

INTRODUCCIÓN

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Alrededor del 98%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, y solo un 2% corresponde a aguas dulces; de este porcentaje el 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituida por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

El agua es una necesidad humana indispensable para la vida, esencial para vivir con dignidad. Sin agua no hay vida posible. Se trata de un derecho humano personalísimo, que debe ser acatado por cualquier sociedad y todo estado. Resulta ser una condición esencial, previa, que condiciona la existencia y el ejercicio de cualquier otro derecho humano, por lo tanto su calidad y cantidad debe estar garantizado hacia la población. En cuanto a la calidad el agua tiene que ser salubre y no contener microorganismos o sustancias químicas o radioactivas que puedan constituir una amenaza para la salud de las personas, además debe tener color, olor y sabor aceptables, para cada uso personal o doméstico. De esta forma, el agua para la ingesta humana debe ser potable o sea libre de sustancias peligrosas para la salud, para los demás usos el agua no necesariamente debe ser potable. Y en cuanto a la cantidad, expone que el abastecimiento de agua debe ser suficiente para los usos personales y domésticos, entre los que están incluidos el consumo, saneamiento, preparación de alimentos e higiene personal y doméstica. Según datos de la organización mundial de la salud, de 50 a 100 litros por persona son suficientes para cubrir las necesidades básicas, estableciendo 20 litros de agua potable por persona como la cantidad mínima por debajo de la cual se entiende que no existe un abastecimiento de agua digno para las personas. (Mejía J., 2010).

Los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un alto grado de vulnerabilidad, por negligencia, falta de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de protegerlos

y la carencia de autoridades, profesionales y técnicos, a los que les corresponde cuidarlos y utilizarlos (Reynolds J., 2002).

Cerca de una tercera parte de la población del planeta vive en países que sufren una escasez de agua alta o moderada. Unos 80 países, que representan el 40% de la población mundial, sufrían una grave escasez de agua a mediados del decenio de los noventas, y se calcula que en menos de 25 años las dos terceras partes de la población mundial estarán viviendo en países con escasez de agua.

Se prevé que para el año 2020, el aprovechamiento de agua aumentará en un 40%, y que aumentará un 17% adicional para la producción alimentaria, a fin de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento (CEPAL, 2004).

Es fundamental asegurar que el agua que se usa para consumo tenga una calidad adecuada. Las enfermedades ligadas al consumo de agua contaminada son numerosas; consumir agua potable permite reducir de forma significativa la exposición de las poblaciones a dichas enfermedades y los beneficios en la salud son considerables.

El agua a nivel mundial de consumo (agua potable), no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. No obstante, puede necesitarse agua de mayor calidad para algunos fines especiales, como la diálisis renal y la limpieza de lentes de contacto, y para determinados usos farmacéuticos y de producción de alimentos. Las personas con inmunodeficiencia grave posiblemente deban tomar precauciones adicionales, como hervir el agua, debido a su sensibilidad a microorganismos cuya presencia en el agua de consumo normalmente no sería preocupante.

Las normas sobre el agua de consumo pueden diferir, en naturaleza y forma, de unos países o regiones a otros. No hay un método único que pueda aplicarse de forma universal. En la elaboración y la aplicación de normas, es fundamental tener en cuenta las leyes vigentes y en proyecto relativas al agua, a la salud y al gobierno local, así como evaluar la capacidad para desarrollar y aplicar reglamentos de cada país.

La gran mayoría de los problemas de salud relacionados de forma evidente con el agua se deben a la contaminación por microorganismos (bacterias, virus, protozoos u otros organismos). No obstante, existe un número considerable de problemas graves de salud que pueden producirse como consecuencia de la contaminación química del agua de consumo. (Organización Mundial de la Salud, 2011).

En Bolivia, aproximadamente, el 75% de la población tiene acceso a servicios de agua potable, y tan solo el 50% aproximadamente tiene acceso a servicios de saneamiento. Esto quiere decir que aproximadamente 2.500.000 personas no tienen acceso a servicios de agua potable, y casi 5.000.000 de personas no tienen acceso a servicios de saneamiento.

Bolivia (La Paz, El Alto, Santa Cruz y Cochabamba), que es donde se acumula la mayor parte de la población sin acceso a estos servicios, consecuencia de la migración desde el campo a la ciudad y el asentamiento irregular en zonas que carecen de los servicios básicos. (Fernández I, 2011).

JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN

La Comunidad de San Alberto carece de un proceso adecuado de potabilización del agua para consumo humano el cual no cuenta con una dosificación de cloro ni un proceso de filtración adecuado. En época de lluvias, los comunarios son abastecidos con agua con un alto grado de turbidez y por tal razón ocurren seguidamente los cortes de agua, perjudicando a las familias.

Por lo mencionado líneas arriba se tiene la probabilidad de que el agua que consume la comunidad de san Alberto tiene una mala calidad y un inadecuado proceso de potabilización; por lo que se justifica el trabajo de investigación lo que permitirá determinar la calidad del agua y proponer un proceso de potabilización adecuado y de esta manera minimizar enfermedades gastrointestinales que provienen de la mala potabilización del agua en la comunidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A falta de un proceso de potabilización adecuado no se tiene una buena calidad del agua para consumo humano en la Comunidad de San Alberto.

HIPÓTESIS

La calidad del agua para consumo humano está siendo afectada por el mal proceso de potabilización en la Comunidad de San Alberto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad del agua y proponer un proceso adecuado de potabilización para consumo humano en la Comunidad de San Alberto de la Provincia Gran Chaco del Departamento de Tarija.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Diagnóstico de la calidad del agua por medio de la técnica de encuestas en la comunidad de San Alberto.
- Determinar la calidad del agua mediante un análisis de laboratorios físicos, químicos y biológicos.
- Proponer un proceso de potabilización adecuado del agua para consumo humano.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. MARCO CONCEPTUAL

1.1.1. Agua Potable

Aquella que por sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la presente norma. (N.B. 512, 2004).

1.1.2. Vertiente

Es una fuente natural de agua que brota del interior de la tierra o entre las rocas a la superficie en un área limitada y puede desembocar en una quebrada, río, lago o una laguna. (Enciclopedia Jurídica, 2014).

1.1.3. Calidad del Agua

El termino calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como doméstico, riego, recreación e industria.

El problema de la calidad del agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. El agua tiene diversos usos y su calidad depende del uso al cual se le va destinar. Por ejemplo un agua suficientemente limpia para la vida de los peces, tal vez no está para practicar natación o para consumo humano. Por lo tanto para decidir si un agua es de una calidad deseable para un determinado propósito, su calidad debe ser especificada en términos del uso. (Illarramendi M., 2008).

1.1.4. Muestra de Agua

La fracción significativa y representativa de una masa mayor de agua que conserva sus propiedades y características. (N.B. 495, 2005).

1.1.5. Características Físicas del Agua

Son aquellas que miden las propiedades que influyen en la calidad del agua: color, turbiedad, sólidos totales y sólidos totales disueltos, resultantes de la presencia de un número de constituyentes físicos. (N.B. 495, 2005).

1.1.6. Análisis Físico

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características físicas del agua en forma cualitativa y cuantitativa, incluyéndose las organolépticas como parte de las características físicas. (N.B. 495, 2005).

1.1.7. Color

Impresión visual producida por las materias en solución y/o suspensión contenidas en el agua. (N.B. 495, 2005).

1.1.8. Olor

Sensación olfativa que producen las materias extrañas contenidas en el agua. (N.B. 495, 2005).

1.1.9. Sabor

Sensación gustativa que producen las materias extrañas contenidas en el agua. (N.B. 495, 2005).

1.1.10. Turbidez

Lo que se mide como turbiedad es la pérdida de luz transmitida a través de la muestra por difracción de los rayos al chocar con las partículas, y por ello depende no sólo de su concentración sino también de su tamaño y forma. La turbiedad incrementa el color aparente del agua y se debe a la presencia de materia suspendida orgánica e inorgánica como la arcilla, sedimentos, plancton y organismos microscópicos.

Además, la turbiedad protege a los microorganismos de los desinfectantes, que se meten adentro de las partículas por lo que se recomienda clorar agua sólo con niveles inferiores a 5 UTN. Este valor corresponde al de la guía de la OMS y a la norma de

agua potable. Para remover la turbiedad se emplea la coagulación-floculación, seguida de sedimentación y filtración. En caso de el agua contenga una turbiedad > 100 UTN se puede aplicar un paso previo de sedimentación. (Ruiz A., 2007).

1.1.11. Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros físicos más importantes y está determinado por múltiples factores ambientales que lo hacen variar continuamente. Es de particular interés si se desea precisar la magnitud de procesos naturales de autodepuración, determinar los valores de temperatura necesarios para estimar el comportamiento de los procesos aerobios y anaerobios que en esos casos se aplican o intervienen. Además porque la mayor o menor intensidad de las reacciones químicas y procesos biológicos dependen de la temperatura del ambiente o medio en donde se manifiestan. (Mejía M., 2005).

1.1.12. Sólidos Disueltos Totales

Los sólidos incluyen tanto las sales inorgánicas (carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos y nitratos de sodio, potasio, calcio, magnesio y hierro) como materia orgánica. Los sólidos disueltos pueden tener importantes efectos en el sabor. Se considera que menos de 600 mg/l no se perciben aunque contenidos muy bajos producen un agua insípida. Por arriba de 1 200 mg/l el agua comienza a ser rechazada. Asimismo, los sólidos disueltos promueven la corrosión. Para evitar en los últimos problemas la OMS recomienda no exceder 1000 mg/l. La reducción de los sólidos disueltos totales se logra mediante la coagulación-floculación-sedimentación-filtración. (Ruiz A., 2007).

1.1.13. Características Químicas del Agua

Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, que en concentraciones por encima de lo establecido en la norma pueden causar efectos nocivos a la salud. (N.B. 495, 2005).

1.1.14. Análisis Químico

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características químicas del agua en forma cualitativa y cuantitativa. (N.B. 495, 2005).

1.1.15. pH (potencial de hidrógeno)

El pH es una variable importante en el manejo de la calidad del agua pues influye en los procesos químicos y biológicos. Mide el balance de acidez de una solución. La escala de pH va del 0 al 14 (muy ácido a alcalino), el valor de 7 representa la neutralidad. Valores superiores de pH de 11 se relacionan con irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos. (Ruiz A., 2007).

1.1.16. Cobre

Es un nutriente esencial y la ingesta diaria recomendada es de 1 a 3 mg. Su deficiencia se asocia con la anemia. En concentraciones mayores, es tóxico y puede generar severos daños gastrointestinales e incluso, en exceso, la enfermedad de Wilson (degeneración hepatolenticular) que es fatal. Se encuentran vastas cantidades de cobre en la corteza terrestre, así como en el agua de mar. De hecho, la fuente principal de Cu en el agua de suministro es la corrosión de tuberías.

Se evita la presencia del cobre en el agua mediante su ablandamiento, por coagulación-floculación, sedimentación y filtración. (Ruiz A., 2007).

1.1.17. Manganeso

El manganeso es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, que por lo general se encuentra junto con el hierro. El manganeso se asocia con cloruros, nitratos y sulfatos. Las concentraciones de manganeso disuelto en las aguas subterráneas y superficiales pobres en oxígeno pueden alcanzar varios miligramos por litro. Acelera el crecimiento biológico en los sistemas de distribución, taponea tuberías, mancha la ropa, contribuye con los problemas de olor, color y sabor del agua potable. Concentraciones por arriba de 0.1 mg/l (valor guía de la OMS) generan problemas estéticos como la coloración del agua y un incremento en la turbiedad. El sistema de

remoción típico es oxidación seguida de coagulación-floculación, sedimentación y filtración. (Ruiz A., 2007).

1.1.18. Aluminio

A pesar de que el aluminio no existe naturalmente en forma elemental, es uno de los metales más abundantes en la superficie terrestre (8%) y en el agua. Está presente en suelos, plantas y tejidos animales. Es un elemento de uso muy común en la industria y en las casas, sirve como antiácido, analgésico, antitranspirante, aditivo de alimentos, y en las vacunas. Los compuestos del Al son también comúnmente utilizados para la potabilización del agua. (Ruiz A., 2007).

1.1.19. Bario

El bario es un elemento común de la naturaleza, pero su presencia en agua es sólo al nivel de trazas. Se encuentra en suelos, rocas y en los depósitos de minas de plomo y zinc; también se halla en tejidos de plantas y animales. Algunas aguas superficiales y marinas contienen bario y se ha llegado a encontrar concentraciones de hasta 1.6 mg/l. En forma natural, el bario existe como carbonato. Las emisiones de bario en el aire provienen de mineras y refinerías.

El bario se elimina del agua por coagulación-floculación-sedimentación-filtración en un 90%, si se encuentra formando parte de los sólidos en suspensión. Si está en forma soluble se remueve por precipitación como sulfato de bario al agregar sulfuro de sodio o como carbonato. (Ruiz A., 2007).

1.1.20. Mercurio

El mercurio natural se deposita en la corteza terrestre en cantidades de 2500 ton por año debido a la deposición de gases volcánicos y a la evaporación y condensación de agua de mar.

La concentración de mercurio inorgánico en las aguas superficiales y subterráneas, generalmente es inferior a 0.0005 mg/l. Su principal vía de ingestión es por consumo de peces contaminados con este elemento ya que lo bioacumulan. La dosis a partir de la cual se comienzan a manifestar síntomas en el organismo es de 0.5 mg/l y se tienen

problemas serios a partir de 6 mg/l. La eficiencia del tratamiento con carbón activado depende de la concentración y forma del mercurio, dosis y tipo de carbón, así como del tiempo de contacto entre el carbón y el agua. (Ruiz A., 2007).

1.1.21. Fluoruro

El flúor representa 0.3 g/kg de la corteza terrestre. Se recomienda consumir F a razón de 0.7 a 3.4 mg/d en la comida o con el agua. La concentración óptima para evitar las caries en la población infantil es de 0.7 a 1.2 mg/l. Pero, concentraciones superiores a 4.0 mg/l provocan fluorosis dental (Oscurecimiento del esmalte) y esquelética. El consumo de 8 a 20 mg/l de fluoruro durante un período largo afecta al sistema óseo. Con base en un consumo de 2 litros de agua por día, se considera que una dosis de 2000 mg/l es letal. En caso de tener un exceso de flúor se puede disminuir por precipitación con cal, compuestos de magnesio (como dolomitas) y alumbre. El valor guía de las OMS y el de la NOM 127 es de 1.5 mg/l y se basa en aspectos sanitarios. (Ruiz A., 2007).

1.1.22. Nitratos y Nitritos

Los nitratos (NO_3) y los nitritos (NO_2) son iones presentes en la naturaleza intercambiables entre ambos a través de un gran número de reacciones químicas y biológicas. En las aguas superficiales y subterráneas, las concentraciones ascienden por lo general a unos cuantos mg/l. En particular, en aguas subterráneas, su concentración se ha incrementado como resultado de la lixiviación de los fertilizantes que emplean nitrato de amonio. Los nitratos son reducidos a nitritos por la ausencia de oxígeno. Las aguas que contienen una elevada cantidad de nitratos son potencialmente dañinas debido a su reducción en nitrito el cual bloquea la hemoglobina y produce metahemoglobina. Este compuesto por sí mismo no es tóxico, pero reduce el transporte de oxígeno por la sangre en menores de 6 meses. Existen diferentes métodos para eliminar los nitratos y nitritos como: Nitrificación/desnitrificación biológica, Desorción de amoníaco con aire (stripping), Intercambio iónico, Cloración hasta el punto de quiebre y Ósmosis inversa. (Ruiz A., 2007).

1.1.23. Sulfatos

Los sulfatos son comunes en los acuíferos y pueden ser utilizados como fuente de oxígeno por bacterias “sulfato reductoras” que lo convierten en ácido sulfhídrico. El sulfato es uno de los aniones menos tóxico, sin embargo altas concentraciones provocan catarsis, deshidratación e irritación gastrointestinal. También, imparten sabor al agua. Los sulfatos se eliminan mediante coagulación-floculación-sedimentación-filtración y precipitación. (Ruiz A., 2007).

1.1.24. Cloro y Cloruros

El cloro elemental es un gas amarillo-verdoso altamente soluble en agua. El cloro que permanece en agua después de un tratamiento se denomina cloro residual. El conjunto de cloro libre y cloro combinado se nombra como cloro residual total (TRC total residual).

El ión cloruro se encuentra ampliamente distribuido en el medio ambiente, generalmente en forma de cloruro sódico, potásico o cálcico. El gran inconveniente de los cloruros es el sabor desagradable que comunican al agua. Son también susceptibles de ocasionar una corrosión en las canalizaciones y en los depósitos, en particular para los elementos de acero inoxidable. (Rodier J., 1989).

1.1.25. Hierro

Es un elemento esencial para la salud y sus requerimientos varían entre 10 y 50 mg/d en función de la edad, sexo y estado fisiológico. En el agua de consumo también puede estar presente debido a la utilización de coagulantes de Fe, o por la corrosión de tuberías. El hierro con frecuencia se encuentra en agua subterránea y si ésta es anaerobia puede haber concentraciones de hasta varios miligramos por litro sin que el agua, esté coloreada o turbia. En concentraciones superiores a 0.3 mg/l el hierro mancha la ropa y las tuberías.

