

Diagnóstico y Estudio Comparativo sobre la  
**Calidad del Agua de  
Consumo Humano  
en Comunidades  
Weenhayek**  
de la TCO en el Chaco Tarijeño



**CERDET**  
Centro de Estudios Regionales  
para el Desarrollo de Tarija





Diagnóstico y estudio comparativo sobre la  
**Calidad del Agua de  
Consumo Humano  
en Comunidades  
Weenhayek**  
de la TCO en el Chaco Tarijeño

COORDINADOR:

Mgr. Lic. Neyver Espindola Mogro

EQUIPO RESPONSABLE DEL TRABAJO:

Ing. Walter Mamani

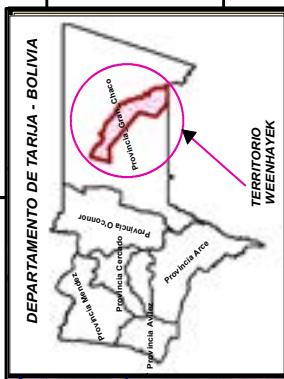
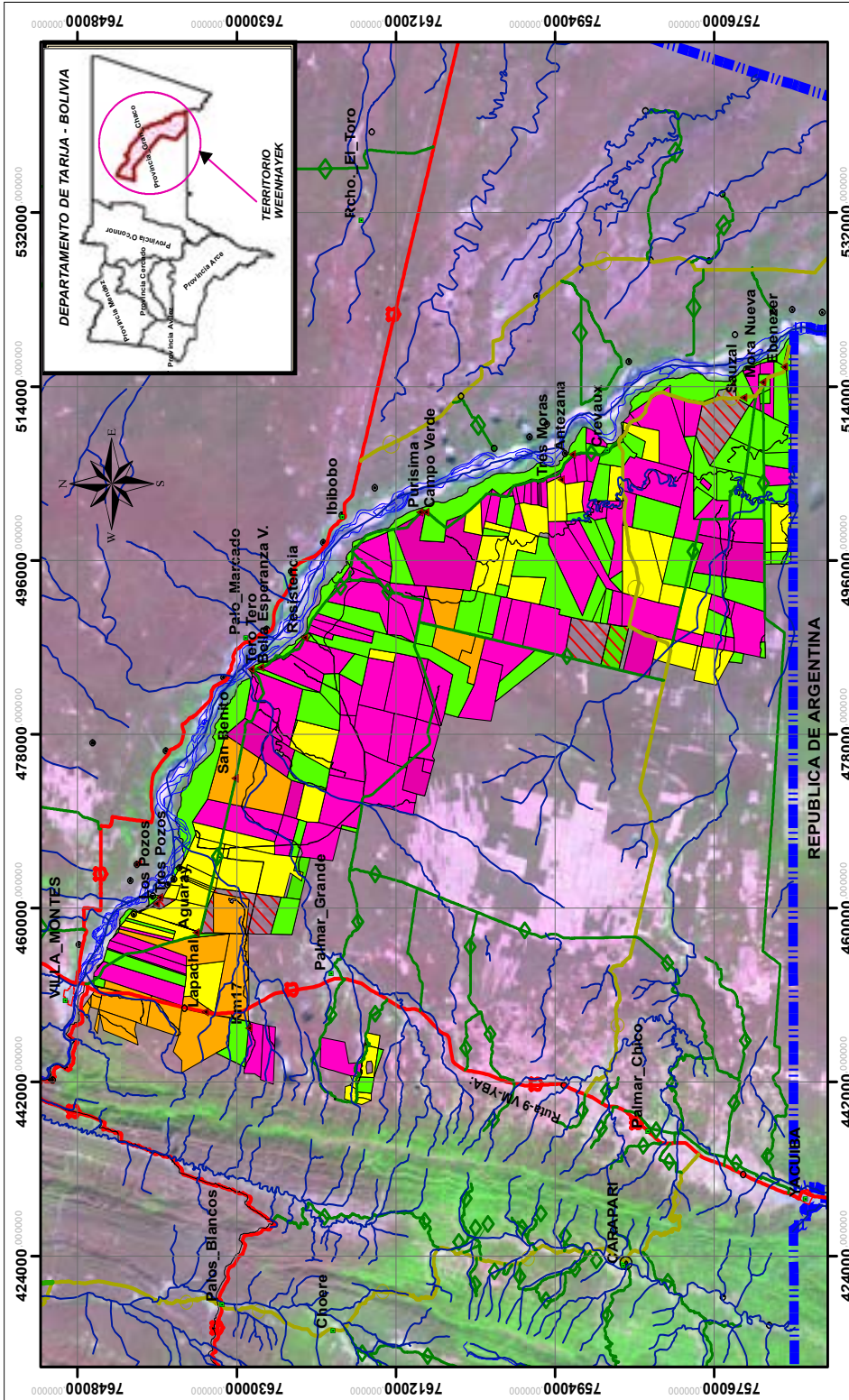
Ing. Milton Borda

Ing. Eyber Espindola

Tarija, Septiembre del 2020







0 2.500 5.000 9.000 13.500 18.000  
Meters

Proyección Universal Transversa de Mercator  
Sistema de Referencia WGS-84  
Zona 20



## DEMANDA TERRITORIAL TCO WEENHAYEK, MUNICIPIOS DE VILLA MONTES Y YACUIBA

**LA LETRADA**

- ▲ Puntos de Topografía
- ▲ Puntos de Nivelación
- ▲ Puntos de Nivelación
- ▲ Puntos de Nivelación
- ▲ Puntos de Nivelación
- ▲ Puntos de Nivelación
- ▲ Puntos de Nivelación
- ▲ Puntos de Nivelación
- ▲ Puntos de Nivelación

Comando en Jefe de las Fuerzas Armadas de Bolivia  
Ministerio de Planificación y Desarrollo  
Dirección General de Estadística y Censos  
Instituto Geográfico Militar  
Instituto de Estadística y Censos  
Instituto de Geografía y Cartografía

Elaboración: María Ponce, E. 1/2024



# INTRODUCCIÓN

## Derecho Humano al Agua

En el año 2002 el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales aprobó la Observación General N° 15 sobre el derecho al agua. En su artículo 1 se establece que el derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna. Posteriormente, El 28 de julio de 2010, a través de una resolución la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. La Resolución exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a proporcionar recursos financieros, a propiciar la capacitación y la transferencia de tecnología para ayudar a los países, en particular a los países en vías de desarrollo, a proporcionar un suministro de agua potable y saneamiento saludable, limpio, accesible y asequible para todos y lo reconoce como un elemento esencial para hacer efectivos otros derechos humanos como el derecho a la salud.

De acuerdo con los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mundo cerca de 3 de cada 10 personas carecen de acceso al agua potable y disponible en el hogar. Por lo tanto, todavía queda mucho por hacer para que el derecho al agua sea una realidad.

Además, según datos de la OMS, el agua contaminada puede transmitir el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea o la poliomielitis y causar diarreas.

En ese sentido, el agua debe ser saludable y estar libre de contaminación, productos químicos o sustancias peligrosas para la vida humana. Según la OMS, al menos 2.000 millones de personas en el mundo se abastecen de fuentes de agua potable contaminada por heces.

El agua debe tener un color y un sabor aceptables, tanto para el uso personal como para el uso doméstico.

El agua debe ser fácilmente accesible. La accesibilidad quiere decir que el agua debe estar cerca del hogar, de los centros de formación, del trabajo o de los centros de salud, de forma que el tiempo para recogerla no debe ser superior a 30 minutos.





El abastecimiento de agua debe ser suficiente, es decir, la cantidad de agua por persona debe ser la necesaria para cubrir las necesidades de uso personal y doméstico: higiene personal, lavado de ropa, cocinar, limpieza del hogar, etc.

El agua debe ser asequible para todas las personas, es decir, no se puede privar a ninguna persona o grupo del acceso al agua potable por no poder pagar.

Este estudio y diagnóstico contó con el apoyo la ILC a través de **Estrategia Nacional de Involucramiento (ENI) y la iniciativa regional o multi país.**

La **Estrategia Nacional de Involucramiento (ENI)** son implementadas por plataformas multiactores promovidas por la Coalición Internacional por la Tierra (ILC por sus siglas en ingles), que influyen en la formulación e implementación de políticas y programas en los estados en sus diferentes niveles, para lograr una gobernanza de la tierra centrada en las personas. Las ENI y sus plataformas están dirigidas por actores nacionales, incluidos miembros no pertenecientes a la ILC, y se vinculan a los procesos regionales y mundiales en los que participa la ILC.

Así este espacio: proporcionan un espacio para desarrollar una estrategia y visión común para la gobernanza de la tierra con el apoyo de un facilitador neutral. Permiten establecer vínculos y confianza entre la sociedad civil organizada y el gobierno para el compromiso político. Brindan mayor legitimidad política a la sociedad civil frente a los gobiernos y promueven el diálogo abierto. Ofrecen a las organizaciones que la promueven credibilidad y oportunidades para establecer colaboraciones con distintos actores.

Una de las principales actividades que desarrolla la ENI, es la generación de conocimiento orientado a soluciones, por eso ha permitido y apoyado realizar esta investigación en su afán de combinar diferentes estrategias para el cambio, para que en la base de este documento se pueda llegar al diálogo sobre políticas. Además de impulsar el desarrollo de capacidades de las instituciones y organizaciones relacionadas en la temática.

Así la ENI BOLIVIA ha conformado una “Plataforma Interinstitucional por la Gobernanza Responsable de la Tierra”, cuyas principales líneas de trabajo son el acceso y la seguridad jurídica de la



tierra, y la gestión territorial (cómo se gestiona esos espacios) de comunidades indígenas y originarias.

Entre sus ejes de trabajo se destaca: Derechos a la tierra y el agua para población campesina y pueblos indígenas, mujeres rurales y derechos sobre la tierra, Pueblos indígenas y afrodescendientes, Generación y agregación de datos sólidos sobre la tierra y el territorio.

Contacto: Esteban Sanjinés (e.sanjines@ftierra.org)

**Las ENI en América Latina se vinculan con las Iniciativas Regionales de la ILC ALC, lo que permite que ambas se retroalimenten y se potencien.**

Mientras que las **Iniciativas Regionales** son acciones colectivas sobre temáticas o procesos regionales clave para la gobernanza de la tierra en América Latina y el Caribe basadas en los 10 compromisos de la ILC. Son implementadas a nivel multipaís por grupos de organizaciones miembro y no miembro de la ILC, bajo la coordinación de una de ellas que se desempeña como punto focal.

Actualmente, las iniciativas regionales generan acciones colectivas en múltiples países para promover la gobernanza de la tierra centrada en las personas.

La ILC ALC impulsa 10 iniciativas en la región, entre las cuales destaca la **Plataforma Semiáridos de América Latina**.

Esta plataforma ([www.semiaridos.org](http://www.semiaridos.org)) es una iniciativa latinoamericana apoyada por la ILC LAC que busca mediante un proceso de movilización social que incluye capacitaciones a dirigentes y fortalecimiento organizativo, incidencia política, generación de propuestas de acceso, uso y gestión de los recursos naturales, mejorar la vida de miles de comunidades indígenas y familias campesinas que viven y se desarrollan en las regiones Semiáridas del Corredor Seco Centroamericano ( Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Honduras) , el Nordeste de Brasil, el Departamento de Lara en Venezuela y el Chaco trinacional de Argentina, Bolivia y Paraguay.

Para esto desde hace 5 años viene generando alianzas institucionales con organizaciones indígenas y campesinas, generando intercambios regionales, generando información sistematizada bajo





sistemas de información geográfica de la rica historia de trabajo de décadas de los miembros de la Plataforma, participando en espacios públicos y privados de dialogo para construir políticas públicas y generando escalamiento institucional que nos facilite las discusiones con aliados estratégicos de financiamiento, con gobiernos locales y nacionales entre las cuales podemos mencionar la participación en instancias regionales como la REAF Mercosur o trabajando propuestas junto a organismos de Naciones Unidas como el FIDA entre otros.

### **La Experiencia de Brasil**

El acceso al agua dulce mediante procesos de cosecha de lluvia, almacenamiento y uso del agua aprovechando un promedio de 500 a 600 mm de lluvia anual que dan entre 500 a 600 litros de agua dulce por cada metro cuadrado de captación es una experiencia desarrollada ampliamente por Brasil que en los últimos 20 años, donde se ha construido 1.000.000 de Cisternas de 16.000 litros de almacenamiento a través de un programa de Acceso al Agua dulce articulado entre la Sociedad Civil Brasileira nucleada en ASA (Articulación del Semiárido Brasileiro) y el Estado. Así han dado solución a más de 4 millones de personas. El programa además no es un simple programa de “construcción de cisternas” sino un programa de capacitación y apropiación de la tecnología por cada una de las familias beneficiarias.-

Por todo esto está claro que no se puede discutir la eficiencia del proceso y el desarrollo metodológico, financiero y de gestión del agua que tan ampliamente ha sido desarrollado en una zona muy similar en todos sus aspectos a lo que es nuestra región chaqueña.

