, donde el habitante lo requiera (WWAP, 2015), para no poner en riesgo la salud humana se debe tener Planes de Seguridad de agua (PSA) en las OTB, ya que permitiría determinar medidas de control y su evaluación, además de la vigilancia periódica de la calidad del agua (OPS, 2021). Teniendo información de los riesgos de contaminación y la calidad de agua, se pueden emplear medidas de prevención y corrección, también se contribuirá a la concientización y responsabilidad de la población en cuanto a la importancia del cuidado del agua y saneamiento, ya que como se observó en este estudio el 66,67% de los pozos presentaron un nivel de riesgo de contaminación alto a muy alto y el 80% no tiene agua apta para consumo humano. Los sistemas de agua autogestionados son muy eficientes cuando reciben apoyo externo (Courivaud et al., 2006), por lo cual deben formar alianzas para recibir apoyo técnico y económico que mejore la administración de sus fuentes de agua.

CONCLUSIONES

Se determino que de las 27 OTB del Distrito Central de Vinto, 5 OTB tienen pozos que son autoadministrados (Tabla 1), haciendo un total de 6 pozos autoadministrados, de estos 4 pozos presentan un nivel de riesgo de contaminación de alto a muy alto y 2 pozos presentan un nivel de riesgo de

contaminación bajo (Tabla 2). Por tanto, todas las OTB deben realizar medidas correctivas y preventivas en sus pozos de agua para prevenir una futura contaminación del agua que consumen.

En el análisis de calidad de agua, solo la OTB Campos Verdes cumplió con la NB-512, teniendo un agua apta para consumo humano, por el contrario, el agua de los pozos de las OTB Alto Cercado, Cercado, y Rodriguez no son aptas para consumo humano, por lo cual deben aplicar un tratamiento a sus aguas, que permita el cumplimiento de la NB-512 y así garantizar que el agua que consumen no afecte la salud humana. El nivel de riesgo de contaminación de los pozos de agua, no tiene relación estadísticamente significativa con la calidad de agua, lo que indica que a pesar de tener un nivel de riesgo de contaminación bajo podría tenerse agua no apta para consumo o viceversa, es importante realizar análisis de calidad de agua periódicamente, a pesar que parezca que las fuentes de agua están en buenas condiciones.

La realización del presente trabajo fue posible gracias al apoyo de la Universidad Adventista de Bolivia, Gobierno Autónomo Municipal de Vinto y principalmente gracias a todas las OTB parte de este estudio: Albina Patiño, Alto Cercado, Campos Verdes, Cercado y Rodriguez. Sin sinergia entre los pobladores e instituciones no se puede generar información sobre la calidad de las fuentes de agua que utilizan y mucho menos tomar medidas para reducir el nivel de riesgo de contaminación del agua.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Adventista de Bolivia, al Gobierno Autónomo Municipal de Vinto y a la población de las OTB del estudio, muchas gracias por su colaboración.

LISTA DE REFERENCIAS

AAPS. (2000). Ley 2066. En 2000.

APHA-AWWA-WEF. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd. Edition). <https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.216>

CDC. (2020, febrero 20). Desinfección de los pozos de agua. Desastres naturales y tiempo severo.

Courivaud, A., Faysse, N., & Bustamante, R. (2006). Enseñanzas para Cochabamba, Bolivia. El papel de los Comités Comunitarios de Agua Potable en las zonas periurbanas. Revista Agua, 27-35. <http://www.cepis-oms.org>

- Díaz, P., & Fernández, P. (2004). Asociación de variables cualitativas: El test exacto de Fisher y el test de McNemar. *Cadernos de Atención Primaria*, 1-5.
- EPA. (2022, abril 5). Información sobre la protección de las fuentes de agua. 2022.
- GAMV. (2016). Plan Territorial de Desarrollo Integral de Vinto.
- González, L. (2013). Nitrógeno amoniacal, importancia de su determinación. *Mente & Materia*, 4(1), 12-13.
- González, R., Albornoz, B., Sánchez, I., & Osorio, J. (2018). The Yucatán aquifer. Analysis of the risk of contamination with support of a geographic information system. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(4), 667-683. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.04.09>
- Huallpara, L., Ormachea, M., Escalera, R., Ormachea, O., García, J. L., Suso, J., García, M. E., Hornero, J., Pérez, F., & Robles, V. (2021). Hidroquímica de aguas subterráneas en el municipio de San Pedro, Santa Cruz, Bolivia: Determinación de fluoruro. *Revista Boliviana de Química*, 38(1). <https://doi.org/10.34098/2078-3949.38.1.5>
- IBNORCA. (2005). Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano - NB 512.
- Iza, A., & Rovere, M. (2006). Gobernanza del agua en América del Sur: dimensión ambiental. *Unión Mundial para la Naturaleza*.
- Liu, H., Zhu, L., Tian, X., & Yin, Y. (2017). Seasonal variation of bacterial community in biological aerated filter for ammonia removal in drinking water treatment. *Water Research*, 123, 668-677.
- McFarland, M., & Dozier, M. (2001). Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso (N.o 2001-45049-01149).
- McFarland, M., Dozier, M., & Runyan, R. (2001). Shock Chlorination of Wells (N.o 2001-45049-01149).
- Mohammadpour, P., Mahjabin, T., Fernandez, J., & Grady, C. (2019). From national indices to regional action—An Analysis of food, energy, water security in Ecuador, Bolivia, and Peru. *Environmental Science and Policy*, 101, 291-301. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.08.014>
- Mora, D., Mata, A., & Sequeira, M. (2015). Actualización de los criterios de calidad del agua de pozos y

- nacientes para potabilización en Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 29(3), 85-98.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/tm.v29i3.2890>
- OPS. (2021). Situación del Marco para la seguridad del Agua de Consumo Humano en América Latina y el Caribe. 2021.
- Pacheco, J., & Cabrera, A. (2003). Artículo de Divulgación. *Ingeniería*, 7(2), 47-54.
- Piguave, J., Castellano M., Macías, A., Vite, F., Ponce, M., & Ávila, J. (2016). Calidad microbiológica del agua subterránea como riesgo epidemiológico en la producción de enfermedad diarreica infantil. Revisión Sistemática. *Kasmera*, 47(2), 153-173. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3556409>
- Ramonedá, A. (2019). La gestión del agua como bien común en el municipio de Cochabamba (Bolivia). A 19 años de la Guerra del Agua. *Anuario Del Conflicto Social*, 8.
<https://doi.org/10.1344/acs2019.8.10>
- Rodríguez, E. (2018). Nitrógeno en las aguas subterráneas del municipio de San Pedro La Laguna, Sololá. *Agua, Saneamiento & Ambiente*, 13(1), 18-23.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta. Edición). McGRAW-HILL.
- Sigler, W., & Bauder, J. (2020). ColiformeTotal y la Bacteria E. coli.
<http://www.epa.gov/safewater/ecoli.html>
- UNICEF. (2012). Día Mundial de lavado de manos.
- UNICEF-CASA-MMAyA. (2008). *Protocolos de Inspección Sanitaria*.
- Vildoza, L. H., Peredo Ramírez, Y., & Vargas Elío, F. (2020). Diagnóstico preliminar de la calidad bacteriológica del agua de consumo humano y evaluación de prioridad de medidas correctivas en el municipio de Poopó (Oruro, Bolivia). *Acta Nova*, 9(4), 483-503.
- WHO. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (4ta. Edición). <http://apps.who.int/>
- WWAP. (2015). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015. Agua para un mundo sostenible, datos y cifras. <http://ggmn.e-id.nl/ggmn/GlobalOverview.html>