Para eliminar al hierro se realiza la precipitación por oxidación con aire a pH de 7 a 7,5, sedimentación y filtración, con diversos oxidantes. (Ruiz A., 2007).

1.1.26. Cloro Residual

Cantidad de cloro libre, no combinado, presente en el agua potable; se expresa en miligramos por litro (mg/l). (N.B. 495, 2005).

1.1.27. Características Microbiológicas del Agua

Son aquellas debidas a la presencia de bacterias y otros microorganismos nocivos a la salud humana. (N.B. 495, 2005).

1.1.28. Análisis Bacteriológico

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características bacteriológicas del agua. (N.B. 495, 2005).

1.1.29. Coliformes Totales

Los coliformes totales son ampliamente utilizados a nivel mundial como indicadores de potabilidad por ser fáciles de detectar y cuantificar. Así mismo, los coliformes totales sirven para establecer si una agua ha sido adecuadamente potabilizada si arroja resultados negativos a la salida de una planta, de la misma forma que los coliformes fecales lo pueden hacer. Sin embargo, si se requiere saber si hay o no contaminación fecal se debe hacer la prueba específica. Los coliformes totales son eliminados del agua mediante procesos de desinfección como la cloración, radiación UV y ozonización. El valor guía de la OMS y el de la NOM-127 es en ambos casos de ausente en 100 ml. (Ruiz A., 2007).

1.1.30. Coliformes Fecales

Los coliformes fecales son todos los bacilos cortos que difieren del grupo coliforme total por su capacidad para crecer a una temperatura de entre 44 y 45 °C. Abarca los géneros *Escherichia* y parte de algunas especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. De ellos, sólo *E. Coli* es específicamente de origen fecal y se encuentra siempre presente en las heces de humanos, otros mamíferos y gran número de aves. Los coliformes fecales no se encuentran en aguas y suelos que no han estado sujetos a contaminación fecal. Por ello desde el punto de vista de la salud, el grupo coliforme

fecal es mucho más útil que el total, pues se relaciona con la probabilidad de encontrar patógenos excretados. Los coliformes fecales al igual que los totales, son eliminados mediante procesos de desinfección. Cabe mencionar que la filtración rápida elimina aproximadamente el 80% de estas bacterias coliformes en tanto que la lenta logra niveles de potabilidad, aunque esta última trabaja a velocidades muchos menores a las utilizadas en el proceso en estudio. (Ruiz A., 2007).

1.1.31. Filtración

La filtración del agua consiste en hacerla pasar por sustancias porosas que puedan retener o remover algunas de sus impurezas. Por lo general, se utiliza como medio poroso la arena soportada por capas de piedras, debajo de las cuales existe un sistema de drenaje. Con el paso del agua a través de un lecho de arena se produce lo siguiente: la remoción de materiales en suspensión y sustancias coloidales; la reducción de las bacterias presentes; la alteración de las características del agua, inclusive de sus características químicas. (Rodier J., 1989).

1.1.32. Cloración

La cloración consiste entonces en la adición de cloro al agua, ya sea cloro puro o alguno de sus compuestos, en las dosis adecuadas para cumplir la normativa vigente respecto a la calidad bacteriológica y a la concentración de desinfectante activo residual que debe estar presente en todo punto de la red de distribución de agua potable. (Ruiz A., 2007).

1.1.33. Encuesta

La encuesta es una pesquisa o averiguación que se utiliza como herramienta los cuestionarios y su aplicación, para conocer la opinión pública. Consiste en el acopio de testimonios orales y escritos de personas vivas. Es una técnica utilizada para recoger información consistente en una serie de preguntas a uno o más cuestionarios diseñados con anterioridad. (Avendaño R., 2008).

1.1.34. Preguntas Cerradas

Las preguntas cerradas contienen categorías u opciones de respuesta que han sido previamente delimitadas. Es decir, se presentan las posibilidades de respuesta a los participantes, quienes deben acotarse a éstas. Pueden ser dicotómicas (dos posibilidades de respuesta) o incluir varias opciones de respuesta. Las preguntas cerradas son más fáciles de codificar y preparar para su análisis. Asimismo, estas preguntas requieren un menor esfuerzo por parte de los encuestados, que no tienen que escribir o verbalizar pensamientos, sino únicamente seleccionar la alternativa que sinteticamente mejor su respuesta. (Hernández R., 1991).

1.1.35. Método de Análisis

Este método es un estudio minucioso del fenómeno, iniciando por la parte más específica identificadas y a partir de estas llegar a la explicación total del problema. Consiste en la extracción de las partes de un todo, con el objetivo de estudiarlas y examinarlas por separadas, para observar las relaciones entre las mismas (Avendaño R., 2008).

1.1.36. Método Estadístico

El objetivo principal de este método es la interpretación de datos obtenidos mediante cuestionarios y entrevistas, utilizando una serie de procedimientos para la recopilación de información cuantitativa o cualitativa, utilizando para ello un conjunto de cálculos e índices, relaciones, proporciones, porcentajes que ayudan a interpretar el comportamiento y las tendencias de lo investigado. (Avendaño R., 2008).

1.1.37. Método de Comparación

Es utilizado para observar y determinar la similitud o diferencia entre los hechos realizados en una operación o actividad, se trata de cotejar documentos, transacciones y situaciones concretas de la sociedad dentro del objetivo de investigación, con frecuencia se comparan normas con las actividades realizadas. (Avendaño R., 2008).

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo Humano

Antes de la aparición del cólera en el Perú en el año 1991, casi todos los países de América Latina y el Caribe concentraban su atención en la cantidad antes que en la calidad del agua de consumo humano. Hoy en día, existe un mayor interés de las autoridades en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, prestándose mayor atención a los aspectos de vigilancia y control de los mismos. Muchos países se han visto motivados a ejecutar programas de vigilancia y control de la calidad el agua de consumo humano como parte de las intervenciones de salud ambiental para prevenir la transmisión de las enfermedades del tipo gastro-intestinal incluyendo el cólera.

La calidad del agua de consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, como consecuencia de que sirve como vehículo de muchos microorganismos de origen gastrointestinal y patógeno al hombre. Entre los agentes patógenos de mayor representatividad que pueden estar presentes en el agua se tienen a las bacterias y virus y en menor cuantía a los protozoos y helmintos. Estos microorganismos difieren ampliamente en tamaño, estructura y constitución, lo que explica que su supervivencia en el medio ambiente así como su resistencia a los procesos de tratamiento, difieran significativamente.

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor. El agua en el sistema de distribución puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosifonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios de distribución defectuosos, grifos contraincendios dañados, y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad. Otro factor de re-contaminación y de gran importancia en los países en vías de desarrollo donde existe déficit de agua, es la interrupción del sistema de abastecimiento, como resultado de la práctica de rotar el servicio de una a otra área de abastecimiento.

De otra parte, en sistemas de baja confiabilidad como consecuencia de la restricción del servicio de abastecimiento de agua, es común el deterioro de la calidad físico, químico y principalmente bacteriológico del agua a nivel intradomiciliario, durante su manipuleo y almacenamiento.

Implicancias de salud por agentes patógenos en el agua

Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de la prevalencia de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua. La bibliografía especializada reporta numerosos casos de enfermedades relacionadas con la calidad del agua que se presentaron en diversos países del mundo como consecuencia del cambio en el tratamiento de acondicionamiento del agua o por la pérdida de la integridad de la red de distribución de agua.

Entre los principales casos de transmisión de enfermedades relacionadas con la calidad del agua de consumo humano se tiene el que se presentó en abril de 1993, en la ciudad de Milwaukee, Wisconsin EEUU, en donde un brote de *Cryptosporidium* transmitido por el agua afectó aproximadamente a 403.000 personas, manifestándose con diarreas, náuseas y calambres estomacales. De igual manera, entre el 15 de diciembre de 1989 al 20 de enero de 1990, la comunidad agrícola de Cabaol en Missouri se vio afectada por el *E. coli* hemorrágico del serotipo 0157:H7 ocasionando cuatro defunciones, 32 hospitalizaciones y 243 casos de diarreas. (Geldreich, 1992). En este último caso, una de las hipótesis más sólidas fue que la contaminación del agua se debió a los reemplazos de medidores y a las roturas de la red de distribución que se produjeron poco antes de que se manifestaran los primeros casos de la enfermedad.

Otros brotes notificados fueron el de *Salmonella* transmitida a través del agua subterránea no tratada o por aguas superficiales crudas y aguas desinfectadas deficientemente tratadas. El reciente brote de *Salmonella* *tiphyrium* en Gideon, Missouri fue excepcional en el sentido de que las aguas subterráneas no tratadas eran

satisfactorias, pero que durante su almacenamiento fue contaminado por las heces de las palomas que vivían en su interior. Este brote afectó a más de 600 personas de los cuales 15 fueron hospitalizados y se atribuyeron cinco defunciones.

Otro de los casos fue la propagación del cólera en América Latina en 1991 y cuya propagación que fuera atribuido a la falta de adecuados servicios de abastecimiento de agua y saneamiento así como a la falta de medidas de control ambiental. (Vargas C., 2002).

1.2.2. Estudio Socio ambiental de la Contaminación del Agua por Actividad Hidrocarburifera en la Serranía Aguaragüe de Tarija-Zona de influencia Villa Montes

Los acontecimientos socio-ambientales ocasionados por los pasivos ambientales de los pozos de YPFB y los trabajos petroleros en la serranía Aguaragüe e inmediaciones; motivaron para realizar el estudio en la zona de influencia Villa Montes, para averiguar la contaminación del agua, los efectos al suelo y a la población para lo cual se hizo el trabajo de campo en el segundo semestre del 2001 y en mayo de 2002; con la finalidad de analizar la contaminación de aguas y entrevistar a representantes de organizaciones de los siguientes lugares:

Comunidades rurales ubicadas al pie de monte en la parte este de la Serranía, Camatindi, Tahiguati, Ipa, Tarairí, Caigua.

Afluentes del río Pilcomayo de la margen derecha, quebrada Sábalo, Río Isiri, Quebrada los Monos; un tramo de 65 Km del Río Pilcomayo en 3 puntos, Sábalo, Puente Ustarez y Puesto Uno.

Aguas distribuidas para consumo humano en Villa Montes y San Antonio, también se determinó la calidad de agua del río Tampinta.

Los resultados indican que en todas las aguas analizadas se encontraron la presencia de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH); en la mayoría de los casos con datos mayor a 1 mg/l perteneciendo a la Clase D asumiendo como grasas y aceites según el reglamento de la Ley de Medio Ambiente de Bolivia, respecto a una norma

internacional de la Comunidad Europea se clasifica de Clase A3, ambas clases con altas restricciones para su utilización como agua para bebida humana.

El contenido de TPH se acentúa en la época de las primeras lluvias, si bien las personas pueden prever su utilización cuando el agua se encuentra turbia, no lo percibe cuando el agua es clara cuando también tiene presencia de TPH, esto significa un riesgo a la población para su consumo y para otras actividades. La contaminación por salinidad va en aumento en Caigua, mientras que la contaminación por coliformes en la mayoría de los cursos no es muy pronunciada.

En este contexto la actividad Hidrocarburifera es un potencial de ocasionar daños al ecosistema de la Serranía, y merece atención la competencia hidrocarburos vs agua, los hidrocarburos tienden a contaminar el agua de subsistencia de los pueblos asentados en la faja subandina de la Serranía Aguaragüe, agua que se utiliza para consumo humano y para las actividades agrícolas y ganaderas que son la base de su economía, también es la fuente de agua para consumo humano de la ciudad de Villa Montes y los originarios Weenhayek.

Por las observaciones realizadas en el periodo del estudio el pasivo ambiental de la quebrada Los Monos ha sido remediado, sin embargo aguas arriba de la toma de agua de la comunidad San Antonio existe emanación de hidrocarburos que están contaminando el agua, llegando a los grifos de la comunidad.

En Caigua los pasivos ambientales o podrían ser los trabajos de prospección, están provocando la contaminación del agua elevando la salinidad comparando a años anteriores, por otra parte también las aguas están contaminadas con hidrocarburos. El agua está disminuyendo su caudal y por ello los agricultores están reduciendo sus cultivos, se conoce que lluvias arrastran hidrocarburos visibles por lo que en estas crecidas existe la precaución de riego, pero desconocen cuando el agua se presenta clara contiene trazas de hidrocarburos.

En vertientes de agua de la Serranía donde no existen pozos petroleros se ha detectado hidrocarburos; esto puede atribuirse a los trabajos de exploración que se realizaron y si existió un flujo natural se aumentó por las perforaciones realizadas

provocando la alteración de flujos subterráneos, esta contaminación merece mucha atención puesto que se trata de fuentes de con mayor caudal permanente y corresponden a las fuentes de agua que utiliza la población agricultora de Tarairí para consumo y riego; mientras que Villa Montes la utiliza para consumo humano. Los impactos acerca de esta contaminación no es visible por las personas y el pronunciamiento general es en el sentido del riesgo de contaminación por los trabajos en el Aguaragüe.

En el segundo semestre del 2001 se confirma que las aguas situadas al pie de la Serranía Aguaragüe con influencia a los distritos rurales del municipio Villa Montes están contaminadas con hidrocarburos, correspondiendo la mayor contaminación en la época de las primeras lluvias.

Los resultados expresados en miligramos de hidrocarburos totales de petróleo por litro de agua (mgTPH/l), tienen el siguiente orden: río Tarairí (2.88 mg/l), río Caigua (2.65 mg/l), río Ipa (2.25 mg/l), río Camatindi (0.89 mg/l), río Tampinta (0,43 mg/l), quebrada Los Monos (0.26 mg/l).

Para dar una mejor apreciación del significado de las cifras se toma como ejemplo el caso del río Tarairí, el mismo cuando tiene un caudal de 70 l/s, representa que por día recorren 17.4 Kg de hidrocarburos diseminados en el río que equivale a 6,3 toneladas de hidrocarburos por año.

Villa Montes se constituye una zona de riesgo de su entorno ambiental si no se realizan medidas racionales de mitigación inmediatas, al irse acumulando la contaminación en los suelos desde el pie de monte hasta las llanuras del chaco que constituyen verdaderos filtros, así por la contaminación de aguas en forma acumulativa puede dañar la salud humana.

Los trabajos petroleros constituyen un riesgo a la población por el potencial que representa de contaminación de las aguas, por el momento son de efecto acumulativo no muy notorios pero que a largo plazo pueden presentar efectos adversos a la agropecuaria y la salud humana. (Mamani W., 2002).

1.2.3. Evaluación de la Calidad del Agua Potable de la Ciudad de Entre Ríos Porcentajes de Coliformes Totales y Fecales del Rio Trancas

El estudio realizado en la Localidad de Entre Ríos se llevó a cabo un análisis de las aguas crudas del Rio Trancas que contienen una alta concentración de coliformes totales con un resultado de 460 NMP/100 ml y en menor cantidad las coliformes fecales con un resultado de 93 NMP/100 ml, a diferencia de un agua tratada como exige la Norma Boliviana NB 512 de requisitos para agua potable, es que el límite permisible debe de ser menor a 2 NMP/100 ml, para coliformes totales y fecales. Pero tratándose de un agua cruda de un curso superficial de agua, la ley 1333 en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), En clasificación de los cuerpos de aguas según su uso, se clasifican en A, B, C, D, que según el Anexo A-1 de valores máximos admisibles de parámetros en cuerpos receptores: Las aguas del Rio Trancas son de clase B por los resultados de la concentración bacteriológica, que para ser de Clase A se requiere que la presencia bacteriológica debe de ser menor a 50 NMP/100ml y las de Clase B debe de ser menor a 1000 NMP/100ml. Considerando que la muestra fue tomada en la época de estiaje y el caudal del Rio Trancas se encuentra críticamente reducido en comparación de las otras épocas del año. Por lo que se determina que hay mayor concentración microbiológica y que es un agua susceptible de producir daños a salud de la población consumidora, sin previo tratamiento. (Tesis de grado, Altamirano J., 2013).

1.3. MARCO LEGAL

1.3.1. Ley de Medio Ambiente N° 1333 (27 de abril de 1992)

Art. 1.- La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

1.3.1.1. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica

ARTICULO 1º. La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1992 en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del desarrollo sostenible.

ARTICULO 2º. El presente reglamento se aplicará a toda persona natural o colectiva, pública o privada, cuyas actividades industriales, comerciales, agropecuarias, domésticas, recreativas y otras, puedan causar contaminación de cualquier recurso hídrico.

Capítulo III De La Clasificación De Cuerpos De Aguas

ARTICULO 4º. La clasificación de los cuerpos de agua, según las clases señaladas en el Cuadro N° 1 - Anexo A del presente reglamento, basada en su aptitud de uso y de acuerdo con las políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, será determinada por el MDSMA. Para ello, las instancias ambientales dependientes del prefecto deberán proponer una clasificación, adjuntando la documentación suficiente para comprobar la pertinencia de dicha clasificación. Esta documentación contendrá como mínimo: Análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos los parámetros básicos, fotografías que documenten el uso actual del cuerpo receptor, investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas, condiciones biológicas, estudio de las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a la cantidad y calidad de las descargas.