Toda esta experiencia de ASA Brasil está siendo replicada y se han generado numerosos intercambios de experiencias, capacitaciones y visitas en terreno tanto en el Chaco Salteño como en el Nordeste de Brasil de técnicos, funcionarios y organizaciones indígenas y criollas que dan sustento técnico y social a lo que se quiere hacer en Salta

## Experiencia del Chaco Trinacional

La Plataforma Semiáridos de América Latina viene desarrollando intercambios de experiencias, capacitaciones, acciones de lobby y búsqueda de fondos para avanzar en un proceso de movilización social similar al brasilero que permita a miles de familias y comunidades acceder al agua en la región. De esta forma se facilita la ocupación efectiva de los territorios, se mejora la calidad de vida, se puede proyectar planes de manejo de los recursos naturales, encarar acciones productivas en el marco de la Agricultura Familiar y la Agroecología, entre otras acciones.

Así se puede mencionar que en Julio de 2016 se firma una Convenio de Cooperación en la Argentina, entre varias instituciones dependientes del Gobierno Provincial de Salta, Organismos internacionales y el Programa Integrado Trinacional con el fin de mejorar la eficacia y eficiencia de las acciones en torno al acceso a la tierra, agua y otros recursos naturales con las poblaciones indígenas y criollas del Chaco Salteño. Fortaleciendo así la relación y el dialogo entre la Sociedad Civil y el Estado, como estrategia para llevar soluciones a la población vulnerable, creando la “Mesa de coordinación y acción para el acceso y gestión del agua en el Chaco Salteño, un espacio de dialogo Público – Privado, para fortalecer procesos que contribuyan a la reducción de pobreza y el acceso al Agua.

En Bolivia también se realizaron intercambios y capacitaciones en toda esta línea de trabajo. Así hubo dirigentes y técnicos de CER-DET y de comunidades Wenayheek que no solo participaron de los intercambios y reuniones realizadas por la plataforma sino también se capacitaron construyendo cisternas con los dirigentes de Argentina y han avanzado en los últimos tiempos en acuerdos con organismos del estado para tener financiamiento del Estado en la construcción de estos módulos en las comunidades.

Un paso muy importante realizado por Bolivia ha sido justamente el estudio comparativo de la calidad de agua de pozos, red y cisternas. Esto es un dato técnico fundamental para valorizar aún más la tecnología de captación de agua de lluvia que garantiza la mejor agua en gran parte de todo el Chaco Trinacional implicando grandes avances en calidad de vida dando mejor salud y mejores condiciones de producción para las familias y comunidades.





La presente investigación desarrolla un diagnóstico sobre la disponibilidad y estudio comparativo sobre la calidad del agua de consumo en distintas comunidades de las Tierras Comunitarias de TCO Weenhayek en el chaco tarijeño. Dicha información permite continuar con la línea de base que se realizó en el 2017 sobre el uso y acceso al agua. Documentos que aportan a la construcción de políticas públicas sobre agua en la región.

Sobre una muestra que se realizó a 10 comunidades representativas Weenhayek se identificó la calidad del agua y su percepción sobre el valor, calidad y disponibilidad del agua por parte de los comunarios indígenas.

Este estudio contó con el apoyo económico de la Estrategia Nacional de Involucramiento (ENI) Bolivia de la Coalición Internacional por la Tierra (ILC por sus siglas en inglés). Desde un inicio, ante la preocupación de nuestra institución por la presente problemática, brindaron su respaldo para realizar este tipo de estudios o diagnósticos en la región chaqueña. Convirtiéndose en la línea base que conformaría las mesas de Gobernanza y Gestión del Agua, instancias que de análisis, debate, intercambio de opiniones, experiencias y propuestas políticas y acciones en torno a un tema de alta importancia cada día.

En ese sentido, agradecemos al punto Focal de la ENI – Bolivia: Fundación Tierra y a la Plataforma de Semiáridos de América Latina por su valiosa colaboración con esta iniciativa.

## CAPÍTULO 1

# Antecedentes



El chaco tarijeño, principalmente los municipios de Villa Montes y Yacuiba desde el año 2004 ejecutaron varios proyectos de captación de agua con perforación de pozos. Sin embargo, la mayoría no contaba con análisis de su calidad de aguas. Las pocas que se hacían se basaban en la impresión sensorial que produce las apariencias de color, olor, sabor y cantidad de agua que brinda la fuente. Esta situación se presentaba para todos los pobladores de la región: campesinos, ganaderos e indígenas.

Antes del citado año (2004) la población de las comunidades originarias Weenhayek disponía de una cantidad mínima de pozos manuales de poca profundidad (8 a 10 metros) que comunican con un acuífero cautivo de agua al exterior y en algunos casos de norias, que consisten en pozos abiertos de 8 a 12 metros de profundidad.

A partir del 2004 se perforaron en las comunidades rurales ganaderas y campesinas del chaco tarijeño una cantidad significativa de pozos de agua de 80 a 90 metros de profundidad, los cuales fueron decayendo con los años por su baja recarga o bajo caudal, sin embargo la mayoría presentaban algún mal sabor, generalmente salitroso.

Después del 2010, en las comunidades indígenas las entidades públicas cavaron pozos más profundos de 120 a 180 metros, de los cuales encontraron, aparentemente, agua más clara, pero que según la percepción de la mayoría de los pobladores seguía siendo amarga. Estos hallazgos se realizaron especialmente en las zonas más alejadas, hacia la frontera con Paraguay.

En tal sentido, conocer la calidad del agua es muy importante y de ella depende la salud de las personas, más aún en estas regiones de clima subtropical del chaco boliviano donde el ser humano necesita como promedio entre 2 a 3 litros diarios para su consumo diario.

Por estas situaciones el Centro de Estudios Regionales para el Desarrollo de Tarija (CERDET), con el Apoyo de la Estrategia Nacional de Involucramiento (ENI) financiado por la Coalición Internacional por la Tierra (ILC por sus siglas en inglés) decidió realizar un estudio para conocer la calidad de aguas de consumo en las comunidades Weenhayek asentados a lo largo del territorio chaqueño. Investigación realizada en los meses de mayo y junio del 2018, dando continuidad a una serie de investigaciones anteriores.

## ASPECTOS METODOLOGICOS

El estudio tuvo 3 etapas, la primera fue el levantamiento de las muestras de agua en 10 comunidades Weenhayek bajo normas estandarizadas y de calidad a nivel internacional a cargo del equipo técnico de la oficina del CERDET Villa Montes: La segunda fase consistió en el traslado de las muestras a la ciudad de Santa Cruz al laboratorio contratado (TENTALAB SRL) para analizar y medir la calidad y tipo de agua recolectada. Y la tercera fase fue de interpretación de los resultados a cargo del Ing. Walter Mamani, ingeniero químico responsable de acompañar todo el proceso de recolección de muestras de agua en el territorio indígena, además de la elaboración del informe técnico y final basado en los resultados de laboratorio.

En ese sentido los objetivos de este estudio fueron:

- Analizar la calidad de agua priorizadas en 10 comunidades Weenhayek, como muestra representativa de la TCO.
- En base a los resultados brindar lineamientos para mejorar el consumo de agua, identificadas como de mala calidad.

Para el estudio de la calidad del agua se seleccionó a 10 comunidades Weenhayek de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Mayor cantidad de de personas que viven la comunidad o lugar de la muestra.



*Toma de muestras de agua y datos en la comunidad Tres Moras*





2. Tipo de fuente de acceso que tienen al agua: Se ha seleccionado los 3 sistemas de acceso al agua, ya sea noria, pozo profundo o sistema de agua potable en red, sumando a estas muestras una cisterna de placas para la cosecha de agua de lluvias.
3. Distribución equitativa a lo largo de la Tierra Comunitaria de Origen (TCO) Weenhayek, con presencia en los 2 municipios del chaco tarijeño donde habitan esta etnia.

Previo a la recolección de muestras en el laboratorio TENTALAB SRL (laboratorio nacional acreditado por IBNORCA), se capacitó a los técnicos responsables de la actividad, además de proporcionar las herramientas necesarias, como recipientes de plástico y de vidrio acondicionados y limpios para la actividad.

Así, se utilizó para el análisis de coliformes en el agua, un recipiente de vidrio de 250 ml con su respectiva sustancia conservante para que el agua no cambie sus propiedades en cuanto a microorganismos. También se recurrió a otro recipiente de vidrio de 250 ml para análisis de hidrocarburos totales, ya que éste conserva mejor que en recipientes de plástico (que puede absorber el hidrocarburo en las paredes). Finalmente se usó dos recipientes de plástico PVC de 1 litro para el análisis de los otros parámetros físico-químicos.

A manera referencial también se realizaron análisis de algunos parámetros en el sitio o lugar de muestreo como la temperatura, conductividad y PH entre los más importantes.

## **COMUNIDADES WENNHAYEK PRIORIZADAS PARA EL ESTUDIO**

Todas las comunidades Weenhayek, ubicadas a lo largo de la TCO, desde hace dos décadas atrás se proveen de agua de pozo, ya sea de escasa o amplia profundidad, a excepción de La Misión de Villa Montes, ubicada en la zona urbana de la ciudad, ya que se abastece de agua de la red de agua potable del sistema de la ciudad, proveniente de la fuente del río Tampinta ubicada en la serranía Aguaragüe.

Es importante hacer notar, que durante el lapso de tiempo que se hizo la toma de muestras de agua en el territorio indígena, no se pudo tomar muestras del pozo de agua en Capirendita, una de



las comunidades más pobladas, debido al mal funcionamiento de la bomba eléctrica. Por lo cual la provisión de agua para esta y otras comunidades se realiza a través de carros cisternas provistos con cierta regularidad por el municipio. Por tal motivo, se tomó una muestra de agua en el barrio denominado La Misión, habitada por familias Weenhayek en el área urbana de la ciudad de Villa Montes.

Tomando en cuenta lo anterior, se priorizó un barrio urbano Weenhayek y 9 comunidades rurales: 5 ubicadas en el municipio de Villa Montes y 4 en el municipio de Yacuiba. A continuación la lista de las comunidades tomadas en cuenta:



**Cuadro 1. Aguas de Comunidades Seleccionadas**

| N° | COMUNIDAD        | MUNICIPIO    |
|----|------------------|--------------|
| 1  | Sauzal           | Yacuiba      |
| 2  | Crevaux          | Yacuiba      |
| 3  | Tres Moras       | Yacuiba      |
| 4  | Purísima         | Yacuiba      |
| 5  | Vizcacheral      | Villa Montes |
| 6  | Bella Esperanza  | Villa Montes |
| 7  | San Bernardo     | Villa Montes |
| 8  | Tres Pozos       | Villa Montes |
| 9  | Lapachal         | Villa Montes |
| 10 | Barrio La Misión | Villa Montes |

## **DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS SELECCIONADOS PARA ANALIZAR LA CALIDAD DE AGUA**

¿Cómo saber si el agua se encuentra en condiciones para el consumo humano? La respuesta del ingeniero químico Walter Mamani señala que debe tomarse en cuenta el olor y color. Otro dato se observa cuando el jabón se corta durante el lavado de ropa (en el agua se presentan pequeños grumos, que reducen su empleo para lavar). En estas condiciones se considera como agua dura. Agrega que se detecta rápidamente la calidad del agua cuando se presentan diarreas a poco tiempo de beberla o algunos ruidos en el estómago, o al bañarse se sienten picazones en el cuerpo, si esto sucede el agua está contaminada por microorganismos fecales o por



alguna sustancia negativa que contiene. El agua contaminada es poco percibida por las personas, sin embargo, llega a acumularse en el organismo y los efectos se sienten a largo plazo, como ser daños en los riñones, corazón o en el sistema nervioso. Aunque esto es más difícil de evaluar por las condiciones naturales o la fortaleza de cada persona por los hábitos de alimentación y su capacidad de desintoxicación. Sin embargo, el agua que se consume a diario es una exposición frecuente que incide en la salud, afirmó el responsable químico del estudio.

En tal sentido, el agua para consumo humano siempre va acompañada de varias sustancias y para considerarse apta la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda a cada país asumir normas que indiquen la cantidad de cada sustancia que debería tener el agua para su consumo.