Esta clasificación general de cuerpos de agua; en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

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.

En caso de que la clasificación de un cuerpo de agua afecte la viabilidad económica de un establecimiento, el Representante Legal de éste podrá apelar dicha clasificación ante la autoridad ambiental competente, previa presentación del respectivo análisis costo - beneficio.

1.3.2. Norma Boliviana NB 495: Agua Potable –Definiciones y Terminología.- Primera Revisión Agua Potable

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece las definiciones y términos empleados en las normas sobre agua potable, sistemas de abastecimiento de agua, muestreo y análisis de laboratorio.

REFERENCIAS

NB 512 Agua Potable - Requisitos

NB 496 Agua Potable - Toma de muestras

DEFINICIONES

Acidez

Capacidad del agua para neutralizar bases.

Agua (H₂O)

Compuesto químico formado por la combinación de dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno.

Agua para consumo humano

Agua que cumple con los requisitos de la norma NB 512. También se denomina agua potable.

Alcalinidad

Capacidad del agua para neutralizar ácidos.

1.3.3. Norma Boliviana 496:2005 Agua potable - Toma de muestras (Primera revisión)**Introducción**

La determinación de los parámetros físicos-químicos, bacteriológicos y radiológicos de caracterización del agua potable, son esenciales para el control de la calidad y permiten garantizar la salud pública. La actividad de muestreo y las frecuencias de control, deben ser confiables y representativas, siendo una de las etapas más importantes dentro del proceso de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

Objeto

Esta norma establece las condiciones y frecuencias necesarias para llevar a cabo el muestreo representativo de agua potable para ser sometida a análisis físicos, químicos, bacteriológicos y radiológicos y determinar su calidad.

Campo de Aplicación

El campo de aplicación de esta norma comprende los sistemas de agua potable en los cuales se realizara el muestreo para la caracterización, el control y la vigilancia de la calidad del agua potable.

1.3.4. Norma Boliviana NB 512: Calidad De Agua Potable Para Consumo Humano – Requisitos 2004

Introducción

La calidad del agua con destino al consumo humano tiene implicaciones importantes sobre los aspectos sociales y económicos que actúan indirectamente sobre el desarrollo de un país. Caracterizar la calidad a través de la definición de los límites permisibles de los parámetros físico-químicos y microbiológicos es fundamental para garantizar la salud pública. La estructura de la norma toma en consideración la importancia sanitaria de los parámetros a analizar, la calidad y la sensibilidad de las fuentes utilizadas para la producción de agua para consumo humano.

Los objetivos de esta norma son:

- a). Garantizar la salud de los consumidores: Los parámetros y sus niveles, que representan un peligro para la salud, son perfectamente conocidos y las exigencias asociadas para la protección del consumidor, están bien definidas.
- b). Ser factibles en el contexto del país: Las recomendaciones se adecuan lo más posible con la situación existente en los laboratorios y en las empresas prestadoras de servicios de agua y alcantarillado, sin poner en riesgo la salud humana.
- c). Ser adaptables: Existen diferencias naturales y socioeconómicas entre los departamentos y las ciudades de Bolivia. Por eso es necesario dar flexibilidad y gradualidad en los requisitos, para permitir una adaptación a las condiciones locales, sin que ello implique poner en riesgo la salud humana.

Objeto

Esta norma establece los valores máximos aceptable de calidad de agua abastecida, con destino al uso y consumo humano y las modalidades de aplicación y control.

Campo De Aplicación

Esta norma se aplica a todas las aguas abastecidas con destino al uso y consumo humano, a excepción de las aguas mineros medicinales.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

2.1.1. Localización

La comunidad de San Alberto se encuentra ubicado en el distrito uno, a una distancia de 20 km en la zona sur del municipio de Caraparí.

El municipio de Caraparí, se encuentra en la Segunda Sección de la Provincia Gran Chaco del departamento de Tarija, la cual se encuentra ubicado al sur – oeste del departamento de Tarija, entre las coordenadas de 21° 10' 39'' a 22° 19' 58'' de latitud sur y los meridianos 63° 33' 34'' a 64° 18' 24'' de longitud oeste con una altitud mínima de 429 msnm, altura máxima de 2145 msnm y una altura media de 1004.7 msnm. (PDM de Carapari, 2012).



Fuente: Google Eart, 2016.

2.1.2. Ubicación de la Fuente de Agua

La fuente de captación de agua en la comunidad de San Alberto se realiza de una vertiente, el cual se encuentra ubicado al sur oeste de esta comunidad a 500 m de la Planta de Gas San Alberto, con las siguientes coordenadas:

X: 63°51'11.36" O

Y: 21°54'19.43" S



Fuente: Elaboración propia, 2016. **Caja recolectora**

2.1.3. Características Físico Naturales del Área de Estudio

Las características físico naturales que presenta el área de influencia son las que se presenta a continuación.

2.1.3.1. Fisiografía

El caso del departamento de Tarija, en general tiene como características fisiográficas a montañas altas con cimas agudas, cimas convexas, valles altos de la cordillera oriental, valles fluviolacustres erosionados ubicados esencialmente al oeste del departamento y la zona central (provincias O'Connor y Arce) que tienen sus características similares a los del Municipio de Caraparí, forman parte en mayor

proporción de la sub provincia fisiográfica denominada Subandino sur, ubicada entre la cordillera sur y llanuras del Chaco.

La provincia Subandino sur, tiene un rumbo general noreste y suroeste. Esta unidad fisiográfica se halla formada por serranías paralelas que coinciden con grandes alineamientos anticlinales alargados, asimétricos, con uno de sus flancos más tendidos que los otros, dando lugar a una morfología de “cuestas”. En medio de estos cordones hay valles secos y húmedos sinclinales angostos y anchos con depósitos coluvio – aluviales; en este ámbito fisiográfico se desarrolla todas las actividades económicas existentes del Municipio, además de que ahora en las serranías anticlinales constituyen importantes estructuras petrolíferas como son los bloques: San Alberto, San Antonio e Itau, todas ubicadas en la jurisdicción del municipio de Caraparí. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.2. Altitudes

Caraparí se ubica a una altitud promedio de 850 m.s.n.m. El distrito que tiene una mayor altura promedio es el cinco (5), ubicado al noroeste del municipio y caracterizado por las comunidades de Iñiguazu, Agua Blanca e Itauí. Por otro lado, el distrito de una menor altura promedio corresponde al cuatro (4), el mismo que está caracterizado por las comunidades de Zapatera y Boyuy. A continuación en el cuadro se puede observar las alturas promedio de cada distrito del municipio de Caraparí, donde se observa que las alturas sobre el nivel del mar del municipio varían en el rango 745 a 961; es decir, una amplitud del intervalo de 216 m.s.n.m. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.3. Clima

El Sector Sur del municipio de Carapari (San Alberto, Loma Alta, Sauzalito, Chirimollar, Aguarendita, Itaperenda y Molino Viejo), es caracterizado como Chaco Alto Húmedo, el clima es cálido semihúmedo y húmedo, con lluvias anuales mayores a 1000 mm, y tienen la influencia de la sub cuenca del río Itau y Tarija. Es

una de la zona más lluviosa del departamento, por tanto es un potencial para reserva biológica y fuente de agua dulce. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.4. Precipitación

El período lluvioso se extiende entre los meses de noviembre a marzo con el 85% de las precipitaciones anuales con lluvias de hasta 230 mm, mientras que durante los meses de junio a agosto, la precipitación es escasa o nula. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.5. Vientos

La mayor parte del año, los vientos predominantes son del cuadrante Norte y del Sur. La excepción a esta tendencia son los vientos del Sur y sureste que ocurren durante los meses de invierno, aportando un frente de aire frío y húmedo (surazo) los que, empujados por masas de aire polar, pueden alcanzar velocidades de 30 a 40 km/hora. Estos vientos permanecen en áreas reducidas y por períodos cortos de tiempo (3 a 4 días) por que luego son desplazados por los vientos cálidos del Norte. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.6. Heladas

Las temperaturas que se registran durante el año no muestran periodos de mucho peligro de heladas, lo que permite hacer una amplia selección de cultivos resistentes a las bajas temperaturas (en los meses de junio – julio); sin embargo, las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio, julio y fundamentalmente el mes de agosto, en los que en algunos años se producen heladas que perjudican a cultivos de invierno (hortalizas). Este fenómeno afecta principalmente el valle central del municipio, además esta zona es de mayor potencial agrícola, este fenómeno afecta en los rendimientos de los cultivos. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.7. Recursos Hídricos

En el Municipio de Caraparí, se identifican 6 cursos de agua importantes en la zona de influencia, que son por el Norte: río Chiquiaca, río San Nicolás, río Itaú y río Caraparí, asimismo por el Sur: quebrada Cabeza Colgada y río Bereti.

El Río Carapari nace en la serranía Aguarague, tomando en consideración la cuenca hasta su ingreso a territorio argentino en las proximidades de los Ranchos Vista Alegre y Colodro. Entre sus afluentes más importantes se encuentran los ríos: Mamay, Chorro, Yacuiba y San Alberto.

Los cursos de agua superficial que se originan en los sectores altos de la Serranía de San Alberto (donde las precipitaciones anuales superan los 1.200 mm) transporta en época de verano caudales considerables de agua, que al ingresar a los llanos generan ríos y/o arroyos, los mismos en época de invierno, debido a la disminución en aporte de agua en cabecera, se transforman en cauces semipermanentes o cauces secos. A su vez son numerosos los cauces menores que tienen sus cabeceras en la serranía San Alberto y que alimentan los dos principales ríos de la zona el río Itaú al Oeste de la serranía y el río Carapari al este de la serranía.

Los ríos del municipio de Carapari forman parte de la subcuenta de los ríos Bermejo, cuyas aguas nacen en el territorio de Carapari cuyo detalle de afluentes se muestra en el siguiente Cuadro.

CUADRO 1

Subcuencas Hidrográficas

Subcuenca	Afluentes Primarios	Afluentes Secundarios
Ríos Bermejo – Tarija	Río Chiquiacá	Río San Bartolo Río Negro
	Río San Nicolás	
	Río Itau	Río Las Sidras Río Blanco Río Negro Río Hice Río Los Ranchos
	Río Carapari	Río San Alberto Río Saladillo
Río Pilcomayo	Río Isiri	Río Pirarenda Río Timboi Río Capiazuti Río Bereti
	Ríos Palos Blancos	Río Carahuatarendá Qda. Cbza Colgada

Fuente: PDM Carapari; 2012.

2.1.3.8. Vegetación

La vegetación que se desarrolla en la Sección corresponde a tres grandes Fito formaciones, la formación con bosque xerofítico montano, formación con bosque semidesiduo montano y bosque montano de transición.

El bosque montano de transición, se encuentra en el área de San Alberto, Agua Blanca, Iñiguazu e Itau, que vienen a ser una transición con la formación de bosque semihúmedo de serranía o piso intermedio a bajo, al tener un clima templado, cálido semihúmedo a húmedo con precipitaciones que oscilan entre 800 a 1000 mm anuales, la asociación climática de esta formación en su estado original, es un bosque latifoliado mixto, con unas 26 especies que pueden perder sus hojas durante los meses más secos y fríos formándose bosques altos con dos a tres estratos de sotobosque. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.9. Recurso Suelo

Los suelos son bien drenados a moderadamente drenados, no muestran problemas de erosión hídrica significativa.

La textura en los horizontes superiores es franco arenoso a franco arcilloso y en las inferiores franco arcillo arenosa a arcillosa, en todo el perfil no se nota presencia de carbonatos de calcio libre, la porosidad varía de frecuente a poco frecuente con predominancia de poros finos.

El color que caracteriza a estos suelos en seco, varía de pardo a pardo claro y rojizo en los horizontes superiores y de pardo rojizo a pardo amarillento en los inferiores.

La actividad biológica es buena en los horizontes superiores y disminuye con la profundidad. La distribución de las raíces varía de abundantes, comunes a pocas. Por su contenido bajo de sales estos suelos son considerados como normales. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.10. Principales Riesgos Ambientales

Evaluando la acción antrópica sobre los ecosistemas de la sección se puede observar que los efectos más adversos se asientan sobre los elementos bióticos del sistema, la fauna es la que más efectos ha tenido debido al crecimiento de los asentamientos humanos y la fuerte presión de consumo, esto ha afectado a su composición, diversidad y estabilidad reproductiva, situación similar ocurre con la flora debido al aprovechamiento irracional a la que es sometida.

Según los comunarios “las empresas están destruyendo severamente los recursos naturales por medio del aflojamiento de tierras como efecto de la exploración, la apertura de sendas, caminos carreteros, la eliminación de residuos desconocidos y expulsión de basura de toda clase, lavado de vehículos de diversos tamaños en los ríos, contaminando las aguas, el ruido, la quema permanente de gas, etc. no hay autoridad que ejerza control al respecto, peor sancionar.

Sin embargo, cada empresa cuenta con un plan medio ambiental que debe ser ejecutado en todas sus áreas de trabajo y supervisado efectivamente por los personeros del Viceministerio de Hidrocarburos. (PDM de Carapari, 2012).

2.1.3.11. Recursos Mineralógicos y Petrolíferos

Por otra parte, el trabajo geológico y sísmico realizado por YPFB, y empresas extranjeras en las serranías de Aguaragüe, muestra como antecedente sobre los recursos petrolíferos, que en 1.966 fue explorado el campo San Alberto, desde entonces se ha explotado, hasta su agotación, posteriormente, por medio de nuevas exploraciones (X-9) en 1990, se encontraron nuevas reservas de gas, alrededor de un trillón de pies cúbicos y 28 millones de barriles de petróleo. En 1.998 en el pozo X-10, se estima que se tiene reservas superiores a 2,5 millones de pies cúbicos. Junto a ello los pozos X-11 y X-12, estiman producir 6.600.000 m³, durante 18 años y 4.300 barriles de petróleo día incluido (c-5) gasolina.

La existencia del petróleo en las serranías de Aguaragüe - de acuerdo a las crónicas escritas por españoles- ya era conocido por nativos que utilizaban como

medicamentos y mecheros, hoy en día se extraen mediante el uso de tecnología sofisticada con empresas extranjeras, volúmenes altos las que se han puesto en venta al mercado brasileño, esto coloca a Bolivia y en particular a Tarija en una situación inmejorable como proveedor durante 20 años (se estima que Tarija, tiene reservas de petróleo en el orden de los 1600 millones de barriles), que debe beneficiar primero a los habitantes de Caraparí, otras comunas y como consecuencia a Tarija y Bolivia, bajo los principios de unidad, respeto y manejo transparente de los ingresos por la venta de estos recursos no renovables (agotables) velando la conservación de la biodiversidad en beneficio de las futuras generaciones. (PDM de Carapari, 2012).

2.2. MATERIALES

Los materiales que se han utilizado para la elaboración de la encuesta, muestreo de agua y trabajo de gabinete son los siguientes:

- Computadora
- Modem
- Libreta y bolígrafo
- Tablero
- Equipo de protección personal (Epp).
- Cámara fotográfica
- Algodón
- Pinza esterilizada
- Alcohol
- Encendedor
- Botella de vidrio de 200 ml
- Conservadora

2.3. METODOLOGIA

El presente trabajo de tesis se ha llevado a cabo en la comunidad de San Alberto con la finalidad de determinar la calidad del agua a través de un análisis físico químico y biológico y de esta manera proponer un proceso de potabilización adecuado del agua en la comunidad.

La metodología utilizada en el desarrollo del trabajo de investigación se basó a través del método de análisis para llevar a cabo los análisis físicos, químicos y biológicos del agua en el laboratorio de YACULAB S.R.L. y de esta manera determinar la calidad del agua que tiene la comunidad de San Alberto. Por otra parte se ha utilizado el método estadístico para realizar la interpretación de los resultados obtenidos de las encuestas efectuadas a la comunidad y la interpretación de los resultados de los análisis físicos, químicos, biológicos del agua y por último se utilizó el método comparativo lo que me ha permitido realizar la comparación de los resultados del análisis físico, químico y biológico del agua con los parámetros estipulados según la Norma Boliviana 512, logrando de esta manera identificar los parámetros que se encuentran fuera de rango a fin de determinar la calidad del agua que tiene la comunidad de San Alberto.

2.3.1. Técnica Empleada en el Trabajo de Investigación

La técnica que se utilizó con el objetivo de apoyar al desarrollo de la tesis es la “Técnica de las Encuestas” se ha empleado esta técnica con el fin de recabar información primaria acerca de la opinión personal que tienen los comunarios sobre la calidad del agua que consumen en la comunidad y de esta manera continuar con el respectivo análisis del agua. Así mismo para la técnica de las encuestas se planteó realizar las “Preguntas Cerradas” por tener la facilidad de comprensión a los encuestados y su factibilidad en el respectivo análisis.

Previamente se ha delimitado las preguntas para realizar la estructura de la encuesta. Las encuestas fueron realizadas en fecha 20 y 21 de agosto del presente, donde se ha

identificado a 40 de las 184 familias para ejecutar la encuesta en la comunidad de San Alberto.

Después de haber realizado las encuestas a los comunarios, se ha procedido a elaborar el análisis estadístico a cerca de los resultados obtenidos de las encuestas.

2.3.2. Parámetros considerados para el Análisis Físico, Químico y Biológico

Para determinar la calidad del agua en la comunidad de San Alberto, se ha procedido a realizar un muestreo de agua y posteriormente hacer un análisis físico, químico y biológico en laboratorio de Yaculab tomando en cuenta los parámetros de acuerdo a la Norma Boliviana 512:

CUADRO 2

PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS		
PARÁMETROS	UNIDAD	LÍMITES DE NB 512
OLOR	----	INODORA
SABOR	----	INCIPIDA
COLOR	Pt Co	15.0
pH	----	6.5 - 9.0
TEMPERATURA	°C	+/- 5 °C
COBRE	mg / lt	1.0
MANGANEZO	mg / lt	0.1
ALUMINIO	mg / lt	0.2
BARIO	mg / lt	0.7
MERCURIO	mg / lt	0.001
FLUORURO	mg / lt	0.6 – 0.8
NITRATOS	mg / lt	45.0
NITRITOS	mg / lt	0.1
SULFATOS	mg / lt	400
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg / lt	1000
CLORUROS	mg / lt	250
HIERRO TOTAL	mg / lt	0.3
TURBIEDAD	N. T. U	5.0

Fuente: Elaboración propia; 2016.

CUADRO 3

PARÁMETROS BACTEREOLÓGICOS	
PARÁMETRO	UNIDAD
RECuento DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES	NMP / 100 ml
RECuento DE BACTERIAS FECALES	NMP / 100 ml
COLOR RESIDUAL	mg/ lt

Fuente: Elaboración propia; 2016.

Una vez analizado los parámetros a tomarse en cuenta para el análisis físico, químico y biológico del agua, se ha procedido a contactar a la empresa de laboratorio YACULAB S.R.L para realizar los respectivos análisis. Posteriormente de haber concretado los servicios de laboratorio con la empresa se ha procedido a realizar la toma de muestra.

Para la identificación de los puntos de muestreo, se ha considerado que los grifos se han de uso permanente y que estén en perfectas condiciones de funcionamiento cumpliendo los criterios según norma.

2.3.3. Procedimiento de Muestreo del Agua

Para llevar adelante el muestreo de agua se basó fundamentalmente de acuerdo al procedimiento establecido en la norma boliviana (N.B) 496.

El proceso de muestreo se hizo en presencia de los técnicos de la Empresa de Laboratorio de YACULAB S.R.L. con la finalidad de obtener una mejor eficacia en todo el proceso de muestreo.

Las muestras han sido tomadas en tres puntos diferentes en la comunidad de San Alberto (1. Grifo del Sr. Basilio Chinchilla; 2. Grifo del Sr. Ivar Flores y 3. Grifo de la Sra. Máxima Martínez), posteriormente se ha realizado una mezcla de estas tres muestras para conformar una sola muestra que sea más representativa. A demás se ha realizado las primeras tres muestras a las 06:00 am y las otras tres muestras a las 18:00 pm del mismo día.

Envase. Se utilizaron envases de vidrio esterilizados, con tapa rosca de plástico y un capuchón de papel para lograr un mejor sellado del envase. (Ver anexos 2 de fotos).

2.3.3.1. Toma de las Muestras

Punto N° 1: Ensayo Bacteriológico y Físico químico tomado a Hrs: 06:30 AM y Hrs: 18:00 PM

✓ **Lugar:** Grifo del Sr. Basilio Chinchila

Coordenadas:

X: 63°49'54" O

Y: 21°54'75" S

✓ **Procedimiento:**

- Primeramente se ha procedido a hacer una limpieza del grifo, mediante una pinza y un algodón empapado con alcohol eliminando las adherencias o suciedades del mismo.
- Luego se ha procedido a esterilizar el grifo durante 1 min, con una llama proveniente de una torunda de algodón empapado con alcohol, con la ayuda de una pinza.
- Seguido de esto se realizó la purga de agua del grifo dejando correr el agua durante 2 min a fin de eliminar algunas impurezas del agua.
- Previo a la toma de la muestra, se enjuago el frasco de vidrio tres veces con el agua a muestrear, luego se coloca bajo el chorro de agua para llenar 200 ml de muestra, inmediatamente se ha procedido a cerrar el frasco con la tapa y el capuchón protector.
- Una vez tomada la muestra, se ha realizado la identificación de la muestra donde se ha considerado los siguientes datos:

CUADRO 4

FORMULARIO DE MUESTREO OBTENIDO DEL GRIFO DEL SR. BASILIO CHINCHILA	
CODIGO DE LA MUESTRA	Muestra N° 1
FECHA	29/08/16
HORA	
COMUNIDAD	San Alberto
DIRECCION DEL PUNTO DE MUESTREO	Grifo del Sr. Basilio Chinchila
ENVASE EMPLEADO EN EL MUESTREO	Frasco de vidrio esterilizado
VOLUMEN DE LA MUESTRA	200 ml
CROQUIS DEL LUGAR	
	
RESPONSABLE DE MUESTREO	Kiara Aguirre Muñoz

Fuente: Elaboración propia; 2016.

- Finalmente se coloca la muestra identificada en una conservadora con hielo y se entrega al técnico de YACULAB S.R.L para su posterior transporte a laboratorio de su empresa ubicada en la ciudad de Yacuiba.

Punto N° 2: Ensayo Bacteriológico y Físico químico tomado a Hrs: 06:30 AM y Hrs: 18:00 PM

✓ **Lugar:** Grifo del Sr. Ivar Flores

Coordenadas:

X: 63°48'48.81" O

Y: 21°54'25.88" S

Procedimiento:

- Inicialmente se realizó una limpieza del grifo, mediante una pinza y un algodón empapado con alcohol eliminando las adherencias o suciedades del mismo.
- Posteriormente se ha procedido a esterilizar el grifo durante 1 min, con una llama proveniente de una torunda de algodón empapado con alcohol, con la ayuda de una pinza.
- Seguido de esto se realizó la purga de agua del grifo dejando correr el agua durante 2 min a fin de eliminar algunas impurezas del agua.
- Antes de la toma de la muestra, se enjuago el frasco de vidrio tres veces con el agua a muestrear, luego se toma 200 ml de muestra, inmediatamente se ha procedido a cerrar el frasco con la tapa y el capuchón protector.
- Una vez tomada la muestra, se ha realizado la identificación de la muestra donde se ha considerado los siguientes datos:

CUADRO 5

FORMULARIO DE MUESTREO OBTENIDO DEL GRIFO DEL SR. IVAR FLORES	
CODIGO DE LA MUESTRA	Muestra N° 2
FECHA	29/08/16
HORA	
COMUNIDAD	San Alberto
DIRECCION DEL PUNTO DE MUESTREO	Grifo del Sr. Ivar Flores
ENVASE EMPLEADO EN EL MUESTREO	Frasco de vidrio esterilizado
VOLUMEN DE LA MUESTRA	200 ml
CROQUIS DEL LUGAR	
	
RESPONSABLE DE MUESTREO	Kiara Aguirre Muñoz

Fuente: Elaboración propia; 2016.

- Una vez identificada la muestra se coloca en una conservadora con hielo y se entrega al técnico de YACULAB S.R.L para su posterior transporte a laboratorio de su empresa ubicada en la ciudad de Yacuiba.

Punto N° 3: Ensayo Bacteriológico y Físico químico tomado a Hrs: 06:30 AM y Hrs: 18:00 PM

Lugar: Grifo de la Sra. Máxima Martínez

Coordenadas:


X: 63°48'17.49" O

Y: 21°54'34.94" S

Procedimiento:

- Primeramente se realizó una limpieza del grifo, mediante una pinza y un algodón empapado con alcohol eliminando las adherencias o suciedades del mismo.
- Luego se ha procedido a esterilizar el grifo durante 1 min, con una llama proveniente de una torunda de algodón empapado con alcohol, con la ayuda de una pinza.
- Continuando a esto se realizó la purga de agua del grifo dejando correr el agua durante 2 min a fin de eliminar algunas impurezas del agua.
- Rápidamente se enjuago el frasco de vidrio tres veces con el agua a muestrear, luego se toma 200 ml de muestra, inmediatamente se ha procedido a cerrar el frasco con la tapa y el capuchón protector.
- Después de haber obtenido la muestra, se ha procedido a la identificación de la muestra donde se ha considerado los siguientes datos:

CUADRO 6

FORMULARIO DE MUESTREO OBTENIDO DEL GRIFO DE LA SRA. MÁXIMA MARTÍNEZ			
CODIGO DE LA MUESTRA	Muestra N° 3		
FECHA	29/08/16		
HORA			
COMUNIDAD	San Alberto		
DIRECCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	Grifo de la Sra. Máxima Martínez		
ENVASE EMPLEADO EN EL MUESTREO	Frasco de vidrio esterilizado		
VOLUMEN DE LA MUESTRA	200 ml		
CROQUIS DEL LUGAR			
			
RESPONSABLE DE MUESTREO	Kiara Aguirre Muñoz		

Fuente: Elaboración propia; 2016.

- Una vez identificada la muestra se coloca en una conservadora con hielo y se entrega al técnico de YACULAB S.R.L para su posterior transporte a laboratorio de su empresa ubicada en la ciudad de Yacuiba.

En el proceso de análisis en laboratorio, los técnicos han realizado la unión de las tres muestras tomadas en la mañana (punto 1 + punto 2 + punto 3) conformando una sola muestra y de la misma manera se procedió a unir las tres muestras realizadas en la tarde (punto 4 + punto 5 + punto 6); obteniendo como resultado 2 muestras representativas, una de la mañana y otra de la tarde para su posterior análisis físico, químico y biológico.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS

A continuación se presentan las encuestas realizadas a la comunidad obteniendo como resultado que todos los comunarios reciben el beneficio del servicio de agua potable y que el agua que se consume proviene de una vertiente natural. Los resultados de las Encuestas realizadas se detallan seguidamente a través de cuadros y graficas:

CUADRO 7

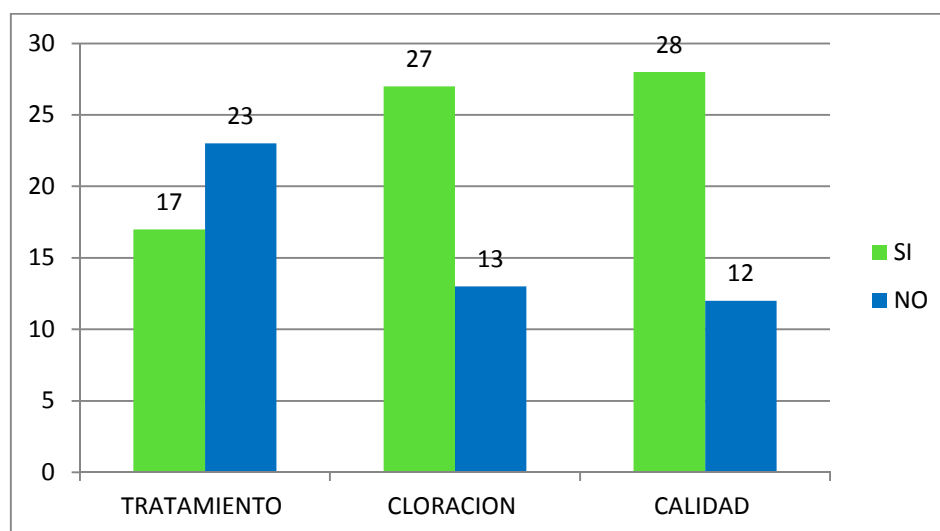
RESULTADO DEL TRATAMIENTO, LA CLORACIÓN Y SATISFACCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

RESPUESTAS	TRATAMIENTO	CLORACIÓN	CALIDAD
SI	17	27	28
NO	23	13	12

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 1

RESULTADO DEL TRATAMIENTO, LA CLORACIÓN Y SATISFACCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Del cuadro número 7 y la gráfica 1 podemos establecer que de la encuesta realizada, la mayoría de las personas no conocen el tratamiento que se realiza (23 fam.); sin embargo con respecto a la cloración del agua la mayoría de la población es decir (27 familias) hacen mención que si se realiza la cloración del agua; por otra parte con respecto a la calidad del agua (28 familias) manifiestan que el agua que se consume en la comunidad de San Alberto si es buena.

Analizando los resultados obtenidos establecemos una pequeña contradicción en la población encuestada con respecto a lo que manifiestan que la mayoría no conocen el tratamiento del agua, en relación a la pregunta sobre la cloración del agua donde la mayoría dicen que si hay cloración; esto puede deberse a una mala información que ellos manejan o bien a que ellos consideran como tratamiento a la administración y dotación del agua; sin embargo podemos mencionar conforme a resultados del análisis Físico, Químico no se realiza la cloración del agua. Por otra parte comparando la respuesta de calificación de tratamiento del agua la mayoría manifiesta que es malo.

En conclusión la población beneficiaria está relativamente conforme con la calidad del agua que consumen.

CUADRO 8

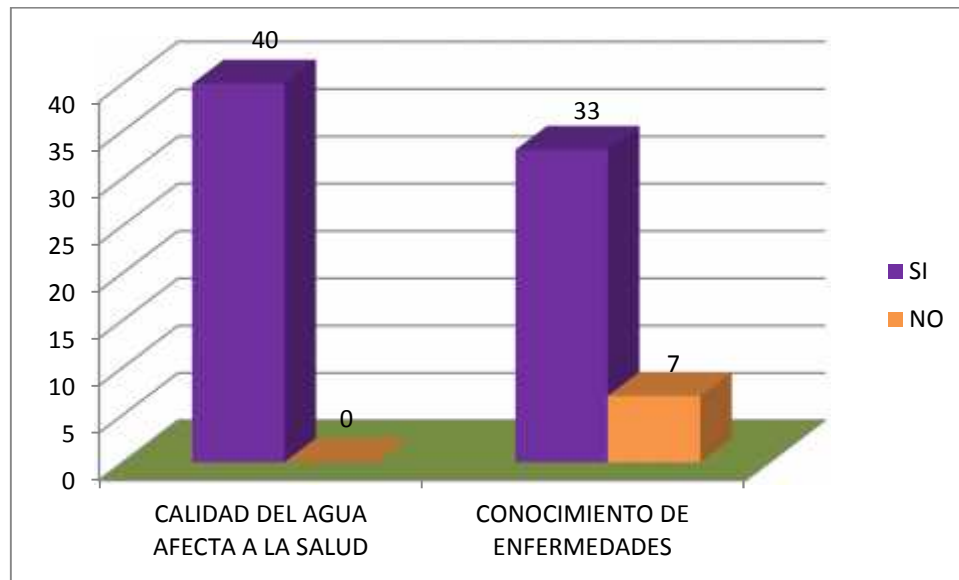
RESULTADO DE CONOCIMIENTO DE ENFERMEDADES QUE AFECTA LA SALUD HUMANA

RESPUESTA	CALIDAD DEL AGUA AFECTA A LA SALUD	CONOCIMIENTO DE ENFERMEDADES
SI	40	33
NO	0	7

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 2

RESULTADO DE CONOCIMIENTO DE ENFERMEDADES QUE AFECTA LA SALUD HUMANA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

En el cuadro 8 y la gráfica 2 podemos interpretar que la mayoría de los encuestados es decir las (40 familias) son conscientes de que la mala calidad del agua afecta a la salud humana, sin embargo con relación al conocimiento de enfermedades a causa del agua de consumo la mayoría de los encuestados es decir (33 familias) responden que si hubo varios casos de enfermedades a causa de este líquido elemento.

Analizando los resultados obtenidos entendemos que la población encuestada están conscientes de que una mala calidad del agua puede afectar a la salud humana y que con respecto al conocimiento de enfermedades donde la mayoría respondieron que si hubo enfermedades como ser la diarrea, infección, fiebre a causa de un agua de mala calidad; sin embargo conforme al resultado del análisis físico, químico se determina que el agua pese a que no se está clorando está dentro de los límites permisibles que establece la norma boliviana 512.

Si realizamos una comparación con el caso del reciente brote de Salmonella tiphymurium en Gideon, Missouri fue excepcional en el sentido de que las aguas

subterráneas no tratadas eran satisfactorias, pero que durante su almacenamiento fue contaminado por las heces de las palomas que vivían en su interior. Este brote afectó a más de 600 personas de los cuales 15 fueron hospitalizados y se atribuyeron cinco defunciones. (Según Autor: Carmen V.; 2004) citado en la revisión bibliográfica. Pero en la Comunidad de San Alberto según resultados bacteriológicos de bacterias coliformes totales y bacterias fecales dieron valores de 2,0 NMP/100ml, lo que significa que no contiene bacterias pese a que no se realiza el tratamiento del agua. Si bien el agua analizada está dentro de los parámetros de la N.B 512, esto no quiere decir que el control y mantenimiento se debe dejar a un lado, al contrario se requiere hacer un seguimiento permanente y continuo para mantener la calidad del agua de la comunidad y de esta manera evitar la alteración del agua para impedir enfermedades graves a causa de la misma.