En el caso de Bolivia la legislación para agua potable se estipula en la Norma Boliviana 512. En tanto para clasificar un tipo de agua para su utilización se contempla en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica RMCH de la Ley de Medio Ambiente 1333.

La lista de la Norma Boliviana 512 tiene 59 parámetros en total. Mientras que la lista del Reglamento RMCH, Ley MA 1333 cuenta con 80 parámetros en total (parámetro es una propiedad física, elemento o sustancia que se puede medir o cuantificar).

Para Walter Mamani al determinar la calidad de agua no siempre se realiza el análisis de la totalidad de los parámetros, esto varía según las regiones y el contaminante más propenso de encontrarse, también depende del presupuesto disponible de cada institución para realizar dichos análisis, siendo los mismos muy costosos.

Además menciona que instituciones internacionales, como el Centro Internacional de Agua y Saneamiento de la OMS, provee una lista de 18 parámetros para medir la calidad de agua de consumo para sistemas de abastecimiento a pequeñas comunidades, mismas que fueron tomadas en cuenta en este estudio, adicionalmente se analizaron 5 aspectos de acuerdo a las características del territorio y por otro lado la presencia de sustancias que se presentan con regularidad en las zonas seleccionadas.

En tal sentido, se han seleccionado 23 parámetros para determinar la calidad del agua de 10 comunidades Weenhayek. A continu-

ación se describen los parámetros para tener mayor información y conocimiento sobre el tema y aspectos a analizar:

### **Cuadro 2. Descripción de los parámetros seleccionados**

*Elaboración Ing. Walter Mamani Q.*

| N° | PARÁMETROS                | DESCRIPCIÓN   |
|----|---------------------------|---|
|    | Ensayos Físicos           | Prueba donde no se trasforma la sustancia, solo hay cambio físico   |
| 1  | Temperatura               | Es la medida del equilibrio térmico al absorber calor, de acuerdo a la temperatura, las sales pueden disolverse mejor. Se mide con un termómetro.   |
| 2  | Turbidez                  | Se produce en el agua cuando existen partículas muy finas (no disueltas) y se encuentran en suspensión (ejemplo agua turbia al mezclarse agua con arcilla), también existe turbidez cuando contienen microorganismos como las bacterias.  |
| 3  | Color Verdadero           | El color del agua se debe por la disolución de alguna sustancia en ella. (disolver azúcar morena en agua). En laboratorio se mide con un instrumento a nivel microscópico.  |
| 4  | Sólidos Totales Disueltos | Representa la cantidad de sales disueltas en el agua, se mide sin transformar las sustancias por observación microscópica.  |
|    | Ensayos Químicos          | Pruebas de laboratorio que se miden cuando una sustancia se transforma químicamente (cambia sus propiedades).   |
| 5  | pH                        | Representa el carácter ácido y/o alcalino. Los valores ácido van desde 1 a 6,4 y los alcalinos desde 9,1 a 14.<br>El agua potable debe tener un pH de 6,5 a 9. Se mide con un pH-metro (que calcula potencial de Hidrogeno)   |
| 6  | Conductividad Especifica  | Es la capacidad que tiene una sal disuelta en el agua de conducir la electricidad (mientras más salada, más elevada es la conductividad). El agua pura no conduce la electricidad.  |
| 7  | Oxígeno Disuelto          | Es la cantidad de oxígeno libre que se encuentra en el agua, las aguas de los ríos generalmente tienen mayor oxígeno disuelto (7 a 8 miligramos de oxígeno por litro de agua), mientras que en las aguas subterráneas o de pozo la cantidad es menor. Es más apropiado medirlo in situ (en el lugar). |





| N° | PARÁMETROS   | DESCRIPCIÓN  |
|----|--------------|--|
| 8  | Dureza Total | Mediante esto se puede calificar si un agua es blanda o dura. Es una medida de la cantidad de sales disueltas de calcio o magnesio desde sus carbonatos (carbonato de calcio y de magnesio disueltos).   |
| 9  | Arsénico     | Es un elemento no deseado en el agua de consumo, es cancerígeno para el organismo. En ciertas regiones, las fuentes subterráneas pueden contener concentraciones de arsénico. El consumo de cantidades altas de arsénico en el agua potable está relacionado con el desarrollo de cáncer en varios órganos, en particular la piel, la vejiga y los pulmones.   |
| 10 | Cadmio       | Es un metal de mucha toxicidad para el organismo, sus compuestos son solubles en el agua cuando mayor es su acidez. Si el cadmio llega a acumularse en el organismo provoca una enfermedad típica del Itai-Itai, caracterizada por dolores abdominales, diarreas y problemas pulmonares. También produce lesiones renales, asociadas a la descalcificación de huesos (el cadmio llega a sustituir en estos al calcio) ocurriendo deformaciones óseas.  |
| 11 | Calcio       | Es un elemento muy frecuente en las aguas, normalmente de sales solubles (bicarbonato, sulfato, cloruro, etc.). Este elemento en su forma disuelta generalmente supera los 20 miligramos por litro de agua. Es más alto el contenido en aguas superficiales (ríos) que las aguas subterráneas (de pozo). Este metal contribuye en la formación ósea de nuestro cuerpo y en la transmisión nerviosa, sin embargo es negativo si su contenido en agua es muy elevado como en la aparición de enfermedades cardiovasculares.  |
| 12 | Cloruros     | <p>Las rocas por lo común presentan escasa proporción de cloruros, sin embargo, dada la elevada solubilidad de sus sales, estos pasan rápidamente a la fase acuosa pudiendo alcanzar concentraciones altas. Una vez que se disuelve la sal en el agua, por ejemplo la sal común se funde formando ion cloruro y catión sodio. El cloruro tiende a permanecer en solución y no se precipita por algunas condiciones del agua.</p> <p>La concentración de cloruro en aguas subterráneas es muy variable, desde menos de 10 mgs a más de 2.000 por litro. El agua de mar contiene alrededor de 20.000 miligramos de cloruro por litro de agua (significa 20 gramos). Todos los cloruros comunes son solubles en el agua y aumentan su contenido total de sales (salinidad).</p> |

| N° | PARÁMETROS | DESCRIPCIÓN   |
|----|------------|---|
| 13 | DQO        | Es la medida de la cantidad de Demanda Química de Oxígeno del agua, se mide la oxidación de las materias orgánicas e inorgánicas (toda sustancia que se puede oxidar en un medio fuertemente ácido), entre las materias orgánicas pueden ser microorganismos o vegetales en el agua y como materias inorgánicas pueden ser sales de carbonatos, sulfatos etc. La DQO nos representa la cantidad de oxígeno que se necesita en el agua para descomponer las materias orgánicas e inorgánicas.  |
| 14 | Manganeso  | <p>El manganeso es de amplia existencia en las capas de la tierra, es uno de los metales más importante a tomarse en cuenta en la dinámica de aguas naturales parecida a las del hierro. Existen contenidos significativos de manganeso disuelto en agua subterránea ya que tiene poco oxígeno disuelto, cuando hay oxígeno libre en el agua el manganeso tiende a precipitarse como óxido de color oscuro, esto ocurre en las aguas de ríos.</p> <p>El manganeso en concentraciones bajas se considera beneficioso a la fisiología humana, ya que interviene en el buen funcionamiento de las proteínas, el colesterol y compuestos de la sangre.</p> <p>En aguas potables en cantidades que van desde 0,2 a 0,5 mg por litro propician la aparición de bacterias mangánicas, ocasionando problemas de color, turbidez y mal sabor, el agua se vuelve amarga y al lavar la ropa se producen manchas que van de color café a negro.</p> |
| 15 | Magnesio   | Proviene de sales en forma parecida al calcio y se presenta generalmente en cantidades menores al calcio. El consumo de aguas con bajos niveles de magnesio menores a 15 miligramos por litro se relaciona con altas tasas de enfermedades coronarias (dientes picados). Sin embargo si su contenido es elevado puede provocar sabor amargo y ser un laxante.   |
| 16 | Nitratos   | Es un componente no deseado, en aguas generalmente proviene de la disolución de rocas y minerales, de la descomposición de materias vegetales y animales, también de tierras agrícolas donde se utilizan abonos. Cuando el agua consumida contiene elevado contenido de nitratos puede ocasionar cánceres gástricos.  |
| 17 | Nitritos   | Los nitritos es una especie poco estable (en general esta sustancia se oxida a nitratos), si aparece en el agua suele indicar una contaminación con residuos fecales recientes (aguas residuales de baños o letrinas). Las aguas subterráneas pobres en oxígeno también pueden contener nitritos. Los nitratos y los nitritos pueden ser tóxicos no permitiendo la respiración celular en la sangre, formando compuestos de alto poder cancerígeno.   |





| N° | PARÁMETROS | DESCRIPCIÓN  |
|----|------------|--|
| 18 | Plomo      | <p>Es otro elemento no deseado en las aguas por ser tóxico en el organismo. Este metal en contacto con aguas salinas es pasivo (no ataca) por generar sulfatos o cloruros. Este metal es acumulativo en el organismo y produce la enfermedad del saturnismo, caracterizada por su acumulación en huesos, sistema nervioso, riñón. Provoca falta de apetito, anemia, parálisis, dolor de cabeza, atacando en mayor medida a la población infantil.</p>  |
| 19 | Sodio      | <p>El sodio es un elemento muy abundante en la capa terrestre y forma diversas sales como ser: cloruro de sodio que es la sal común que se utiliza para cocinar alimentos, sulfato de sodio que es el yeso muy utilizado para la construcción de casas, que por ser altamente solubles es un catión más frecuente después del calcio. De acuerdo a su cantidad presente en el agua influye en su sabor encontrándose en su límite de percepción (cantidad que se pasa de lo permisible se detecta su sabor).</p> <p>Si el contenido de sodio es muy elevado en el agua de consumo, es propenso a causar trastornos cardiovasculares, hipertensión, enfermedades renales, cirrosis hepática, etc. Normalmente un agua de consumo debe tener un contenido menor a 200 miligramos de sodio por litro de agua.</p> |
| 20 | Sulfatos   | <p>La mayoría de los sulfatos son solubles en el agua a excepción de los sulfatos de plomo, bario y estroncio. Esta sustancia principalmente proviene de la disolución del yeso (sulfato de calcio).</p> <p>Un efecto positivo se produce en aguas con alto contenido de sulfato, insolubilizan los metales pesados minimizando su toxicidad (es decir se precipitan en el agua los metales pesados formando el sulfato de plomo, bario, etc.).</p> <p>Un contenido elevado de sulfatos en el agua de consumo provoca un sabor amargo y pueden causar trastornos gastrointestinales.</p>   |





*Toma de muestras de agua y mediciones en la comunidad Sauzal*





| N° | PARÁMETROS               | DESCRIPCIÓN  |
|----|--------------------------|--|
| 21 | TPH                      | <p>TPH es la sigla de Hidrocarburos Totales de Petróleo, es la determinación de la cantidad de hidrocarburos presentes en el agua, por las propiedades especialmente del petróleo compuesto por varias sustancias. Se mide desde el pentano, hexano (gasolina) a compuestos de mayores cadenas.</p> <p>El TPH mide los compuestos de cadena de 5 carbonos hasta 35. La región del Chaco es rica en recursos hidrocarburíferos por lo cual se ve la necesidad de analizar si existe contaminación en sus aguas por algún hidrocarburo.</p> <p>A manera de dar mayor idea de los compuestos hidrocarburíferos: el compuesto más simple con un solo carbono es el metano (sustancia principal del gas natural) luego le sigue el etano (dos carbonos) luego el propano y así sigue, por ejemplo la cadena de 5 carbonos son líquidos y no gaseosos a temperatura ambiente.</p> <p>La presencia de TPH en el agua le da mal sabor al agua, generalmente en su superficie brilla un color iriscedente (multicolor como arco iris), que se observa cuando hay un derrame de gasolina en el agua. Este hidrocarburo también puede estar en suspensión en el agua (en gotas microscópicas en el cuerpo del agua y no puede notarse el color en la superficie).</p> |
|    | Ensayos Bacteriológicos. | Pruebas para cuantificar la presencia de microorganismos que ocasionan enfermedades.   |
| 22 | Coliformes Totales       | <p>Estas bacterias existen en las heces fecales o en el suelo rico en nutriente o materia orgánica vegetal en descomposición. Representa la determinación de microorganismos, bacterias totales que existen en el agua por cada 100 mililitros o centímetros cúbicos de agua.</p> <p>Estos microorganismos detectados y cuantificados no representan en su totalidad.</p> <p>Estos pueden ocasionar enfermedades diarreicas, por lo cual una vez realizado este ensayo se continúa para la determinación de coliformes fecales.</p>  |
| 23 | Escherichia Coli         | Estas bacterias existen en las heces, vive solo en organismos del hombre y en animales. Es la especie en mayor cantidad de las coliformes fecales que pueden ocasionar enfermedades diarreicas o de estómago, por lo cual para el agua de consumo se recomienda que no exista ninguna Unidad de Coliforme Escherichia Coli (UCF). Aunque algunas instituciones recomiendan puede haber un contenido mínimo para pequeñas áreas rurales (menores a 2 UCF).  |



## CAPÍTULO 2

# Resultados de los Parámetros Analizados



Existen dos tipos de mediciones: los primeros se obtuvieron y fueron realizados al momento de tomar las muestras en cada comunidad (en el lugar mismo), a los cuales se les puede llamar mediciones. Y el segundo paquete de resultados fueron los enviados al laboratorio en Santa Cruz donde se hicieron los análisis, luego se procedió a la devolución para la interpretación, se los puede llamar análisis. En ambos casos estas actividades estuvieron bajo la responsabilidad total, control y seguimiento del proceso a cargo del ing. químico Walter Mamani, con el apoyo del equipo técnico del CERDET Villa Montes a la cabeza del ing. Milton Borda, en coordinación con el Mgr. Lic. Neyver Espindola Mogro, responsable de toda la actividad.