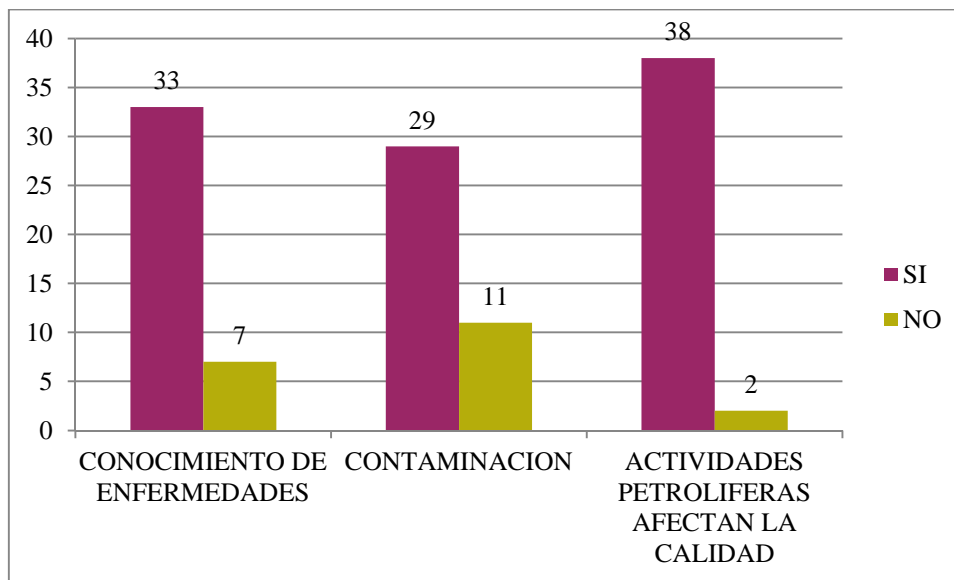
Se llegó a la conclusión de que la población de San Alberto está consciente de que si se bebe agua que contengan bacterias u otros microorganismos patógenos se podría contraer enfermedades como la disentería, infección estomacal, fiebre u vómitos peligrosos para la salud de las personas.

CUADRO 9
RESULTADO DE CONOCIMIENTO DE ENFERMEDADES Y
CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDADES PETROLERAS AFECTAN LA
CALIDAD DEL AGUA

RESPUESTA	CONOCIMIENTO DE ENFERMEDADES	CONTAMINACIÓN	ACTIVIDADES PETROLERAS AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA
SI	33	29	38
NO	7	11	2

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 3
RESULTADO DE CONOCIMIENTO DE ENFERMEDADES Y
CONTAMINACION POR ACTIVIDADES PETROLERAS AFECTAN LA
CALIDAD DEL AGUA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Interpretando el cuadro 9 y la gráfica 3 se puede observar que la mayoría de los encuestados es decir (33 familias) tienen conocimiento de las enfermedades a causa de la calidad del agua, sin embargo con respecto a la contaminación del agua la mayoría de los encuestados es decir (29 familias) creen que si hay contaminación, por otro lado la población en su mayoría es decir (38 familias) manifiestan que si se afecta la calidad del agua por las diferentes actividades petroleras que existe en dicha comunidad.

Analizando los resultados entendemos que la población tiene conocimiento de que una mala calidad del agua puede traer enfermedades graves a la salud de las personas si consumen la misma, y que a la vez la mala calidad se debe a la contaminación, con relación a que la contaminación del agua lo estaría ocasionando las actividades petroleras que se encuentran en la comunidad. Sin embargo haciendo énfasis en los

resultados obtenidos se determinó que el agua no tiene ningún parámetro fuera de rango de lo establecido según la N.B 512.

Haciendo una comparación con el Estudio de la Contaminación del Agua por Actividad Hidrocarburifera en Villa Montes; las aguas provenientes de la Serranía donde no existen pozos petroleros se ha detectado hidrocarburos; esto puede atribuirse a los trabajos de exploración que se realizaron y si existió un flujo natural se aumentó por las perforaciones realizadas provocando la alteración de flujos subterráneos, esta contaminación merece mucha atención puesto que se trata de fuentes de con mayor caudal permanente y corresponden a las fuentes de agua que utiliza la población agricultora de Tarairí para consumo y riego; mientras que Villa Montes la utiliza para consumo humano. Los impactos acerca de esta contaminación no es visible por las personas y el pronunciamiento general es en el sentido del riesgo de contaminación por los trabajos en el Aguaragüe. (Según autor: Walter M.; 2002). Sin embargo las intensas actividades petroleras realizadas desde hace años en la Comunidad de San Alberto y a través de los resultados obtenidos de los análisis físico químico nos indica que el agua no ha sido alterada.

Se llegó a la conclusión que los comunarios manifiestan que si existe contaminación del agua por actividades petroleras pero en los resultados obtenidos nos muestra que el agua presenta parámetros con valores dentro de lo establecido en la N.B 512.

CUADRO 10

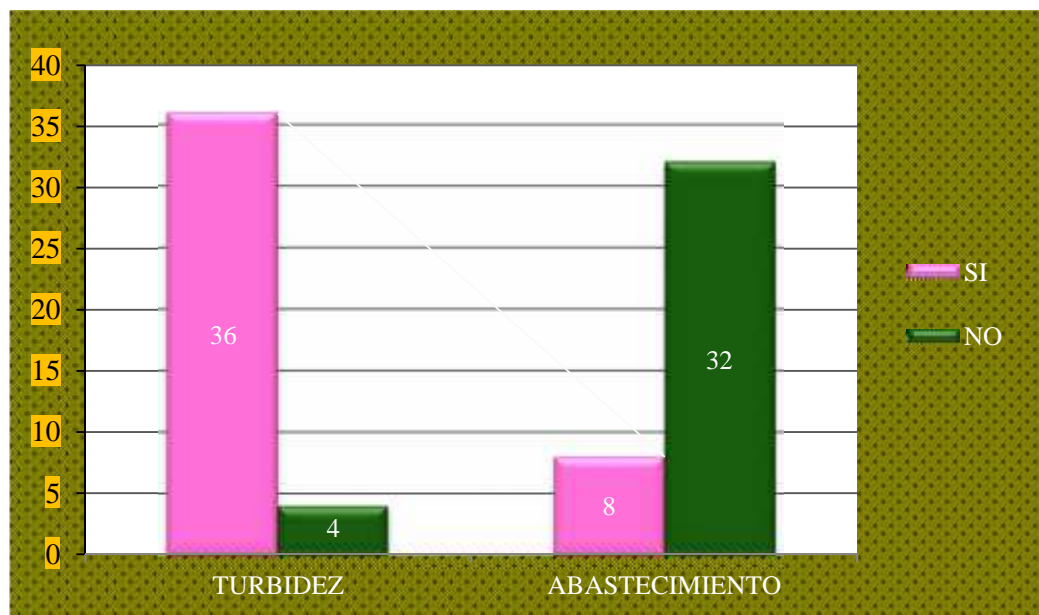
RESULTADO DE LA TURBIDEZ Y ABASTECIMIENTO DEL AGUA

RESPUESTA	TURBIDEZ	ABASTECIMIENTO
SI	36	8
NO	4	32

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 4

RESULTADO DE LA TURBIDEZ Y ABASTECIMIENTO DEL AGUA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Los resultados que se muestra en el cuadro 10 y la gráfica 4 nos indica que la población en su mayoría es decir (36 familias de las 40) manifiestan que en época de lluvias el agua presenta turbidez y por otra parte a cerca del abastecimiento del agua de consumo 32 familias de la comunidad responden que el agua no abastece para los beneficiarios. Además manifiestan que se dan cortes de agua mayormente en la estación de la primavera y de verano.

Haciendo un análisis de los resultados sobre la turbidez del agua en época de lluvias; esto se debe a que en la comunidad no existe ningún proceso de filtración ni sedimentación del agua, lo cual permite que en época de lluvias el agua se presente turbia, sin embargo los resultados obtenidos del análisis físico químico nos da un grado de turbidez dentro de los valores de la norma, debiéndose a que las muestras fueron tomadas en agosto que es en época de estiaje. Por otra parte mencionar que los cortes de agua que se manifiestan en primavera y verano se deben a que en estas épocas las aguas reduce su caudal, también por la mayor demanda que hay en la población por el aumento de las temperaturas en estas temporadas.

En conclusión, a raíz de que no existe un proceso de filtración y sedimentación que se realice al agua en la comunidad, esto permite que en épocas de lluvias el presente un grado de turbidez considerable.

CUADRO 11

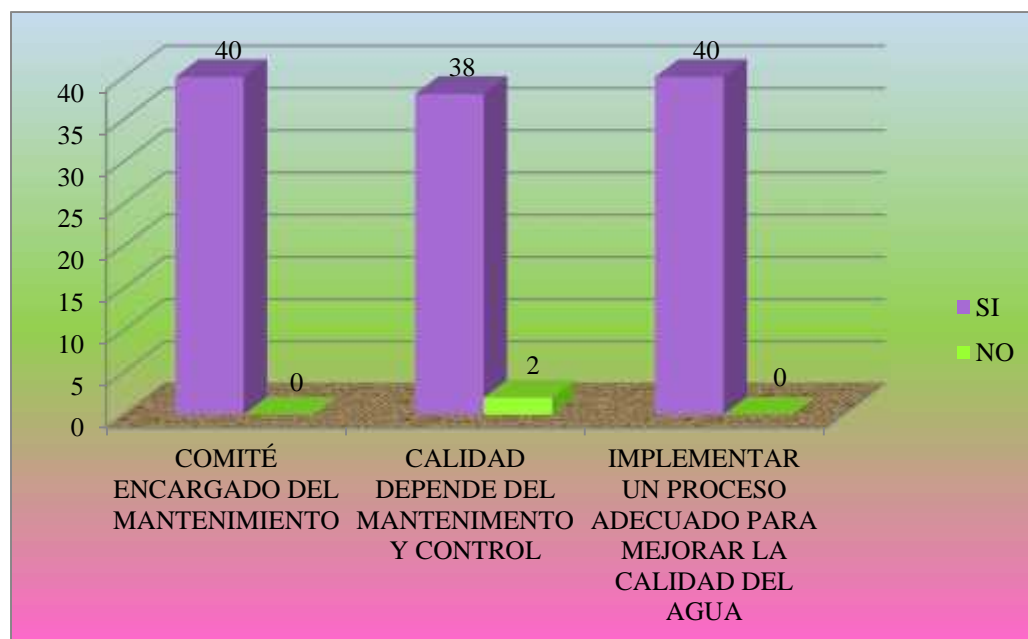
RESULTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEPENDE DEL CONTROL, MANTENIMIENTO QUE SE REALICE E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE POTABILIZACIÓN

RESPUESTA	COMITÉ ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO	CALIDAD DEPENDE DEL MANTENIMIENTO Y CONTROL	IMPLEMENTAR UN PROCESO ADECUADO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA
SI	40	38	40
NO	0	2	0

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 5

RESULTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEPENDE DEL CONTROL, MANTENIMIENTO QUE SE REALICE E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE POTABILIZACIÓN



Fuente: Elaboración propia; 2016.

De acuerdo a la interpretación del cuadro 11 y la gráfica 5 nos indica que la población en su totalidad manifiesta que si existe un comité encargado del control y mantenimiento del agua, y a la vez afirman que la calidad del agua está ligada al control y mantenimiento continuo. Por otro lado la población en su mayoría menciona que están totalmente de acuerdo en implementar un proceso de potabilización adecuada para mejorar la calidad del agua en la comunidad.

En conclusión se puede decir que la población en su mayoría esta consiente de que es necesario contar con un comité encargado del control y mantenimiento del agua y a si mismo mencionaron que es importante mejorar la calidad del agua de consumo humano a través de un proceso adecuado de potabilización.

3.2. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTEREOLÓGICO DEL AGUA

3.2.1. Resultados del Análisis Físico-Químico del Agua Muestreados a horas 06:30 AM Y 18:00 PM en la Red de Distribución

El muestreo del agua tomado en la mañana y en la tarde realizado con el propósito de encontrar una diferencia entre los resultados de los parámetros, muestreados en diferentes horarios; fueron enviados a Laboratorio de YACULAB S.R.L donde se llevó a cabo el análisis físico, químico del agua, por lo que se obtiene los resultados que a través de cuadros y gráficas, se explicara el cumplimiento de la Norma Boliviana 512 en relación a los valores obtenidos del respectivo análisis.

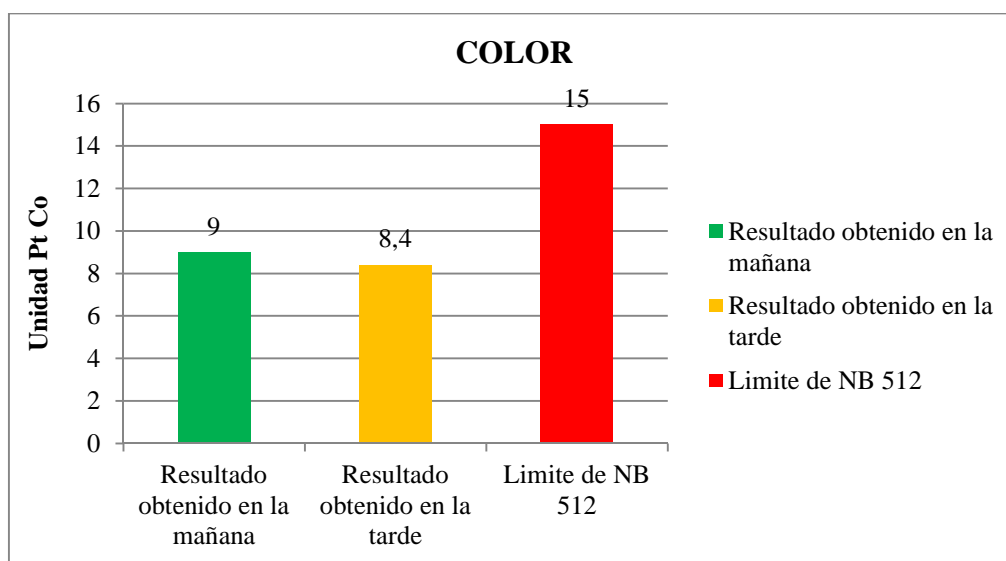
Los dos primeros parámetros que se encuentran en el informe otorgado por laboratorio nos indica como resultado que el agua respecto al olor es inodora y de sabor es insípida esto quiere decir que el agua está dentro de las características organolépticas que exige la Norma N.B 512 con relación a la calidad del agua. (Ver anexo 3). A continuación se detalla los resultados de cada uno de los parámetros del análisis físico químico:

CUADRO 12
RESULTADO DEL COLOR DEL AGUA

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Color	Pt Co	Espectrométrico	9	8,4	15	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 6
RESULTADO DEL COLOR DEL AGUA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

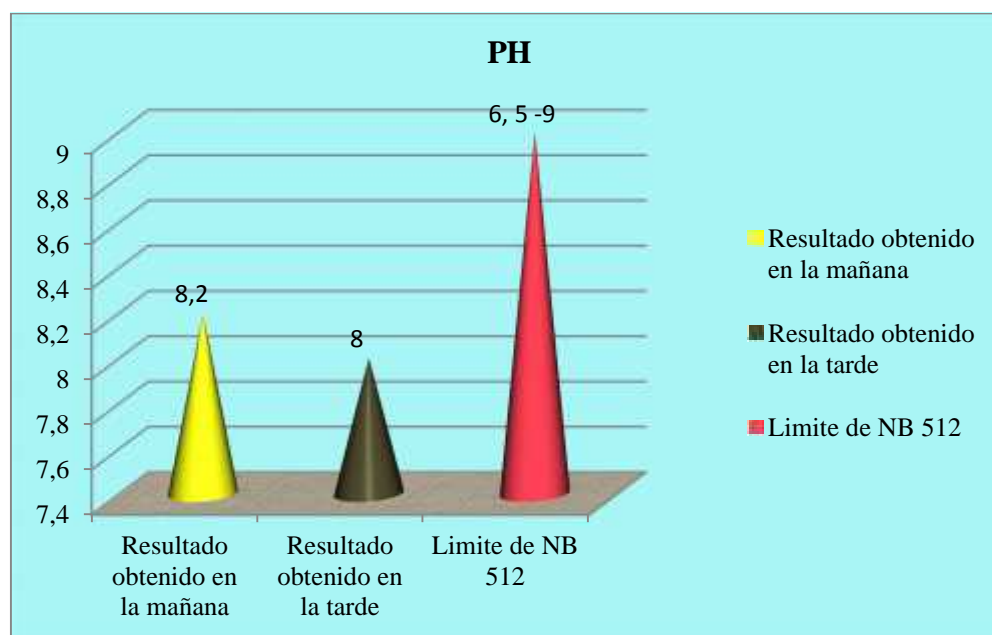
De acuerdo al cuadro 12 y la gráfica 6 se puede observar que se obtiene un resultado de la muestra de la mañana de 9 Pt Co y como resultado de la tarde 8,4 Pt Co. Lo que significa que los resultados del color del agua están dentro del rango (15Pt Co) establecido por la N.B 512.