### Resultados de las mediciones tomadas en el lugar

Las categorías medidas en cada comunidad al momento de tomar las muestras fueron: medición de las coordenadas geográficas con el GPS, medición de temperatura, pH y conductividad del agua con equipos HANNA. Estas acciones fueron realizadas por el equipo técnico del CERDET, Milton Borda y Eyber Espindola, capacitados en Santa Cruz para la investigación, siempre bajo la supervisión del ing. Mamani.

Las mediciones de **temperatura** son solo referenciales y sirven para conocer alguna característica del agua al momento de sacar la muestra, las mediciones de temperatura promedio fue de 26°C durante los días de trabajo de campo.

Sobre las mediciones de conductividad si se pudo extraer datos valederos y están muy cercanas a los valores verdaderos, siendo los resultados aceptables.

Otra aclaración que merece tomarse en cuenta serían los **puntos de muestreo**, cuando se realizó en el punto justo del pozo. Es decir que la muestra fue extraída desde la válvula más cercana a la boca de pozo de agua: algunas veces desde la tubería u, otras desde el grifo más cercano. Esto sucedió por las conexiones de las tuberías y/o porque no se pudo entrar al área donde se encontraba el pozo o el tanque de agua estaba cercada con malla olímpica, haciéndose difícil su ingreso.



*Toma de muestras de agua y datos en la comunidad Purísima*

:HACO TARIJEÑO



*Toma de muestras de agua y datos en la comunidad Crevaux 2*

DIAGNOSTICO Y ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE C

Es importante también aclarar que en cada comunidad y lugar de la toma de muestra se socializó la actividad y se tramitó la autorización respectiva. Así se contó en la toma de muestras la compañía de varias personas de la comunidad como testigos de la misma. Así también se aprovechó para recopilar información y datos mediante un cuestionario, mismos que sirvieron para corroborar las fichas analizadas. En todo este proceso el apoyo y trabajo del equipo técnico del CERDET fue muy valiosa en todo el estudio.

Los resultados encontrados se presentan en los siguientes cuadros



## 2.1.:Análisis in situ o en el lugar de la fuente

**Cuadro 3. Resultados de análisis de agua en el lugar**

| N° | Parámetros               | Unidad    | Metodo de Ensayo | Agua Subterránea (Pozo) |           |            |           |             |                 |                |            |           |           | Alambique | Red Villa Mon. |
|----|--------------------------|-----------|------------------|-------------------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------------|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
|    |                          |           |                  | 1                       | 2         | 3          | 4         | 5           | 6               | 7              | 8          | 9         | 10        |           |                |
|    | Comunidad                |           |                  | Sauzal                  | Crevaux   | Tres Moras | Purisima  | Viscacheral | Bella Esperanza | San Bernardino | Tres Pozos | Lapachal  | La Misión |           |                |
|    | Punto de muestreo        |           |                  | Grifo                   | Pozo      | Pozo       | Pozo      | Pozo        | Grifo           | Grifo          | Grifo      | Algabe    | Grifo     |           |                |
|    | Cordenada geogr. X (utm) |           |                  | 512782                  | 507548    | 504110     | 501121    | 491472      | 484917          | 475666         | 461015     | 449190    | 451935    |           |                |
|    | Y (utm)                  |           |                  | 7572699                 | 7586977   | 7593331    | 7608424   | 7620247     | 7627660         | 7629809        | 7638756    | 7633547   | 7648011   |           |                |
|    | Fecha de muestreo        |           |                  | 3/14/2018               | 3/14/2018 | 3/14/2018  | 3/14/2018 | 3/14/2018   | 3/14/2018       | 3/14/2018      | 3/14/2018  | 3/14/2018 | 3/14/2018 |           |                |
|    | Hora de muestreo         |           |                  | 10:38                   | 12:40     | 13:36      | 14:42     | 15:43       | 16:15           | 18:20          | 19:12      | 20:28     | 21:23     |           |                |
|    | Límite Permissible       |           |                  | Resultados              |           |            |           |             |                 |                |            |           |           |           |                |
|    | Ensayos Físicos          |           |                  |                         |           |            |           |             |                 |                |            |           |           |           |                |
| 1  | Temperatura              | °C        | Medición Directa | 27                      | 31        | 28         | 27        | 30          | 30              | 28             | 28         | 25        | 25        |           |                |
| 2  | pH                       | unidad pH | Electroquímico   | 6,7                     | 6,38      | 6,58       | 6,71      | 7,34        | 7,49            | 6,87           | 6,5        | 7,55      | 5,85      |           |                |
| 3  | Conductividad Especifica | µS/cm     | Electroquímico   | 2300                    | 1700      | 1200       | 1175      | 1105        | 747             | 1097           | 1268       | 113,7     | 612       |           |                |

|    |                          |           |                   |                          |            |                         |                |            |                |           |          |          |          |          |          |
|----|--------------------------|-----------|-------------------|--------------------------|------------|-------------------------|----------------|------------|----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 4  | Color                    |           | percepcion visual | N/D                      |            | Incoloro                | Incoloro       | Incoloro   | Incoloro       | Incoloro  | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| 5  | Olor                     |           | percepcion nasal  | N/D                      |            | Inoloro                 | Inoloro        | Inoloro    | Inoloro        | Inoloro   | Inoloro  | Inoloro  | Inoloro  | Inoloro  | Inoloro  |
|    |                          |           |                   |                          |            | Agua Subterranea (Pozo) |                | Alambique  | Red Villa Mon. |           |          |          |          |          |          |
|    |                          |           |                   |                          |            | 6                       | 7              | 8          | 9              | 10        |          |          |          |          |          |
|    |                          |           |                   | Comunidad                |            | Bella Esperanza         | San Bernardino | Tres Pozos | Lapachal       | La Misión |          |          |          |          |          |
|    |                          |           |                   | Punto de muestreo        |            | Grifo                   | Grifo          | Grifo      | Aligbe         | Grifo     |          |          |          |          |          |
|    |                          |           |                   | Cordenada geogr. X (utm) |            | 484917                  | 475666         | 461015     | 449190         | 451935    |          |          |          |          |          |
|    |                          |           |                   | Y (utm)                  |            | 7627660                 | 7629809        | 7638756    | 7633547        | 7648011   |          |          |          |          |          |
|    |                          |           |                   | Fecha de muestreo        |            | 3/14/2018               | 3/14/2018      | 3/14/2018  | 3/14/2018      | 3/14/2018 |          |          |          |          |          |
|    |                          |           |                   | Hora de muestreo         |            | 16:15                   | 18:20          | 19:12      | 20:28          | 21:23     |          |          |          |          |          |
| N° | Parámetros               | Unidad    | Metodo de Ensayo  | Limite Permissible       | Resultados |                         |                |            |                |           |          |          |          |          |          |
|    | Ensayos Físicos          |           |                   |                          |            |                         |                |            |                |           |          |          |          |          |          |
| 1  | Temperatura              | °C        | Medición Directa  | N/D                      |            | 30                      | 28             | 28         | 25             | 25        |          |          |          |          |          |
| 2  | pH                       | unidad pH | Electroquimico    | 6,5 - 9                  |            | 7,49                    | 6,87           | 6,5        | 7,55           | 5,85      |          |          |          |          |          |
| 3  | Conductividad Especifica | µS/cm     | Electroquimico    | 1500                     |            | 747                     | 1097           | 1268       | 113,7          | 612       |          |          |          |          |          |
| 4  | Color                    |           | percepcion visual | N/D                      |            | Incoloro                | Incoloro       | Incoloro   | Incoloro       | Incoloro  |          |          |          |          |          |
| 5  | Olor                     |           | percepcion nasal  | N/D                      |            | Inoloro                 | Inoloro        | Inoloro    | Inoloro        | Inoloro   |          |          |          |          |          |





## 2.2. Análisis en Laboratorio

**Cuadro 4. Resultados de análisis de agua en el lugar**

| Item | Parámetros                       | Unidad    | Metodo de Ensayo  | Limite detección | Agua Subterránea (Pozo)  |            |          |            |          |             |                 |              |            |          | Algibe       | Red Villa Mon. |
|------|----------------------------------|-----------|-------------------|------------------|--------------------------|------------|----------|------------|----------|-------------|-----------------|--------------|------------|----------|--------------|----------------|
|      |                                  |           |                   |                  | 1                        | 2          | 3        | 4          | 5        | 6           | 7               | 8            | 9          | 10       |              |                |
|      |                                  |           |                   |                  | Comunidad                | Sauzal     | Crevaux  | Tres Moras | Purísima | Viscacheral | Bella Esperanza | San Bernardo | Tres Pozos | Lapachal | La Misión    |                |
|      |                                  |           |                   |                  | punto de muestreo        | Grifo      | Pozo     | Pozo       | Pozo     | Pozo        | Grifo           | Grifo        | Grifo      | Algibe   | Grifo Red VM |                |
|      |                                  |           |                   |                  | Cordenada geogr. X (utm) | 512782     | 507548   | 504110     | 501121   | 491472      | 484917          | 475666       | 461015     | 449190   | 451935       |                |
|      |                                  |           |                   |                  | Cordenada geogr.Y (utm)  | 7572699    | 7586977  | 7593331    | 7608424  | 7620247     | 7627660         | 7629809      | 7638756    | 7633547  | 7648011      |                |
|      |                                  |           |                   |                  | Limite Permissible       | Resultados |          |            |          |             |                 |              |            |          |              |                |
|      | Mediciones in situ (en el lugar) |           |                   |                  |                          |            |          |            |          |             |                 |              |            |          |              |                |
| 1    | Temperatura                      | °C        | Medición Directa  | 0,5              | N/D                      | 27         | 31       | 28         | 27       | 30          | 30              | 28           | 28         | 25       | 25           |                |
| 2    | pH                               | unidad pH | Electroquímico    | 1                | 6,5 - 9                  | 6,7        | 6,38     | 6,58       | 6,71     | 7,34        | 7,49            | 6,87         | 6,5        | 7,55     | 5,85         |                |
| 3    | Conductividad Especifica         | µS/cm     | Electroquímico    | 1                | 1500                     | 2300       | 1700     | 1200       | 1175     | 1105        | 747             | 1097         | 1268       | 113,7    | 612          |                |
| 4    | Color                            |           | percepcion visual |                  | N/D                      | Incoloro   | Incoloro | Incoloro   | Incoloro | Incoloro    | Incoloro        | Incoloro     | Incoloro   | Incoloro | Incoloro     |                |
| 5    | Olor                             |           | percepcion nasal  |                  | N/D                      | Inoloro    | Inoloro  | Inoloro    | Inoloro  | Inoloro     | Inoloro         | Inoloro      | Inoloro    | Inoloro  | Inoloro      |                |
|      | Ensayos Físicos en Laboratorio   |           |                   |                  |                          |            |          |            |          |             |                 |              |            |          |              |                |
| 1    | Temperatura                      | °C        | Medición Directa  | 0,5              | N/D                      | 22         | 23       | 22         | 22       | 21          | 23              | 23           | 22         | 22       | 22           |                |
| 2    | Turbidez                         | NTU       | Nefelométrico     | 1                | 5                        | <1         | 12       | 3,4        | 7,2      | 1,2         | <1              | 7,8          | <1         | <1       | <1           |                |
| 3    | Color Verdadero                  | UCV       | Fotométrico       | 1                | 15                       | <1         | <1       | 2          | 1        | 1           | <1              | 4            | <1         | 1        | 1            |                |