CUADRO 13
RESULTADO DEL pH DEL AGUA

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
PH	-----	Potenciométrico	8,2	8	6,5 - 9	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 7
RESULTADO DEL PH DEL AGUA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

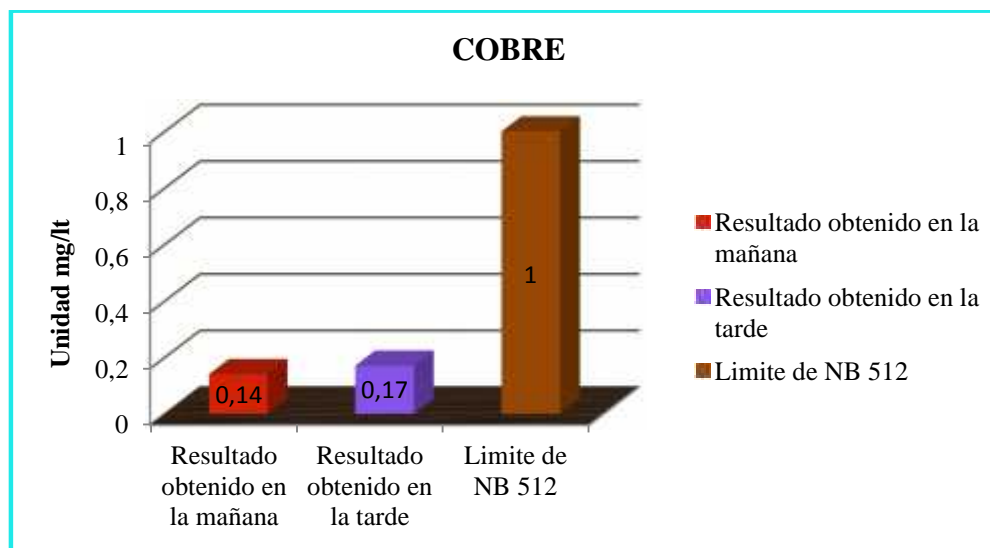
Según la interpretación del cuadro 13 y la gráfica 7 se distingue que el muestreo en la mañana nos da como resultado un Ph de 8,2 y el muestreo de la tarde un Ph de 8, tomando en cuenta que la N.B 512 nos exige un intervalo de 6,5 a 9; estos estarían dentro del rango que exige la norma. El resultado de la mañana tiene un Ph de 8,2 lo que se interpreta que el agua tiene un grado considerable de alcalinidad.

CUADRO 14
RESULTADO DEL COBRE

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Cobre	mg / lt	Absorción atómica	0,14	0,17	1	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 8
RESULTADO DEL COBRE



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Los resultados obtenidos del análisis del agua en relación al cobre nos dan un resultado de la muestra tomada en la mañana de 0,14 mg/lt y el de la tarde 0,17 mg/lt, comparando con la N.B 512 que tiene un límite de hasta 1 mg/lt. Lo que implica que los resultados están dentro del límite permisible según la norma. (Ver los resultados del cuadro 14 y la gráfica 8).

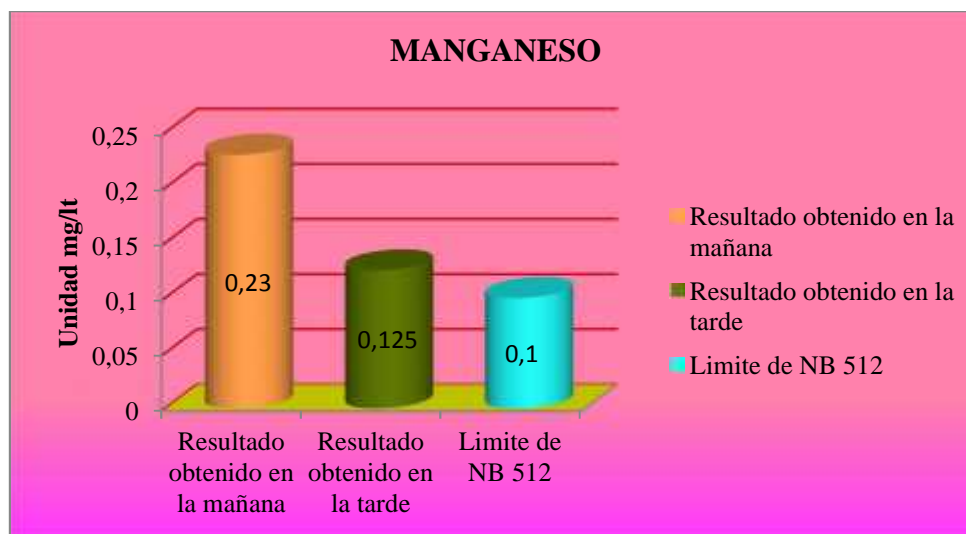
CUADRO 15
RESULTADO DEL MANGANESO

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Manganeso	mg / lt	Espectrométrico	0,23	0,125	0,1	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

En el cuadro 15 y la gráfica 9 podemos observar que los valores obtenidos de la mañana son igual a 0,23 mg/lt y el valor de la tarde es igual a 0,125 mg/lt; estos resultados sobrepasan los límites de la N.B 512 que es de 0,1 mg/lt. Tomando en cuenta que este parámetro influye en la coloración y la turbidez del agua se recomienda que a través del proceso de sedimentación y filtración se logre minimizar los valores del manganeso.

GRÁFICA 9
RESULTADO DEL MANGANESO



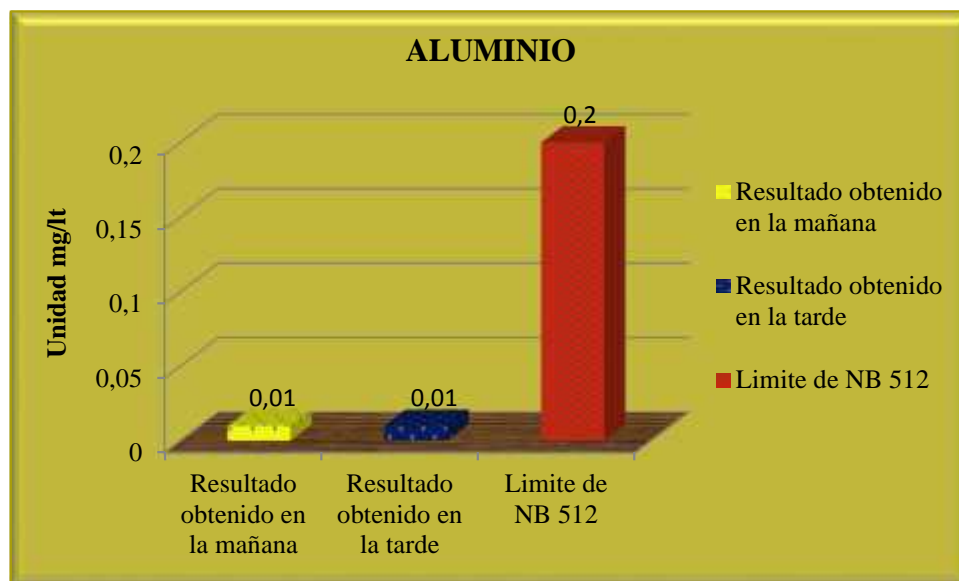
Fuente: Elaboración propia; 2016.

CUADRO 16
RESULTADO DEL ALUMINIO

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Aluminio	mg / lt	Espectrométrico	0,01	0,01	0,2	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 10
RESULTADO DEL ALUMINIO



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Los resultados obtenidos en laboratorio a cerca de la concentración de aluminio en el agua se obtienen un valor de 0,01 mg/lt tanto de la muestra de la mañana como de la tarde, por lo tanto se puede apreciar que estos resultados están dentro de los valores

establecidos por la norma boliviana 512. (Ver resultados del cuadro 16 y la gráfica 10).

CUADRO 17

RESULTADO DEL BARIO

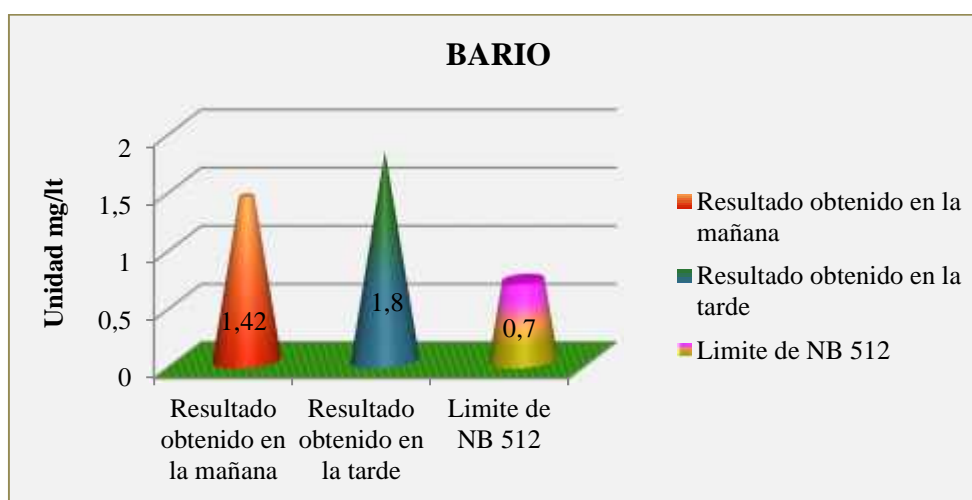
Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Bario	mg / lt	Espectrométrico	1,42	1,8	0,7	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

De acuerdo al cuadro 17 y la gráfica 11 se observa los resultados de la concentración del bario en el agua muestreado por la mañana nos da un valor de 1,42 mg /lt y el valor en la tarde 1,8 mg/lt; por lo que se determina que los resultados superan el valor de 0,7 mg/lt según norma. Por lo cual se recomienda que se deba realizar un proceso de sedimentación y filtración para reducir o minimizar su concentración en el agua.

GRÁFICA 11

RESULTADO DEL BARIO



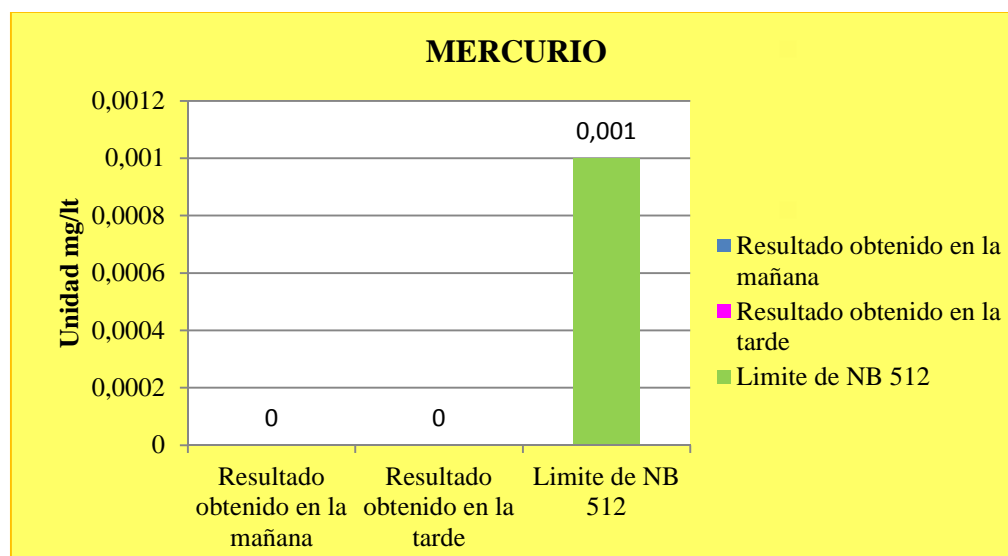
Fuente: Elaboración propia; 2016.

CUADRO 18
RESULTADO DEL MERCURIO

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Mercurio	mg / lt	Absorción atómica	0	0	0,001	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 12
RESULTADO DEL MERCURIO



Fuente: Elaboración propia; 2016.

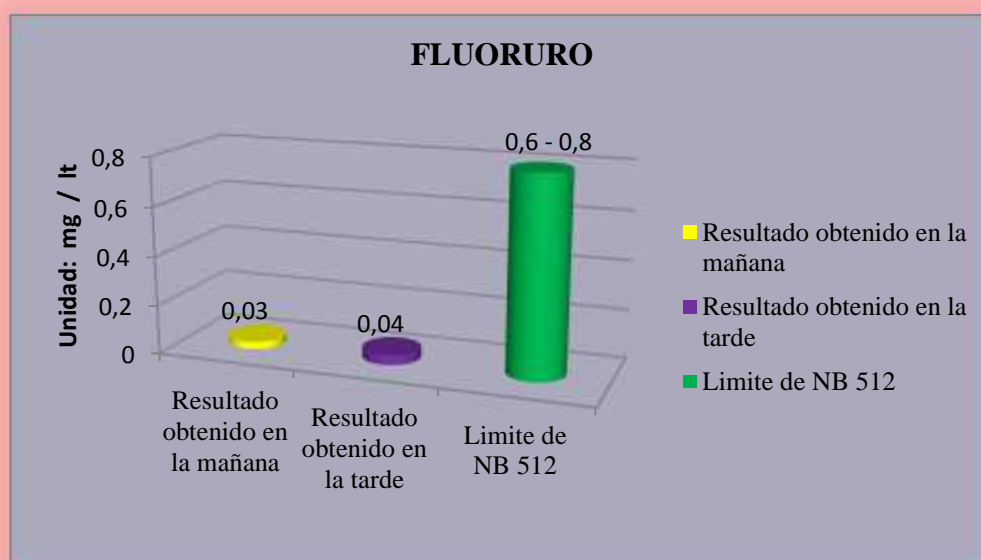
Los resultados que se muestran en el cuadro 18 y gráfica 12 nos indica que los resultados de la mañana y tarde es un valor de 0 mg/lt, por lo que la norma N.B 512 indica un límite máximo de 0,001 mg/lt de concentración de mercurio por ser altamente toxico para la ingesta humana. Estos resultados están dentro de las especificaciones que indica la norma.

CUADRO 19
RESULTADO DEL FLUORURO

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Fluoruro	mg / lt	Espectrométrico	0,03	0,04	0,6 – 0,8	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 13
RESULTADO DEL FLUORURO



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Interpretando el cuadro 19 y la gráfica 13 detallado anteriormente en relación al fluoruro se tiene un resultado obtenido en la mañana de 0,03 mg/lt y en la tarde de

0,04 mg/lit, haciendo la comparación con la N.B 512, el cual indica que debe estar en un rango entre 0,6 mg/lit y 0,8 mg/lit de fluoruro; por lo que se entiende que los rangos 0,03 y 0,04 mg/lit tienen una concentración muy baja de fluoruro, ya que la concentración óptima para evitar la caries dental en la población infantil es de 0,6 mg/lit y 0,8 mg/lit.

CUADRO 20

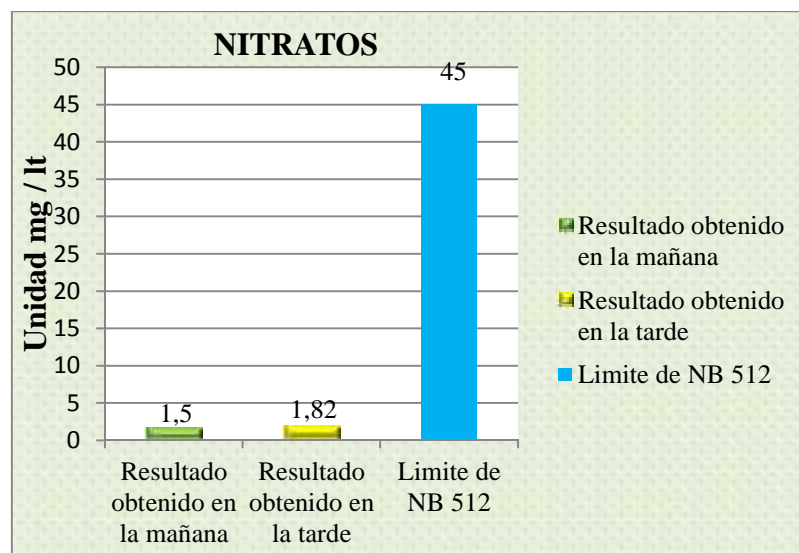
RESULTADO DE LOS NITRATOS

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Nitratos	mg / lt	Espectrométrico	1.50	1.82	45.0	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 14

RESULTADO DE LOS NITRATOS



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Detallando el cuadro 20 y la gráfica 14 se entiende que existe una concentración de nitratos en el agua de 1,5 mg/lit en la muestra de la mañana y 1,82 mg/lit en la muestra tomada en la tarde; lo que significa que estos resultados obtenidos se encuentran

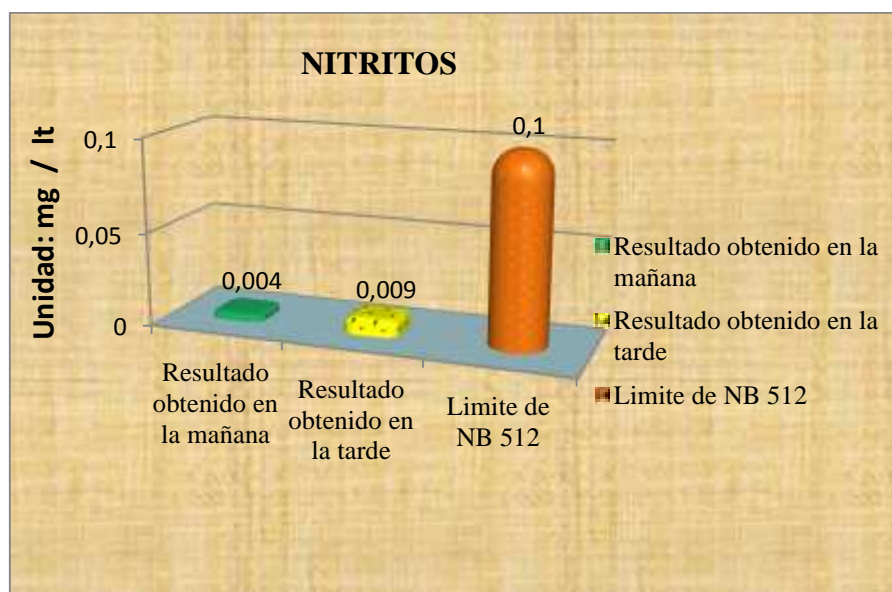
dentro de los límites permisibles de la N.B 512 que indica un rango no mayor a 45 mg/lit.