|  |                            |            |                    |       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|----------------------------|------------|--------------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 4  | Sólidos Totales Disueltos  | mg/l       | Gravimétrico       | 2     | 1000     | 1648     | 1224     | 802      | 870      | 761      | 485      | 740      | 859      | 64       | 64       |
| Ensayos Químicos en Laboratorio                                  |                            |            |                    |       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 5  | pH                         | U pH       |                    | 0,15  | 6,5 - 9  | 7,60 •   | 7,62 •   | 7,50 •   | 7,64'    | 8,25 •   | 8,47 •   | 7,97'    | 7,63 *   | 7,33 •   | 7,37 •   |
| 6  | Conductividad Específica   | µS/cm      | Electroquímico     | 7,45  | 1500     | 2515     | 1773     | 1234 •   | 1339     | 1170 •   | 746'     | 1138'    | 1322 *   | 99       | 665 •    |
| 7  | Oxígeno Disuelto a 22,2 °C | %Sat       | Electrodo Membr.   | 1     | N/D      | 85       | 66       | 58       | 86       | 67       | 90       | 94       | 70       | 90       | 59       |
| 8  | Dureza Total               | mg/l       | Titulométrico      | 5     | 500      | 449 •    | 572 •    | 364 •    | 453'     | 52 •     | 18 •     | 291'     | 389'     | 14'      | 282"     |
| 9  | Arsenico                   | mg/l       | Absorción Atóm.    | 0,01  | 0,01     | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    |
| 10   | Cadmio                     | mg/l       | Fotométrico        | 0,002 | 0,003    | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   |
| 11   | Calcio                     | mg/l       | Titulométrico      | 2     | 200      | 83       | 119      | 77       | 97       | 16       | 6,2      | 66       | 75       | 5        | 67       |
| 12   | Cloruros                   | mg/l       | Titulo métrico     | 1,25  | 250      | 236      | 161      | 100      | 124      | 97       | 42,8 •   | 118      | 95       | <1,25    | 10,5"    |
| 13   | DQO                        | mg/l       | Digestión          | 1     | N/D      | <1       | 3,7      | <1       | 11       | 1,9      | <1       | 1,5      | 1,6      | 1,4      | 1,2      |
| 14   | Manganeso                  | mg/l       | Fotométrico        | 0,006 | 0,1      | 0,07     | 0,50     | 0,20     | 1,7      | 0,02     | 0,01     | 0,39     | 0,05     | <0,006   | 0,03     |
| 15   | Magnesio                   | mg/l       | Cálculo API        | 1,2   | 150      | 59       | 67       | 41       | 51       | 3,1      | 1,2      | 31       | 49       | 1,2      | 28       |
| 16   | Nitratos                   | mg/l       | Fotométrico        | 0,3   | 45       | <0,3     | <0,3     | <0,3     | <0,3     | <0,3     | <0,3     | <0,3     | <0,3     | <0,3     | 1,0      |
| 17   | Nitritos                   | mg/l       | Fotométrico        | 0,002 | 0,1      | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   |
| 18   | Plomo                      | mg/l       | Fotométrico        | 0,01  | 0,01     | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    | <0,01    |
| 19   | Sodio                      | mg/l       | CálculoAPI         | 0,8   | 200      | 154      | 104      | 65       | 80       | 63       | 28       | 76       | 62       | 0,8      | 6,8      |
| 20   | Sulfatos                   | mg/l       | Fotométrico        | 6     | 400      | 650      | 463      | 250      | 263      | 263      | 135      | 225      | 338      | <6       | 80       |
| 21   | TPH                        | mg/l       | EPA418,1           | 1     | N/D      | <1       | <1       | <1       | <1       | <1       | <1       | <1       | <1       | <1       | <1       |
| Ensayos Bacteriológicos en Laboratorio                           |                            |            |                    |       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 22   | Coliformes Totales         | UFC/100 ml | Filtro Membrana    | >1    | Ausencia | >100     | Ausencia | >100     | >100     | Ausencia | >100     | >100     | Ausencia | 20       | Ausencia |
| 23   | Escherichia Coli           | UFC/100 ml | Recuento en Placas | >1    | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Límites Permisibles según NB 512 - 2016 Agua Potable Requisitos. |                            |            |                    |       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |



En la planilla tomar en cuenta las siguientes referencias:

**LIMITE PERMISIBLE:** Es la concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismo en el agua para preservar la salud y el bienestar humano y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas.



- (1) Se refiere a límites permisibles dados por la Norma Boliviana para agua Potable NB 512 quinta versión de 2016 del Instituto Boliviano de Normas de calidad IBNORCA.
- (2) y (3) Al no estar en la NB 512 se da referencia a la clasificación de uso de agua del RMCH Reglamento de Contaminación en materia de Contaminación Hídrica de la Ley de Medio Ambiente 1333.
- (4) Al no estar en la NB 512 se da referencia a la norma complementaria de clasificación de uso de agua del RASH Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos

Para referencias (2), (3) y (4)

La Clasificación de Agua establece:

CLASE "A" Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

CLASE "B" Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

CLASE "C" Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.

CLASE "D" Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre-sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

NOTA: los números coloreados en rojo y encuadrados se encuentran fuera de los límites permisibles.



## CAPÍTULO 3

# INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA

### 3.1. Comunidad Sauzal

Es una comunidad Weenhayek que cuenta con una población de 30 familias aproximadamente, ubicada a 170 kilómetros de la ciudad de Yacuiba, y tiene una altitud de 285 metros de sobre el nivel del mar. Se proveen de agua de pozo subterráneo con una profundidad de 180 metros.



Este pozo profundo fue construido por la Alcaldía Municipal de Yacuiba (ya que geográficamente y políticamente depende de ese Municipio), gracias a un motor eléctrico se bombea agua a un tanque elevado, de donde se distribuye hacia los grifos de las casas. La dotación de agua desde el tanque elevado no es continua y es controlado con una llave (válvula), el punto de muestreo fue del grifo más cercano al pozo.

En el momento de la toma de la muestra, Julián Calisaya, comentó que el agua es de un sabor salado y ocasiona diarreas y ruidos en el estómago. Además contó que el consumo por persona es de 2 a 3 litros por día y cuando hace mucho calor sube de 4 a 5 litros. Ante las enfermedades producidas por el consumo de agua la asistencia médica se realiza en el centro de salud de la comunidad de D'Orbigny ubicada cerca de la frontera con Argentina.

#### Interpretación de los datos de análisis

De acuerdo a la interpretación de los datos tenemos la siguiente información:

- El **pH** del agua de la comunidad es de 7,6 ligeramente alcalina (superior al neutro del valor de 7). Es aceptable para consumo humano (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH) esto se mide a la temperatura del agua en el laboratorio que da 22°C. comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra los valores de pH (conductividad, oxígeno disuelto) se elevaran un poco, pero no significativamente.
- La **conductividad específica**, que nos representa la cantidad de sales disueltas es elevada (2515 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), valor **no aceptable** para agua potable ya que se pasa del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Este valor junto a la cantidad de sólidos totales disueltos que



*Toma de muestras de agua y mediciones en la comunidad Viscacheral*

es la cantidad de sales disueltas en el agua dio 1648 miligramos en un litro de agua (mg/l), valor **no aceptable** para agua potable pasándose del valor permisible de 1000 mg/l., **estos parámetros hacen que el agua se califique como agua salada** y confirma lo dicho por la persona consultada.

- Otro valor que se pasa de lo permisible de 400 mg/litro son los sulfatos que alcanza a 650 mg/litro, que también **lo hace no aceptable para considerarse agua potable**.
- Los valores de **Oxígeno** disuelto no son representativos. Solo sirve de referencia para los otros elementos, de acuerdo a su cantidad da la mayor posibilidad de haberse oxidado o reducido (cambiado en su composición en el agua). El dato de Oxígeno disuelto es más valioso cuando se mide en el lugar de toma de muestra, no fue realizado al no tener el instrumento.
- En cuanto a **Coliformes Totales** se tiene una cantidad mayor a 100 Unidades de Coliformes (UCF) **pasando el valor permisible** que indica debería haber ausencia de coliformes, aunque este dato no es muy alarmante. Lo más significativo son los **Coliformes Fecales**, que se deben a microorganismos del suelo y vegetales, y no así producto de los organismos de los seres humanos y animales.
- En cuanto a los otros parámetros (Dureza, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Manganeso, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo Sodio, Hidrocarburos To-

tales y Coliformes Fecales) estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles, **calificando al agua como aceptable para consumo.**

## Conclusión

Por los resultados encontrados podemos indicar que la salinidad del agua se da por el contenido de sulfatos y medianamente por cloruros, principalmente de sodio por encontrarse en cantidad cerca de lo permisible y menos por carbonatos de calcio y magnesio y otros metales, en tal sentido **podemos indicar que la contaminación del agua es química y no microbiológica.**

De acuerdo a la información provista por habitantes del lugar, se corrobora que debido al contenido de sales disueltas de sulfato de sodio principalmente, **se califica el agua de calidad salada lo que ocasiona diarreas y desarreglos en el sistema digestivo de las personas, como un laxante.**

### 3.2. Comunidad Crevaux 2

La comunidad de Crevaux por cuestiones de incompatibilidad familiar en el liderazgo, tema religiosos y de poder, la zona se dividió en dos: Crevaux 1 que se encuentra en el lugar originalmente fundada, y Crevaux 2 que se ubica al este y en colindancia con la anterior, por cuestiones políticas se tomó la muestra en esta última comunidad que cuenta con una población de 60 familias, ubicada a 150 kilómetros de la ciudad de Yacuiba, con una altitud de 304 metros sobre el nivel del mar.

Esta comunidad se provee de agua de un pozo subterráneo, con una profundidad de 180 metros, que fue construido por la Alcaldía Municipal de Yacuiba en el año 2016 (ya que geográficamente pertenece a este municipio). La extracción del agua se produce a través de un motor eléctrico, bombea agua hacia una válvula y cañería cada vez que requieren agua. Vale hacer notar que no tienen un sistema de distribución por tuberías de agua a las casas y se aprovisionan mediante baldes y otros recipientes, el punto de muestreo se realizó en la válvula de la boca del pozo.



Acompañó a la toma de muestra don Tito Sánchez (capitán comunal), quien indicó que el agua es de un sabor dulce, sin embargo ocasiona diarreas y se observa presencia de sarro.

## Interpretación de los datos

Se tiene la siguiente información:

- El **pH** del agua de la comunidad es de 7,62 lo que significa que es ligeramente alcalina (superior al neutro del valor de 7). **Aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH). Esto se midió a la temperatura del agua en el laboratorio que da 23°C. comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra que es mayor, los valores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, se elevaran un poco pero no significativamente.
- La **Conductividad Específica**, que representa la cantidad de sales disueltas es elevada de 1773 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), valor no aceptable para agua potable ya que se pasa del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Este valor junto a la cantidad de Sólidos Totales Disueltos que es la cantidad de sales disueltas en el agua que dio 1224 miligramos disueltos en un litro de agua ( $\text{mg}/\text{l}$ ), **es un valor no aceptable para agua potable** superando el valor permisible de 1000  $\text{mg}/\text{l}$ . **Estas cantidades hacen que el agua se califique como agua salada.**
- Otro valor que se pasa de lo permisible de 400  $\text{mg}/\text{litro}$  son los **Sulfatos** que alcanza a 463  $\text{mg}/\text{litro}$ , que también **lo hace no aceptable para considerarse agua potable.**
- La cantidad de **Oxígeno** disuelto no es representativa y nos sirve solo de referencia para los otros elementos o compuestos que se analizaron, dando la posibilidad de haberse oxidado o reducido en el agua.
- **El Manganeso también se encuentra en una cantidad que supera el límite permisible**, este elemento junto con los sulfatos podemos atribuir que se deba a una elevada Dureza Total, y conductividad y sólidos totales disueltos, **así también el manganeso influye en la turbiedad**, indicándonos se encuentra ox-





idándose con el aire del agua. Esto significa que es agua muy propensa a formar sarro.

- En cuanto a los otros parámetros Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Sodio, Hidrocarburos Totales, y Coliformes Totales y Fecales **estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles, calificando al agua como aceptable para consumo.**

## Conclusión

Por los resultados encontrados se puede indicar que la salinidad del agua se da por la cantidad de sales disueltas, además de la cantidad y **presencia excesiva de Sulfatos** (principalmente sales disueltas de sulfato de calcio). Sumado a la presencia del Manganeseo que hace que la agua sea turbia, que sea considerada con Dureza Total. Todo esto indica que este tipo de agua **no es aceptable para consumo y tampoco se puede considerar agua potable.**

Esto es corroborado por los habitantes del lugar, quienes califican como agua salada y dura propensa a formar sarro en los recipientes cuando el agua es hervida.

### 3.3. Comunidad Tres Moras

La comunidad Weenhayek de Tres Moras distante 160 kilómetros de Yacuiba y a 80 de Villa Montes cuenta con una población 40 familias aproximadamente, a una altitud de 314 metros sobre el nivel del mar.

Los comunarios se proveen de agua de un de pozo subterráneo, con una profundidad de 150 metros, construido el año 2016 por la Alcaldía Municipal de Yacuiba, cuenta con un sistema eléctrico que bombea agua a un tanque de polietileno (cámara) ubicado a baja altura, de donde se distribuye hacia los grifos de la comunidad. La dotación de agua desde el tanque no es continua y es controlado con una llave (válvula), el punto de muestreo se hizo del empalme de manguera más cercano al pozo.

Acompaña a la toma de la muestra el señor Jairo Sandoval, quien indica que el agua es de un sabor aceptable, dulce, sin embargo menciona que produce enfermedades como diarreas y fiebre. En el tanque cámara inflable, se observa crecimiento de lodo que se precipita y necesita operaciones de limpieza.

## Interpretación de los datos

Luego de realizar el análisis de los datos, se interpreta y brinda la siguiente información:

- El **pH** del agua de la comunidad es de 7,50 ligeramente alcalina (superior al neutro del valor de 7). **Aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH), según la temperatura del agua en el laboratorio que da 22°C. Comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra los valores de pH, Conductividad, Oxígeno disuelto, se elevaron un poco o significa un poco.
- La **Conductividad Específica**, que representa la cantidad de sales disueltas es elevada de 1234 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), valor aceptable para agua potable ya que es menor del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Este valor junto a la cantidad de Sólidos Totales Disueltos, que es la cantidad de sales disueltas en el agua, dio 802 miligramos disueltos en un litro de agua (mg/l), valor también aceptable para agua potable ya que no pasa el valor permisible de 1000 mg/l., **hacen que el agua se califique como agua potable.**
- Otros datos que se pasa de lo permisible son **Dureza** con 572 mg/l (frente a lo permisible de 500 mg/l), **Manganeso** con 0,5 mg/l (frente a 0,1 mg/l), **Sulfatos** con 463 mg/l (frente a lo permisible menor a 400 mg/litro), **estos parámetros superan lo aceptable para considerarse agua potable.**
- El **Oxígeno** disuelto a la hora del ensayo dio un valor bajo, indicando que el agua sufrió oxidación consumiéndose su oxígeno al oxidarse ciertos elementos. Por lo cual también podemos indicar que en **el pozo se encuentra bajos niveles de Oxígeno Disuelto y con la aireación del agua hay la tendencia de oxidación de sustancias.**





- Un parámetro fuera de lo permisible son las **Coliformes Totales**, con mayor a 100 unidades, sin embargo **representa la contaminación bacteriológica del suelo o vegetales en descomposición. Esto junto con la turbidez también fuera de lo permisible, nos indica que puede presentarse el crecimiento de bacterias en el tanque cámara por lo que se detecta materias mucilaginosas** (crecimiento de gelatinas) que oxidarían ciertas sustancias no determinadas como hierro.
- En cuanto a los otros parámetros, Sólidos Totales Disueltos, Dureza total, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Sodio, Sulfatos, Hidrocarburos Totales, Coliformes Fecales, estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles, **calificando al agua como aceptable para consumo.**

## Conclusión

- Por los resultados encontrados podemos indicar que es **agua aceptable** a excepción de la Turbidez, Manganeso y Coliformes Totales, que puede ser solucionado con la limpieza de la cámara del tanque y produciendo la aireación del agua.
- Y de acuerdo al contenido de materias fácilmente oxidables (como es el Manganeso y el Hierro no determinado), puede presentarse problemas de diarreas en las personas, y finalmente la turbidez se debe generalmente a los lodos que tiñen el agua, y estos serían de color naranja, rojo, gris a rojizo.

### 3.4. Comunidad Purísima

Comunidad Weenhayek distante a 60 kilómetros de la ciudad de Villa Montes, cuenta con una población aproximada de 60 familias, ubicada a 315 metros sobre el nivel del mar.

Esta comunidad tiene un pozo profundo de 170 metros y no está funcionando por fallas eléctricas en la bomba, actualmente retiran agua del pozo antiguo tipo noria (profundidad de 80 a 90 metros) que cuenta con una bomba manual, de donde se proveen agua los pobladores a través de baldes y otras recipientes. La toma de muestra de agua fue en el grifo de la bomba manual.





*Toma de muestras de agua y datos en la comunidad Bella Esperanza*

Don Moisés Miranda fue la persona quien acompañó a realizar la muestra de agua, quien indica que el agua es de sabor dulce, sin embargo comenta que su consumo produce diarreas en niños y dolores de estómago en mayores.

### **Interpretación de los datos**

En base a los datos obtenidos en el lugar de la toma de la muestra y los resultados de los análisis hechos en Santa Cruz, se brinda la siguiente información:

- El **pH** del agua de la comunidad es de 7,64 lo que se considera un poco alcalina (superior al neutro del valor de 7). **Aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH) según la temperatura del agua en el laboratorio que da 22°C. Comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra los valores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, se elevaron un poco.
- La **Conductividad Específica**, que representa la cantidad de sales disueltas se eleva de 1339 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), valor aceptable para agua potable ya que es menor del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Este valor junto a la cantidad de Sólidos Totales Disueltos, que es la cantidad de sales disueltas en el agua, que da un valor de 870 miligramos disueltos en un litro de agua ( $\text{mg}/\text{l}$ ), valor también



aceptable para agua potable ya que no pasa el valor permisible de 1000 mg/l. **hacen que el agua se califique como apta para consumo humano.**

- Los parámetros de **Turbidez, Demanda Química de Oxígeno, Manganeso y Coliformes Totales** están fuera de lo permisible, por eso se puede indicar que el agua de pozo de la comunidad Purísima tiene poco oxígeno disuelto, y al airearse se oxidarían materias como el Manganeso, **que hace que crezcan bacterias oxidativas del hierro y manganeso y representarían las Coliformes Totales, las mismas darían turbidez al agua** fuera de lo permisible. También estas materias harían que la demanda química de oxígeno sea mayor o sea se refiere a cantidad de oxígeno para oxidar la materia orgánica.

## Conclusión

La mayoría de los parámetros analizados tienen similares resultados encontrados a la comunidad Tres Moras, ya que estas se encuentran dentro límites permisibles por lo cual se califica el **agua potable como aceptable.**

Aunque la posibilidad de diarreas por Coliformes Fecales es menor, se debe principalmente a la contaminación química por hierro y manganeso con crecimiento de bacterias que degradarían las mismas, y precipitándose al fondo partículas gelatinosas de color naranja, rojo, gris y negro.

### 3.5. Comunidad Vizcacheral

Comunidad ubicada a 50 kilómetros de Villa Montes, cuenta con una población aproximada de 7 familias, y se encuentra a 322 metros sobre el nivel del mar.

Esta comunidad tiene un pozo profundo de 210 metros construido por la Sub Gobernación Villa Montes en la gestión 2015, no tienen tanque de almacenamiento y se aprovisionan por bomba eléctrica y de manera individual por familia. La toma de la muestra se realizó en la compañía de don José López, quien indica que el agua es de sabor dulce, y no se siente que tenga malos efectos en la salud de las personas.

## Interpretación de los datos

Luego del análisis de la información, el ing. Walter Mamani presenta la siguiente información:

- El **pH** del agua de la comunidad es alcalina con un valor de 8,25 superiores al neutro que tiene una valoración de 7. En tal sentido **está dentro de los parámetros aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH) según la temperatura del agua en el laboratorio que da 21°C. Comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra los valores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, se elevaron un poco o significa un poco.
- La **Conductividad Específica**, que nos representa la cantidad de sales disueltas es elevada a 1170 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), **valor aceptable para agua potable** ya que es menor del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Este valor junto a la cantidad de Solidos Totales Disueltos, que es la cantidad de sales disueltas en el agua, que dio 761 miligramos disueltos en un litro de agua ( $\text{mg}/\text{l}$ ), valor también aceptable para agua potable ya que no pasa el valor permisible de 1000  $\text{mg}/\text{l}$ . **resultando que el agua se califique como agua potable.**
- La cantidad de **Oxígeno** disuelto no es representativa y nos sirve solo de referencia para los otros elementos o compuestos que se analizaron, dando la posibilidad de haberse oxidado o reducido en el agua.
- **No se ha detectado cantidades de Coliformes Totales ni de Coliformes Fecales.**
- En cuanto a los otros parámetros, Sólidos Totales Disueltos, Dureza total, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Sodio, Sulfatos, Hidrocarburos Totales, estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles, **calificando al agua como aceptable para consumo.**



## Conclusión

Todos los parámetros analizados se encuentran dentro **límites permisibles por lo cual se califica aceptable para considerarla como agua potable**. Es agua con mejores propiedades a las anteriores comunidades.

Estos parámetros analizados confirman lo mencionado por los comunarios y José López, que demuestran que es agua dulce y no se nota los efectos adversos en la salud por su consumo.



### 3.6. Comunidad Bella Esperanza

Es una población ubicada aproximadamente a 35 Kilómetros de Villa Montes, y cuenta con cerca de 40 familia y está ubicada a 341 metros sobre el nivel del mar.

Esta comunidad tiene un pozo de 70 metros de profundidad, construido por el gobierno municipal de Villa Montes, además tiene un tanque elevado de almacenamiento y se aprovisionan por bomba utilizando energía eléctrica. El agua se distribuye por una red de tuberías hacia grifos en los diferentes hogares. La toma de la muestra fue en la pileta de don Severo Rivera Gallardo, que estuvo presente en ese momento, que comentó que el agua tiene un sabor dulce y se utiliza para consumo personal, cocina, baño y riego en la comunidad.

### Interpretación de los datos

De acuerdo a la interpretación se puede mencionar la siguiente información:

- El **pH** del agua de la comunidad es de 8,47 lo que se considera levemente alcalina (superior al neutro del valor de 7). **Aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH) según la temperatura del agua en el laboratorio en Santa Cruz que da 23°C. Comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra los valores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, se elevaran un poco o significa un poco.

- La **Conductividad Específica**, que representa la cantidad de sales disueltas es de 746 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), **valor muy aceptable** para agua potable ya que es menor del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Este valor junto a la cantidad de Sólidos Totales Disueltos, que es la cantidad de sales disueltas en el agua, que dio 485 miligramos disueltos en un litro de agua ( $\text{mg}/\text{l}$ ), valor también bastante aceptable para agua potable y no pasa el valor permisible de 1000  $\text{mg}/\text{l}$ . **resultando que el agua se califique como agua potable.**
- Otros datos a destacar son Manganeso con 0,1  $\text{mg}/\text{l}$  (frente a 0,1  $\text{mg}/\text{l}$ ), Sulfatos con 135  $\text{mg}/\text{l}$  (frente a lo permisible menor a 400  $\text{mg}/\text{l}$ ), **estos parámetros identifican como no aceptable para considerarse agua potable.**
- Un parámetro a tomar en cuenta son lo Coliformes totales que dieron mayor a 100 y eso significa que hay contaminación bacteriológica del suelo o vegetales en descomposición. Los datos que hacen referencia a la Escherichia Coli, de acuerdo a las pruebas de laboratorio arrojan ausencia de los mismos.
- En cuanto a los otros parámetros, Sólidos Totales Disueltos, Dureza total, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Sodio, Sulfatos, Hidrocarburos Totales, ,estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles, **califican al agua como aceptable para consumo.**

## Conclusión

Todos los parámetros analizados se encuentran **dentro límites permisibles**, incluso presenta mejores rangos en el agua, con respecto a otras comunidades anteriormente descritas, excepto el parámetro de Coliformes Totales que dio valores mayores a 100 unidades y debería ser mínimo para calificarse como agua para consumo humano.

El contenido de Coliformes Totales nos indica que existen bacterias del medio natural, como ser del suelo o materia vegetal en descomposición, este parámetro no es alarmante como significa las Coliformes Fecales que es la causante mayor de las enfermedades



del estómago, como diarreas. Los valores de turbiedad son aceptables y no se encuentran cantidades significantes de manganeso, por lo cual con solo hervir el agua se consigue buena calidad, entonces **se considera como agua potable apta para consumo humano.**

### 3.7. Comunidad San Bernardo

Se encuentra ubicado a 20 kilómetros de distancia de la ciudad de Villa Montes y cuenta con una población cercana a las 20 familias, y tiene una altitud de 336 metros sobre el nivel del mar.