CUADRO 21
RESULTADO DE LOS NITRITOS

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Nitritos	mg / lt	Espectrométrico	0,004	0,009	0,1	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 15
RESULTADO DE LOS NITRITOS



Fuente: Elaboración propia; 2016.

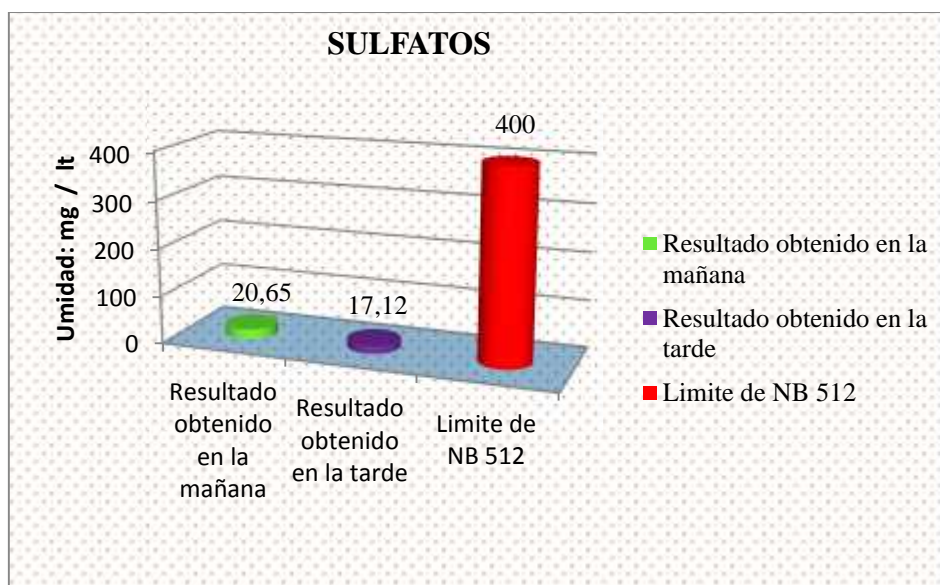
La concentración de nitritos en el agua que se obtiene como resultado en el cuadro 21 y la gráfica 15 nos da un valor en la muestra tomada en la mañana de 0,004 mg/lit y 0,009 mg/lit en la muestra tomada en la tarde; en relación a la N.B 512 que indica una concentración igual o menor a 0,1 mg/lit, estos dos resultados están dentro del límite establecido.

CUADRO 22
RESULTADO DE SULFATOS

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Sulfatos	mg / lt	Espectrométrico	20,65	17,12	400	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 16
RESULTADO DE SULFATOS



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Según el cuadro 22 y la gráfica 16 nos muestra que la concentración de sulfatos en el agua en la muestra tomada en la mañana nos da un valor de 20,65 mg/lit y en la tarde de 17,12 mg/lit; tomando en cuenta que la norma nos exige un valor no mayor a 400 mg/lit, los resultados mostrados en la gráfica están dentro del límite permisible.

CUADRO 23

RESULTADO DE SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Solidos disueltos totales	mg / lt	Espectrométrico	188	182	1000	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 17

RESULTADO DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



Fuente: Elaboración propia; 2016.

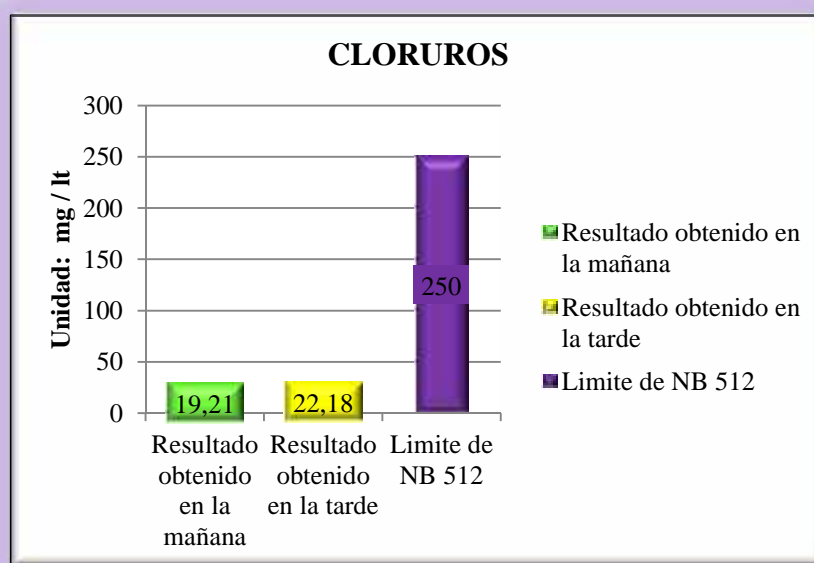
Los resultados de sólidos disueltos totales indica que la muestra obtenida en la mañana es de 188 mg/lt y 182 mg/lt en la tarde; haciendo una comparación con la N.B 512 teniendo como valor límite de 1000 mg/lt de sólidos disueltos totales, el agua analizada tiene una concentración mínima de sólidos disueltos totales.

CUADRO 24
RESULTADO DE CLORUROS

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Cloruros	mg / lt	Titulometrico	19,21	22,18	250	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 18
RESULTADO DE CLORUROS



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Los resultados sobre la concentración de cloruros en el agua según el cuadro 24 y gráfica 18 nos muestran un valor obtenido de la muestra de la mañana de 19021 mg/lt y 22.18 mg/lt de la muestra de la tarde. Tomando en cuenta que la NB 512 nos indica

un valor de hasta 250 mg/lt, estos dos valores obtenidos se encuentran dentro del límite permisible que establece la normativa.

CUADRO 25

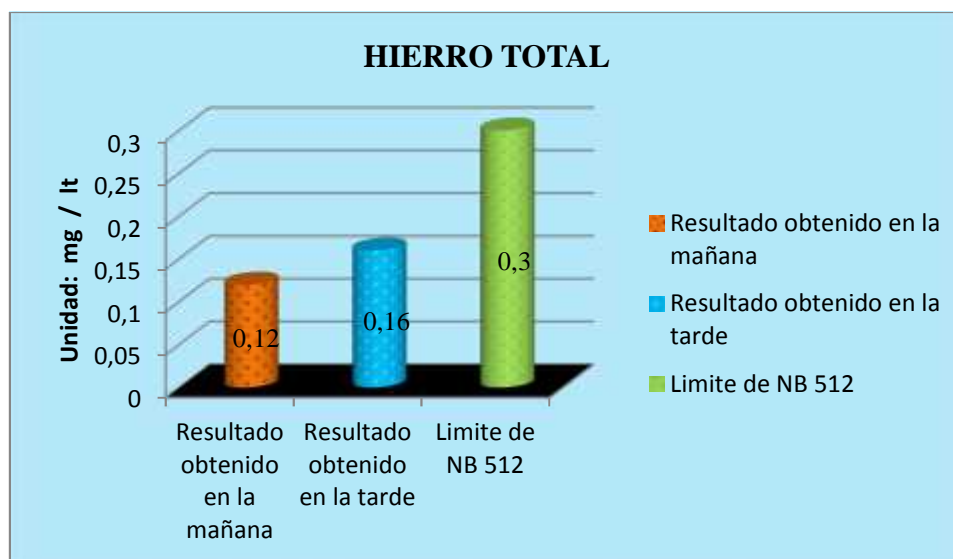
RESULTADO DEL HIERRO TOTAL

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Hierro total	mg / lt	Absorción atómica	0,12	0,16	0,3	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 19

RESULTADO DEL HIERRO TOTAL



Fuente: Elaboración propia; 2016.

La Norma Boliviana 512 nos indica que el agua potable no debe de sobrepasar una concentración de Hierro Total de 0.3 mg/lt; por lo tanto los resultados obtenidos de la muestra de la mañana de 0,12 mg/lt y 0,16 mg/lt de la muestra de la tarde se

encuentran dentro del rango de concentración de hierro total que estipula la norma. (Ver resultados en el cuadro 25 y gráfica 19).

CUADRO 26

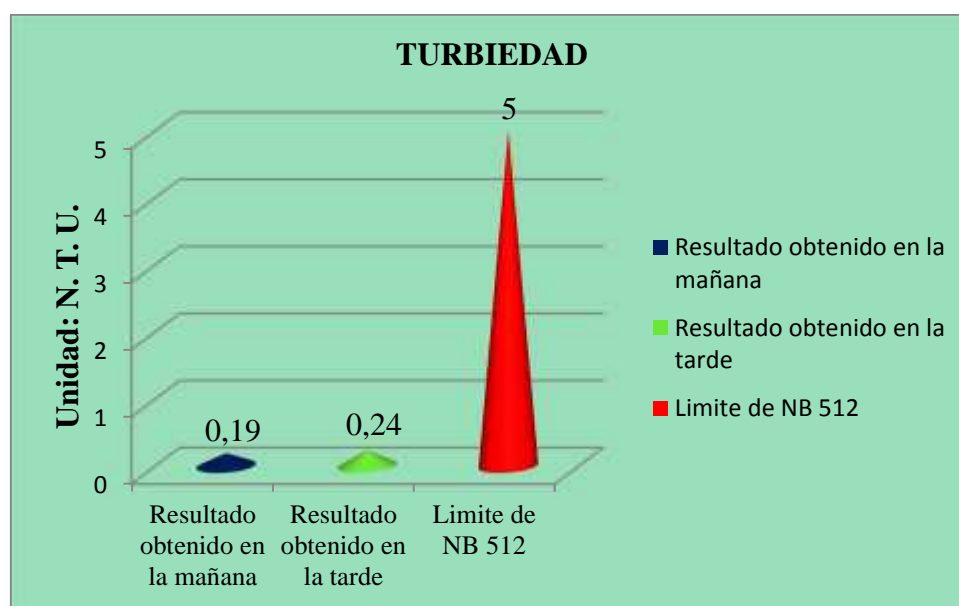
RESULTADO DE LA TURBIEDAD

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Turbiedad	N. T. U	Nefelométrico	0,19	0,24	5	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 20

RESULTADO DE LA TURBIEDAD



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Según la interpretación del cuadro 26 y la gráfica 20 a cerca de la turbiedad del agua, se puede observar un resultado de 0,19 N.T.U. de la muestra de la mañana y 0,24

N.T.U. de la muestra de la tarde, lo que significa que estos resultados se encuentran dentro del valor 5 N.T.U. que estipula la NB 512.

CUADRO 27

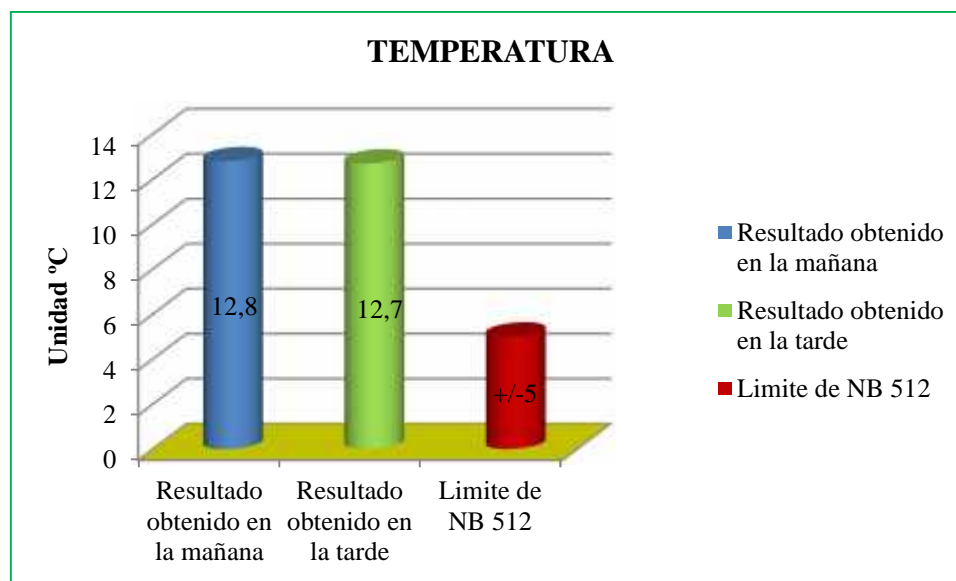
RESULTADO DE LA TEMPERATURA

Parámetro	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Temperatura	°C	Termocupla	12,8	12,7	+/-5°C	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 21

RESULTADO DE LA TEMPERATURA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Los resultados que se muestran en el cuadro 27 y la gráfica 21 sobre la temperatura del agua, se obtiene valores de 12,8 °C en la muestra de la mañana y 12,7 °C en la

muestra tomada en la tarde; lo que indica que estos valores se encuentran dentro de lo establecido por la norma boliviana 512.