Esta comunidad tiene un pozo profundo de 50 a 70 metros construido en el año 2002 por la Alcaldía Municipal de Villa Montes, que se conecta a un tanque elevado de almacenamiento de 15000 litros de capacidad y se aprovisionan por bomba eléctrica.

Don Aurelio López, fue la persona que acompañó a la toma de la muestra en el grifo de su casa, además nos comenta que el agua es de sabor normal dulce y tiene problemas por impurezas en el tanque y cañerías, se presentan diarreas más en niños, que en adultos.

#### Interpretación de los datos

Se presenta la siguiente información:

- El **pH** del agua de la comunidad es de 7,97 ligeramente alcalina (superior al neutro del valor de 7). **Aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH) según la temperatura del agua en el laboratorio que da 23°C. Comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra los valores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, se elevarán un poco o significa un poco.
- La **Conductividad Específica**, que nos representa la cantidad de sales disueltas es de 1138 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), valor aceptable para agua potable ya que es menor del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Este valor junto a la cantidad de Sólidos Totales Disueltos, que es la cantidad de sales disueltas en el agua, que dio 740 miligramos disueltos en un litro de agua ( $\text{mg}/\text{l}$ ), valor también aceptable



para agua potable ya que no pasa el valor permisible de 1000 mg/l. **hacen que el agua se califique como agua potable.**

- Otros datos que se pasa de lo permisible son Dureza con 291 mg/l (frente a lo permisible de 500 mg/l) y Sulfatos con 225 mg/l (frente a lo permisible menor a 400 mg/litro), **estos parámetros lo hacen no aceptable para considerarse agua potable.**
- Los datos referidos a la presencia de Manganeseo da una un valor 0,39 mg/l superior al 0,1 mg/l que se considera normal, son datos mayores a los límites permisibles.
- Otro dato que llama la atención y está fuera del límite permisible es de Turbidez, que tiene un valor de 7,8 NTU, por encima de lo aceptable que es 5.
- Los Coliformes Totales, dan un resultado mayor a 100 unidades, que representa la contaminación bacteriológica del suelo o vegetales en descomposición, esto nos indica que puede presentarse el crecimiento de bacterias en el tanque cámara o en otro sector
- En cuanto a los otros parámetros, Sólidos Totales Disueltos, Dureza total, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Sodio, Sulfatos, Hidrocarburos Totales, Coliformes Fecales, estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles, **califican al agua como aceptable para consumo.**

## Conclusión

La mayoría de los parámetros analizados se encuentran dentro de límites permisibles por lo cual se califica agua aceptable. Excepto por los parámetros de Turbidez, Manganeseo y Coliformes Totales que son mayores a los límites permisibles.

Estos parámetros fuera de lo permisible, indican que el agua de pozo de la comunidad tiene oxígeno disuelto, y al airearse oxida al manganeseo, que hace que crezcan bacterias oxidativas del manganeseo y también puede ser el hierro (no analizado) que representaría los Coliformes Totales, las mismas darían turbidez al agua, determinada fuera de lo permisible.





Aunque la posibilidad de diarreas por Coliformes Fecales es menor, se debe principalmente a la contaminación química por hierro y manganeso con crecimiento de bacterias que degradarían las mismas, y precipitándose al fondo partículas gelatinosas de color naranja, rojo, gris y negro.



### 3.8. Comunidad Tres Pozos

Comunidad Weenhayek que cuenta con una población aproximada de 30 familias a 15 kilómetros de distancia de la ciudad de Villa Montes y se encuentra ubicada a 350 metros sobre el nivel del mar.

Esta comunidad tiene un pozo de 90 metros de profundidad construido por la Alcaldía Municipal de Villa Montes, además de un tanque elevado de almacenamiento que a través de una bomba eléctrica se aprovisionan de agua que va desde el tanque hasta los grifos en los hogares mediante una red de tuberías.

En el momento de la toma de la muestra que se realizó en un grifo de una casa, estuvo presente el señor David Sánchez López, quien indicó que el agua tenía un sabor dulce, pero ahora la sienten salada, y que esto causa diarreas con mayor frecuencia en niños, que en adultos.

#### Interpretación de los datos

- El **pH** del agua de la comunidad es de 7,63 levemente alcalina (superior al neutro del valor de 7). **Aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH) según la temperatura del agua en el laboratorio que da 22°C. Comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra los valores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, se elevaron un poco.
- La **Conductividad Específica**, que nos representa la cantidad de sales disueltas es elevada de 1322 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), valor aceptable para agua potable ya que es menor del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Este valor junto a la cantidad de Sólidos Totales Disueltos, que es la cantidad de sales disueltas en el agua, dio 859 miligramos







- En cuanto a los otros parámetros, Sólidos Totales Disueltos, Dureza total, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Sodio, Sulfatos, Hidrocarburos Totales, estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles. Además los Coliformes Totales y los Coliformes Fecales dan un resultado de ausencia de estos valores, **calificando al agua como aceptable para consumo.**

## Conclusión

Todos los parámetros analizados se encuentran dentro límites permisibles por lo cual se califica **aceptable para agua potable**. Es agua con buenas propiedades parecida a la de la comunidad Viscacheral.

Los parámetros analizados no concuerdan con los datos vertidos por el señor David Sánchez López, que indicaba que era un agua salada. Y no se ha detectado cantidades de Coliformes Totales ni de Coliformes Fecales y no se puede aseverar que la existencia de diarreas se deba por el consumo de agua. Más bien este tipo de enfermedades puede deberse a otros tipos de contaminación puede ser por manipulación de utensilios o alimentos.

### 3.9. Comunidad Lapachal

Comunidad recientemente creada y está ubicada en el pie de monte de la Serranía Aguarague sobre la carretera hacia Villa Montes, de la cual que se encuentra a 10 kilómetros de distancia. Cuenta con una población aproximada de 12 familias.

A diferencia de las anteriores comunidades esta comunidad se provee de agua de una cisterna de placas que cosecha agua de lluvia, y se almacena en un tanque que está enterrado en 90% en la tierra al ras del piso. Este aljibe está construido con placas de concreto (mezcla de arena y cemento) con una capacidad de 16000 litros, de donde se proveen de agua mediante el bombeo manual. La muestra del agua se hizo en el grifo de donde sale el agua, y quine acompañó a este cometido fue son Samuel Torrez, quien manifestó que el sabor del agua es dulce.

## Interpretación de los datos

- El **pH** del agua de la comunidad es de 7,33 ligeramente alcalina (superior al neutro del valor de 7). **Aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH) según la temperatura del agua en el laboratorio que da 22°C. Comparado a la temperatura en el momento de toma de muestra.
- La **Conductividad Específica**, que nos representa la cantidad de sales disueltas es de 99 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), valor aceptable para agua potable ya que es menor del valor permisible de 1500.  $\mu\text{S}/\text{cm}$  Este valor junto a la cantidad de Sólidos Totales Disueltos, que es la cantidad de sales disueltas en el agua, que dio 64 miligramos disueltos en un litro de agua ( $\text{mg}/\text{l}$ ), valor también aceptable para agua potable ya que no pasa el valor permisible de 1000  $\text{mg}/\text{l}$ . **hacen que el agua se califique como agua potable.**
- **Un parámetro fuera de lo permisible son las Coliformes Totales**, que tienen un valor de 20 unidades, esto pasa por la construcción nueva de cisternas, ya que no se hizo un lavado de la misma, donde se acumularon hojas y otros elementos, y esto explica la contaminación bacteriológica debido principalmente a vegetales en descomposición y partículas de polvo que estaban dentro de la misma y/o se arrastraron del área del techo de recolección del agua de lluvia. Con respecto a la presencia de *Escherichia Coli*, el análisis de laboratorio arrojan datos de ausencia de este parámetro en el agua.
- En cuanto a los otros parámetros, Sólidos Totales Disueltos, Dureza total, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Sodio, Sulfatos, Hidrocarburos Totales, Coliformes Fecales, estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles, **califican al agua como aceptable para consumo.**

## Conclusión

Por los resultados encontrados podemos indicar que es agua potable **aceptable para el consumo humano a excepción de los Coliformes Totales que alcanza a 20 unidades, y al no existir coliformes**



**fecales** nos indica que provienen de descomposición de vegetales, esto puede ser solucionado con la limpieza previa de la cisterna de placas, las canaletas, y área de recolección del agua (techo) además poner un filtro (malla milimétrica) al ingreso de la tubería al recipiente. Sin embargo, es conveniente hacer hervir el agua para obtener una mejor calidad.



Todos los otros parámetros analizados se encuentran dentro límites permisibles para agua potable, sin a lugar dudas esta es un agua con cantidades menores de metales pesados (Arsénico, Cadmio, Manganeso) menores en sales (Sulfatos, Cloruros, Nitratos, Nitritos), menor Dureza y Conductividad, que la hace un agua blanda de buenas propiedades.

Las aguas de lluvia son acidas con un valor de pH de 6,5 debido a los gases de dióxido de carbono que la acompaña, aunque sus cantidades detectadas son menores que se indican en la dureza, el contenido de calcio y en la conductividad. **Muchos profesionales recomiendan el consumo de un agua alcalina, lo cual no significaría de mucho riesgo a la salud.**

Sin embargo, queda pendiente la realización de una nueva medición con respecto a esto, para corroborar estos datos.

### 3.10. Barrio Weenhayek La Misión

El barrio Weenhayek denominada “La Misión” actualmente forma parte del área urbana de la ciudad de Villa Montes. El agua que consumen sus habitantes es del sistema de red a gravedad que llega desde la toma de agua del río Tampinta, lo que significa que es agua superficial. Cada hogar y familia tiene un grifo y la dotación es continua, y esta varía de acuerdo a la época de lluvia y estiaje. Por las condiciones de precipitaciones pluviales (lluvias) presentadas, las tomas de agua tienen buena recarga de cantidad de agua por lo que la provisión es aceptable.

#### Interpretación de los datos

- El **pH** del agua del barrio es de 7,37 ligeramente alcalina (superior al neutro del valor de 7). **Aceptable para consumo humano** (no supera el valor permisible de 9 unidades de pH) según

la temperatura del agua en el laboratorio que da 22°C. comparado a la toma de muestra los valores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, se elevaron un poco.

- La **Conductividad Específica**, que representa la cantidad de sales disueltas es de 665 microsiemens de conducción por centímetro de agua ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), valor aceptable para agua potable ya que es menor del valor permisible de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Este valor junto a la cantidad de Sólidos Totales Disueltos, que es la cantidad de sales disueltas en el agua que dio 64 miligramos disueltos en un litro de agua ( $\text{mg}/\text{l}$ ), valor aceptable para agua potable y no pasa el valor permisible de 1000  $\text{mg}/\text{l}$ . **resultando que el agua se califique como agua potable.**
- Otros datos a tomar en cuenta son **Dureza** con 282  $\text{mg}/\text{l}$  (frente a lo permisible de 500  $\text{mg}/\text{l}$ ), **Manganeso** con 0,03  $\text{mg}/\text{l}$  (frente al valor permisible de 0,1  $\text{mg}/\text{l}$ ), **Sulfatos** con 80  $\text{mg}/\text{l}$  (frente a lo permisible menor a 400  $\text{mg}/\text{l}$ ), **estos parámetros lo hacen no aceptable para considerarse agua potable.**
- Los análisis de laboratorio dan como resultado la ausencia de Coliformes Totales y la Escherichia Colien este barrio urbano.
- En cuanto a otros parámetros, Sólidos Totales Disueltos, Dureza total, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Sodio, Sulfatos, Hidrocarburos Totales, Coliformes Fecales, estos se encuentran en cantidades menores a los límites permisibles, **calificando al agua como aceptable para consumo.**

## Conclusión

En este barrio Weenhayek de Villa Montes, todos los parámetros analizados se encuentran dentro límites permisibles por lo cual se califica como aceptable para agua potable. Es agua con buenas propiedades parecidas a la de Viscacheral y al agua de la comunidad Tres Pozos, por el contenido de Calcio y Magnesio.



## DESCRIPCIÓN DE LINEAMIENTOS PARA MEJORAR LAS CONDICIONES PARA AGUA DE CONSUMO

De acuerdo a las muestras tomadas, resultados de laboratorio, análisis, interpretaciones, se elabora un cuadro con sugerencias para mejorar las condiciones del agua en comunidades (que no son todas: 7 de 10) donde se detectaron parámetros fuera de lo permisible para el consumo humano:



| AGUA DE COMUNIDAD | PARÁMETROS OBSERVADOS FUERA DEL LÍMITE PERMISIBLE   | DESCRIPCIÓN DE LINEAMIENTOS   |
|-------------------|---|---|
| Sauzal            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sólidos Totales Disueltos</li> <li>- Conductividad Especifica</li> <li>- Sulfatos</li> <li>- Coliformes Totales</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- La reducción de sulfatos se puede realizar mediante la adición de cal apagada (o también lechada de cal) al agua controlando que el pH no sea mayor a 9, la precipitación de los sulfatos en forma de yeso es lenta. Una vez formados los cristales de yeso se procede a sedimentar para luego filtrarlo.</li> <li>- Otra medida muy convencional sería realizar cosecha de agua de lluvia, una cantidad de esta mezclarla con otra cantidad igual del agua de pozo, con esto se reduciría la mitad de sulfatos, solidos totales disueltos y la conductividad.</li> <li>- Para disminuir la cantidad de coliformes totales hacer hervir el agua o realizar el filtrado en filtros cerámica u otro medio textil.</li> </ul> |

| AGUA DE<br>COMUNI-<br>DAD | PARÁMETROS<br>OBSERVADOS<br>FUERA DEL<br>LÍMITE PERMIS-<br>IBLE   | DESCRIPCIÓN DE LINEAMIENTOS  |
|---------------------------|---|--|
| Crevaux 2                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turbidez</li> <li>- Sólidos Totales</li> <li>- Disueltos</li> <li>- Conductividad Especifica</li> <li>- Dureza Total</li> <li>- Manganeso</li> <li>- Sulfatos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante la reducción de cantidad de manganeso y sulfatos se llegaría a reducir los otros parámetros que se encuentran en cantidades fuera de lo permisible.</li> <li>- Para la reducción de manganeso es conveniente airear el agua (chorro de agua tipo ducha hacia el deposito) entonces el manganeso se oxidará formando materias mucilaginosas que se asentarán.</li> <li>- Los sulfatos se precipitarían añadiendo lechada de cal, con esto se reduciría la dureza, luego proceder a filtrar el agua.</li> <li>- Otro procedimiento sería mezclando el agua de pozo con agua de cosecha de lluvia.</li> </ul> |
| Tres Moras                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manga-<br/>neso</li> <li>- Coli-<br/>formes<br/>Totales</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la reducción de manganeso es conveniente airear el agua (chorro de agua tipo ducha hacia el deposito) entonces este elemento se oxidará formando materias mucilaginosas que se asentarán de color café a negro. Luego se debe proceder a filtrar el agua y para esto se puede utilizar un filtro en cada grifo.</li> <li>- Con este procedimiento, a la vez se reducirían las coliformes totales, ya que el manganeso es degradado por bacterias.</li> </ul>   |
| Purísima                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turbidez</li> <li>- Demanda Quími-<br/>ca de Oxígeno<br/>(DQO)</li> <li>- Coliformes<br/>Totales</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para reducir las materias orgánicas en descomposición que representan estos parámetros se requiere una filtración, también un mantenimiento de los tanques de almacenamiento.</li> <li>- Otra medida para eliminar los coliformes es hacer hervir el agua.</li> </ul>   |







| AGUA DE COMUNIDAD | PARÁMETROS OBSERVADOS FUERA DEL LÍMITE PERMISIBLE   | DESCRIPCIÓN DE LINEAMIENTOS  |
|-------------------|---|--|
| Bella Esperanza   | - Coliformes Totales  | - Este parámetro se disminuye haciendo hervir el agua.   |
| San Bernardo      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turbidez</li> <li>- Manganeso</li> <li>- Coliformes Totales</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para reducir el Manganeseo se debe airear el agua en los depósitos y con eso precipitará el manganeso.</li> <li>- Luego se puede reposar el agua para que asiente al fondo el manganeso, y proceder a colarlo o separar el agua clara.</li> <li>- Para reducir los coliformes es necesario una filtración del agua, también un mantenimiento de los tanques de almacenamiento.</li> <li>- Además de hacer hervir el agua.</li> </ul>  |
| Lapachal          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- pH</li> <li>- Coliformes Totales</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hirviendo el agua se reducirían las coliformes totales, como también los carbonatos de calcio que le dan alcalinidad al agua.</li> <li>- SUGERENCIA IMPORTANTE</li> <li>- Para el futuro, una vez que se concluya de construir las cisternas de placa, se recomienda realizar una limpieza y lavado de toda la superficie de la misma. Para esto no utilizar agua del rio, sino de un pozo de agua cercano, o recurrir el lavado con el agua de la primera lluvia.</li> <li>- Además se debe limpiar las canaletas, tubos y poner un filtro (malla milimétrica) al ingreso del conducto al recipiente.</li> </ul> |



## CAPÍTULO 4

# Conclusiones

El monitoreo de calidad de agua realizado en las comunidades Weenhayek sirven para caracterizar la calidad del agua en al área rural y la que consumen poblaciones indígenas alejadas de los centros urbanos y se ha seleccionado esos parámetros para ver como inciden en la salud y desarrollo humano.

Luego de un análisis de muestras tomadas y de los resultados de laboratorio, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las comunidades Weenhayek ubicadas a orillas del río Pilcomayo, a medida que se encuentran ubicadas más abajo, al sur-este, presentan aguas subterráneas más salinas o duras. Desde Crevaux para abajo tienden a tener sales de sulfatos y son más difíciles de eliminar ya que conforman la dureza permanente, mientras que la temporal es por carbonatos y bicarbonatos de calcio o magnesio que pueden eliminarse hirviendo el agua y formando sarro en las paredes de los recipientes.
- El manganeso disuelto es otro de los elementos principales encontrados en casi todas las comunidades Wennhayek, que dan una característica de mal sabor al agua, esto pasa especialmente en Crevaux, Tres Moras, Purísima y San Bernardo, que influyen en su calidad. Sin embargo tienden a precipitarse al ser transformadas a hidróxido por bacterias que forman mucilagos (especie de hilos de gelatinas) que hace que aparezcan como coliformes totales, o también en el caso de Purísima aparece como materia orgánica que indica que se necesita de oxígeno para oxidarla. Esto también explica la aparición de turbidez en las aguas de las comunidades de Crevaux, Purísima, San Bernardo.
- Aunque las aguas de pozo generalmente tienen poco de oxígeno disuelto, estas se oxigenan al ser bombeadas a los tanques de almacenamiento. Esto también se produce en los chorros de agua desde las válvulas o grifos. Así que las aguas que tienen manganeso tienden a oxidarse formando un residuo de color café a negro.
- Las aguas de las comunidades Viscacheral y Tres Pozos son de buena calidad para consumo de las personas, aceptándose como agua potable al tener valores menores a los límites permisibles en todos los parámetros seleccionados para su análisis.



- Respecto al agua de lluvia cosechada en la comunidad de Lapachal, la gran mayoría de los parámetros se encuentran permisibles, y se encuentra en mejores condiciones en relación con el agua de otras comunidades. En tal sentido, esta agua es de muy buena calidad y es aceptable para el consumo humano.
- Según el ingeniero químico, quien tomó las muestras menciona que las aguas de lluvia de acuerdo tienen pH ácido por arrastrar gases de dióxido de carbono (gas de las sodas o refrescos con gaseosa), este gas al estar en contacto con paredes de cemento tiende a atacar el calcio (caliza del cemento) formando carbonatos de calcio disueltos, provocando que el agua sea alcalina como las otras, que no es dañina para la salud, si no supera el límite permitido.



*Toma de muestras de agua y datos en la comunidad Lapachal.*

*Toma de muestras de agua y datos en barrio La Misión*



Además se recomienda para las futuras edificaciones de cisternas de placas, antes de usarla limpiarlas y lavarlas, sin usar agua extraída del río Pilcomayo, o en su caso no utilizar agua de pozos con altos índices de sales y poner un filtro o malla milimétrica en el ingreso del tubo al aljibe, para evitar el arrastre de la contaminación vegetal por hojas o ramas, el polvo y otros.

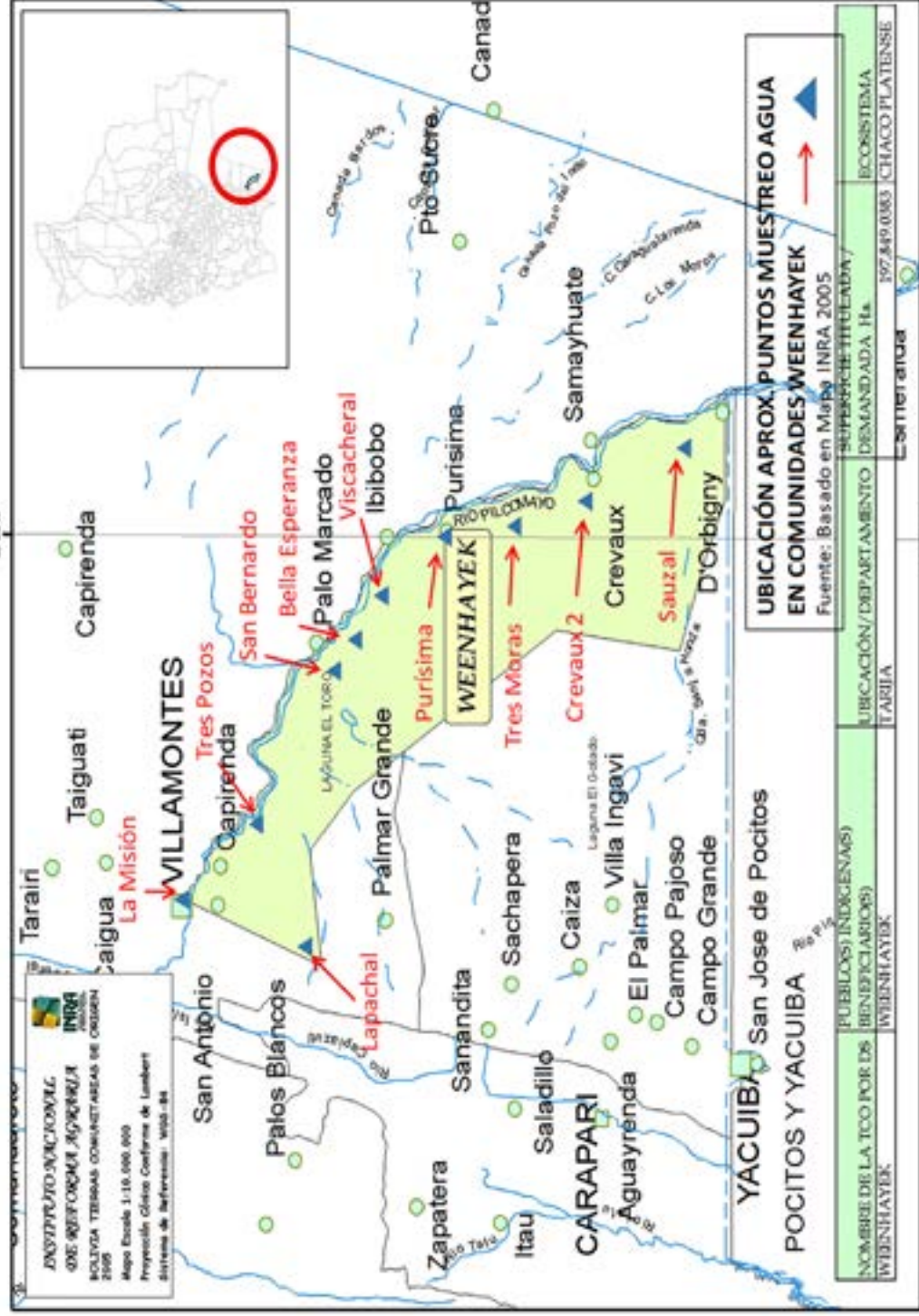


## RECOMENDACIONES

Una vez, concluido este trabajo de estudio y análisis del agua, se sugiere hacer las siguientes actividades

1. Para realizar un monitoreo de seguimiento a los parámetros encontrados fuera de lo permisible, se puede programar para estos casos una visita a las comunidades Weenhayek para enseñar cómo reducir estos valores. Luego nuevamente realizar el costo de análisis de solo estos indicadores, en vez de realizar de todos.
2. Se recomienda realizar nuevamente y con cierta periodicidad mediciones de pH en Lapachal y La Misión, ya que el aparato de medición arrojó valores muy variados, porque sufrió una descalibración ya mencionada párrafos arriba.
3. Para las comunidades que tienen elevado contenido de sulfatos y manganeso se recomienda construir aljibes para cosecha de agua de lluvia, sin embargo, teniendo en cuenta que la estructura de mezcla de arena y cemento sea fuerte no utilizar aguas extraídas del río o con grandes cantidades de sal. Si es que no se pudiera hacer eso, se recomienda utilizar impermeabilizantes en las placas de las cisternas.

# Ubicación puntos muestreo de agua en comunidades Weenhayek









**CERDET**

Centro de Estudios Regionales  
para el Desarrollo de Tarija