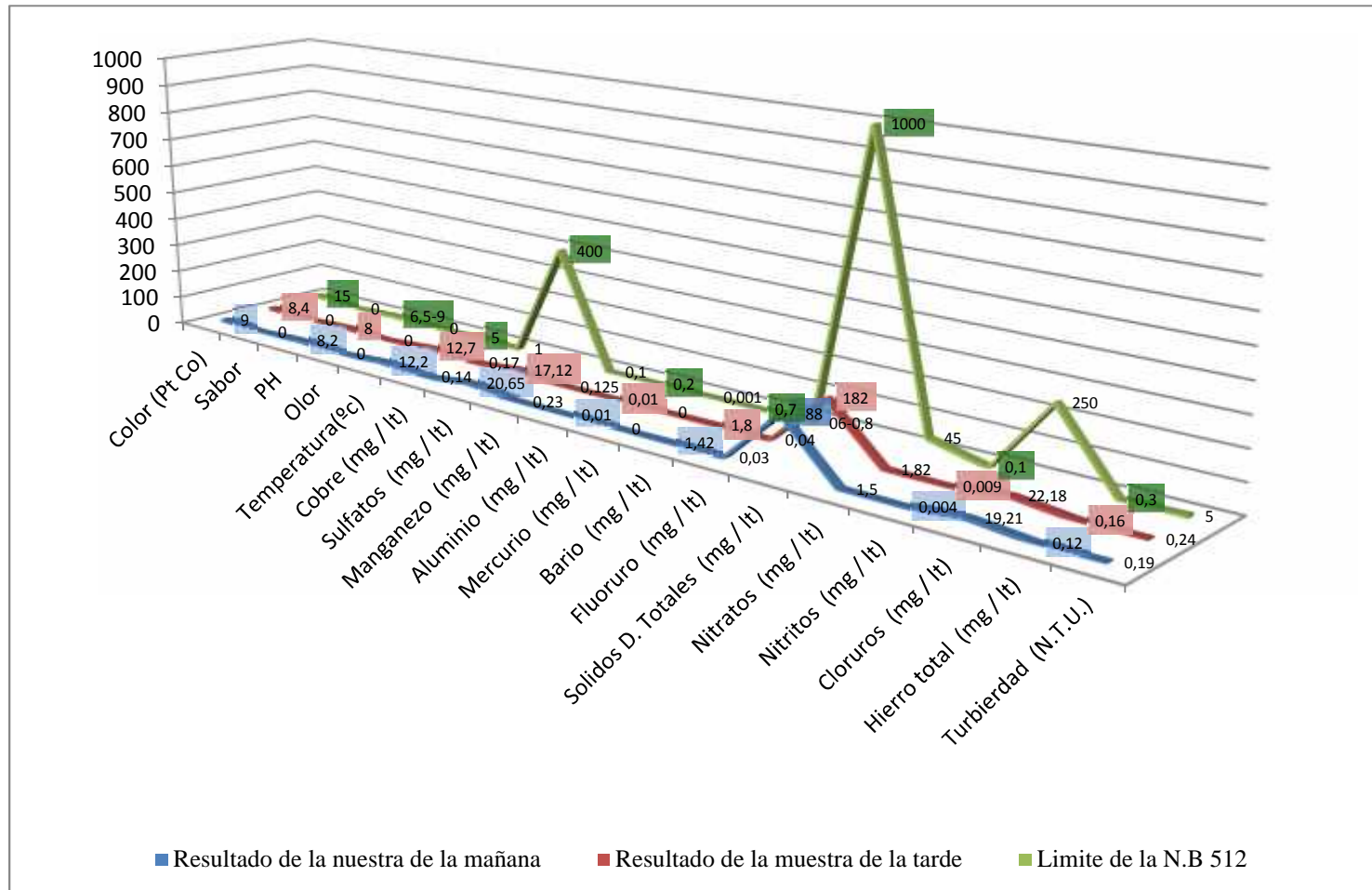
CUADRO 28

RESULTADO GENERAL DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA

Parámetros	Unidad	Método Utilizado	Resultado obtenidos de la muestra de la mañana	Resultado obtenidos de la muestra de la tarde	Límites de la N.B 512	Cumplimiento
Olor	-----	Organoléptico	INODORA	INODORA	INODORA	CUMPLE
Sabor	-----	Organoléptico	INSIPIDA	INSIPIDA	INCIPIDA	CUMPLE
Color	Pt Co	Espectrométrico	9	8,4	15	CUMPLE
PH	-----	Potenciométrico	8,2	8	6,5 - 9,0	CUMPLE
Temperatura	°C	Termocupla	12,2 °C	12,7	.+/- 5 °C	CUMPLE
Cobre	mg / lt	Absorción atómica	0,14	0,17	1	CUMPLE
Manganeso	mg / lt	Espectrométrico	0,23	0,125	0,1	NO CUMPLE
Aluminio	mg / lt	Espectrométrico	0,01	0,01	0,2	CUMPLE
Bario	mg / lt	Espectrométrico	1,42	1,8	0,7	NO CUMPLE
Mercurio	mg / lt	Absorción atómica	0	0	0,001	CUMPLE
Fluoruro	mg / lt	Espectrométrico	0,03	0,04	0,6 – 0,8	CUMPLE
Nitratos	mg / lt	Espectrométrico	1,5	1,82	45	CUMPLE
Nitritos	mg / lt	Espectrométrico	0,004	0,009	0,1	CUMPLE
Sulfatos	mg / lt	Espectrométrico	20,65	17,12	400	CUMPLE
Solidos Totales D.	mg / lt	Espectrométrico	188	182	1000	CUMPLE
Cloruros	mg / lt	Titulometrico	19,21	22,18	250	CUMPLE
Hierro total	mg / lt	Absorción atómica	0,12	0,16	0,3	CUMPLE
Turbiedad	N. T. U	Nefelométrico	0,19	0,24	5	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 22: RESULTADO GENERAL DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

Los resultados generales que se muestran en el cuadro 28 y grafica 22 del análisis físico químico realizado al agua en la comunidad de San Alberto, nos indica que la mayoría de los parámetros nos dan valores que se encuentran dentro de lo establecido de la Norma Boliviana 512, los cuales son: Olor, Sabor, Color, PH, Temperatura, Cobre, Aluminio, Mercurio, Fluoruro, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Solidos D. Totales, Cloruros, Hierro total, Turbiedad. También mencionar que se ha determinado 2 parámetros que sobrepasan el límite de la N.B 512; tal es el caso del Manganeso con 0,23 mg / lt, mientras que la norma establece un valor límite de 0,1 mg / lt; así mismo los resultados del Bario nos da un valor de 1,42 mg / lt, sobrepasando el límite permisible de 0,7 mg / lt que establece la N.B 512.

En conclusión los resultados del análisis físico químico del agua nos indican que el agua es apta para el consumo humano pero para reducir los valores que se encuentran sobrepasando los límites de la norma es necesario implementar un proceso de potabilización que incluya etapas de filtración, sedimentación y cloración para obtener una mejor calidad del agua en la comunidad de San Alberto.

3.2.2. Resultado del Ensayo Bacteriológico del Agua Muestreados a Horas 06:30 AM Y 18:00 PM en la Red de Distribución

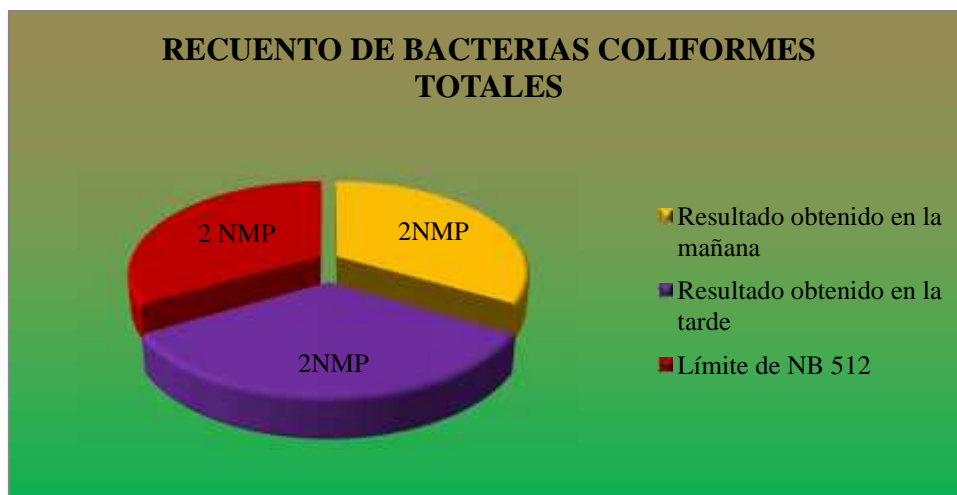
CUADRO 29

RECUESTO DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES

Parámetro	Unidad	Técnica	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Recuento de bacterias coliformes totales	NMP/100ml	NMP-USEPA	2,0	2,0	Menor a 2 NMP/100m 1	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 23
RECuento DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES



Fuente: Elaboración propia; 2016.

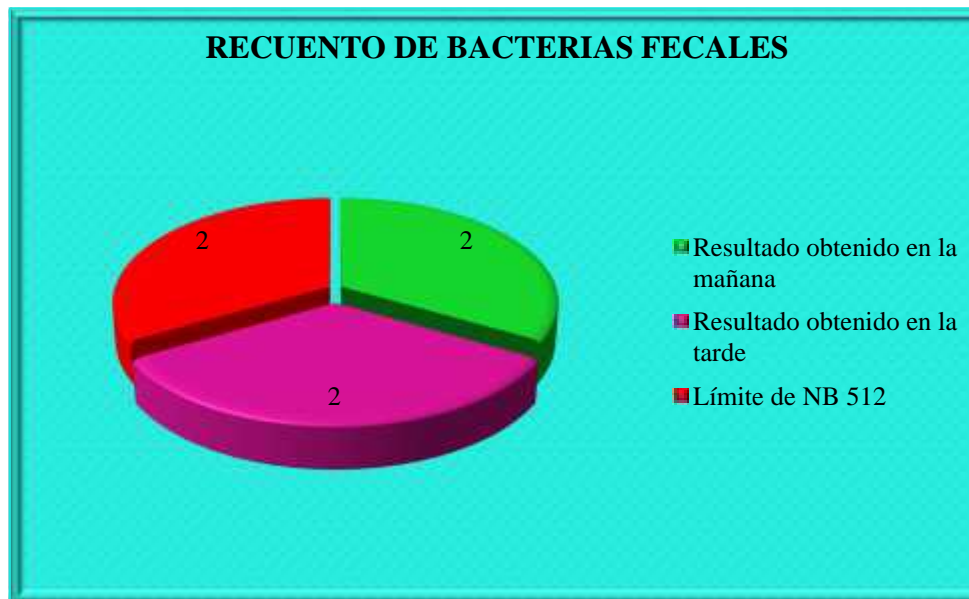
De acuerdo al ensayo bacteriológico que se ha realizado a las muestras de la mañana y de la tarde del agua se obtiene un valor 2,0 NMP/100ml lo que representa un índice para un número de población bacteriana nula de acuerdo a lo establecido por la N.B 512. (Ver cuadro 29 gráfica 23).

CUADRO 30
RECuento DE BACTERIAS FECALES

Parámetro	Unidad	Técnica	Resultado obtenido en la mañana	Resultado obtenido en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Recuento de bacterias fecales	NMP/100ml	NMP-USEPA	2,0	2,0	Menor a 2 NMP/100 ml	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 24
RECUENTO DE BACTERIAS FECALES



Fuente: Elaboración propia; 2016.

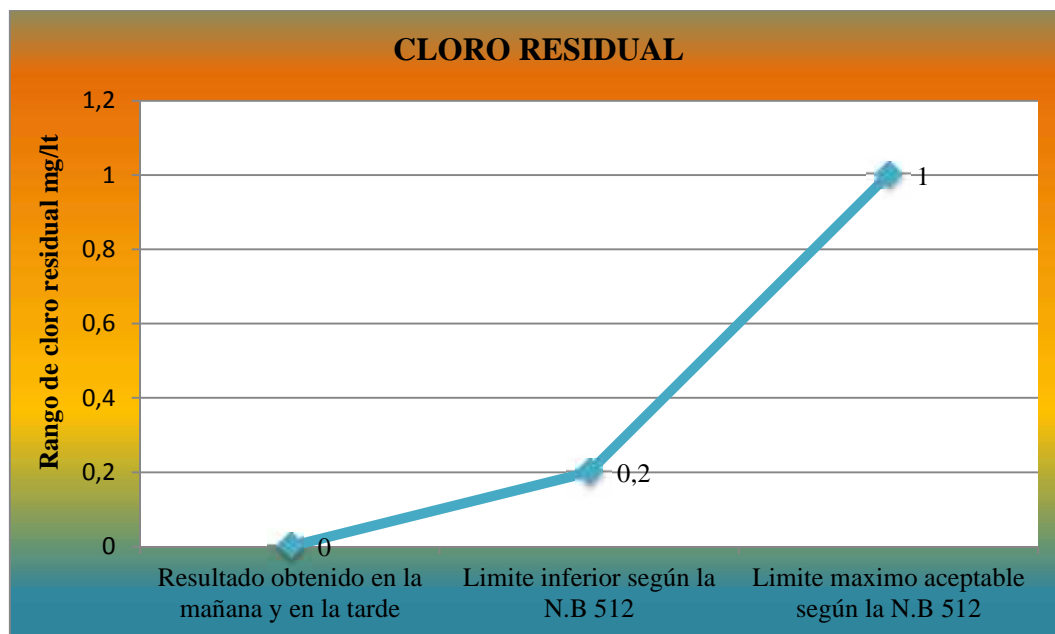
Detallando el análisis de bacterias coliformes fecales se realizó en laboratorio el recuento de bacterias fecales, muestreados en dos horarios tomados en un día; en la mañana y en la tarde con un valor 2,0 NMP/100ml de agua; realizando una comparación con la N.B 512 que indica un valor 2,0 NMP/100ml; lo que representa los resultados obtenidos del análisis un índice para un número de población nula en el agua. (Ver resultados del cuadro N° 30 y grafica N° 24).

CUADRO 31
COLORO RESIDUAL DEL AGUA

Parámetro	Unidad	Técnica	Resultado obtenido en la mañana y en la tarde	Límite de NB 512	Cumplimiento
Cloro residual	ml/lt	NMP-USEPA	0	0,2-1 mg/lt	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia; 2016.

GRÁFICA 25
COMPARACIÓN DEL CLORO RESIDUAL DEL AGUA



Fuente: Elaboración propia; 2016.

La norma boliviana 512 estipula un rango de concentración de cloro residual en el agua de 0,2 a 1 mg/lit, los resultados obtenidos de las muestra tomadas en la mañana y en la tarde nos dan como resultado de 0 mg/lit; lo que significa que el agua de consumo en la comunidad de San Alberto no se realiza la respectiva cloración del agua. Se recomienda obtener cloro residual en un rango mayor o igual a 0,2 y menor o igual a 1,0 mg/lit para garantizar la potabilidad del agua. (Ver cuadro 31 y grafica 25).

Si comparamos los resultados obtenidos del análisis de agua potable de la localidad de Entre Ríos, niveles de coliformes totales y fecales sobrepasan los valores establecidos por la N.B 512, pese a que se realiza el tratamiento y la cloración del agua. (Según Autor: Juvenal A., 2013). Sin embargo los resultados del análisis de coliformes totales y fecales obtenidos del agua de consumo en la comunidad de San Alberto, se establece que son aptas para el consumo humano de acuerdo a la Norma Boliviana 512; sin que se realice ningún tipo tratamiento y cloración.

Con esto se llega a la conclusión de que el agua que se consume en la comunidad de San Alberto, presenta valores de coliformes totales y fecales dentro de la norma, a pesar de que no se realiza la cloración del agua. Cabe mencionar que es de importancia que se lleve a cabo la cloración del agua para eliminar bacterias patógenas que ocasionan problemas de salud en la población.

3.3. PROPUESTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN LA COMUNIDAD DE SAN ALBERTO

La potabilización es un proceso que se lleva a cabo sobre cualquier agua para transformarla en agua potable y de esta manera hacerla absolutamente apta para el consumo humano. La potabilización, mayormente se realiza sobre aguas originadas en manantiales naturales y en aguas subterráneas; este proceso de transformación es llevado a cabo por medio de plantas de tratamiento de agua potable, las cuales independientemente de su tamaño, nivel de sofisticación tecnológica o la calidad actual del agua tratada, necesitan periódicamente introducir cambios en sus procesos para garantizar mejoras en su funcionamiento y en la calidad del agua. (Puerta D.; 2014).

3.3.1. Objetivo de la Propuesta

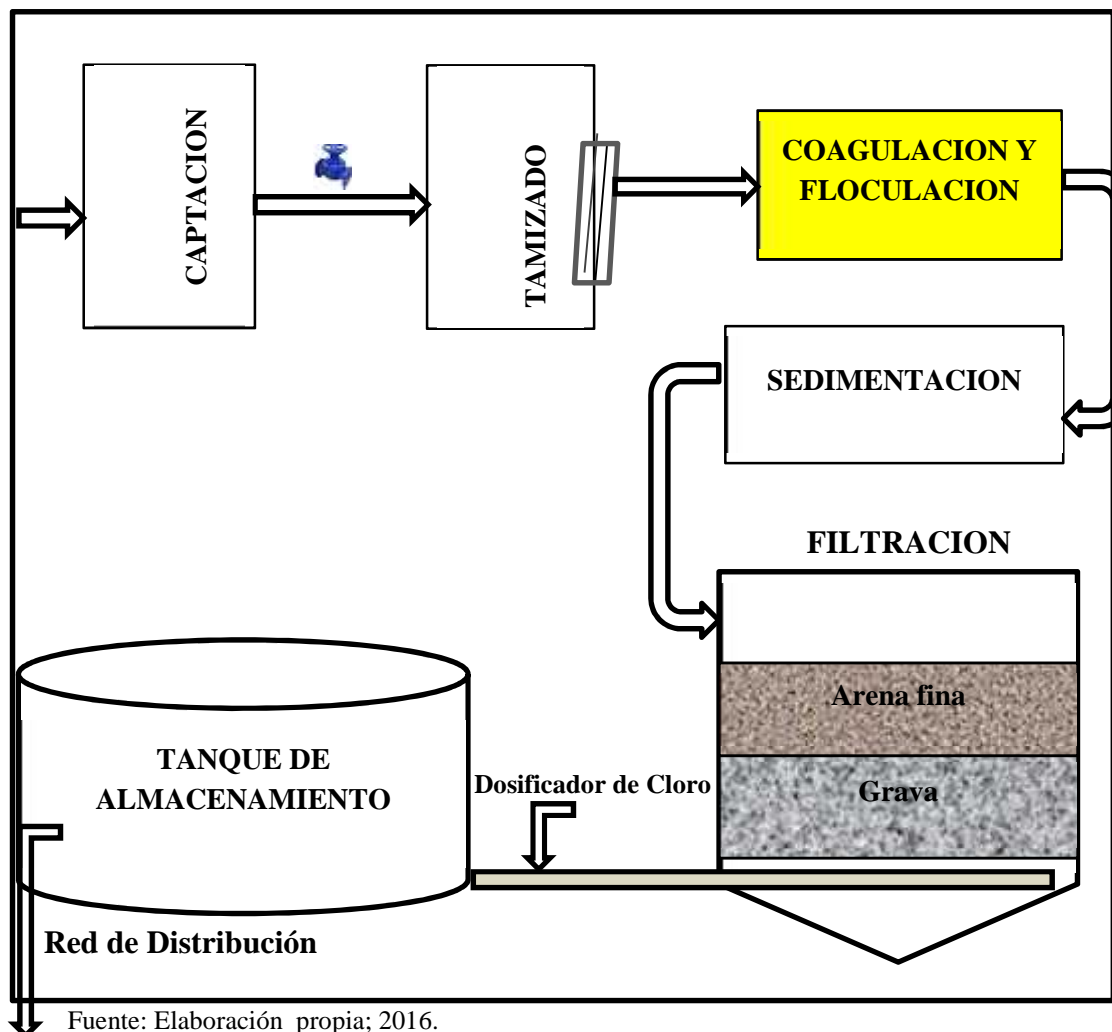
Implementar un proceso de potabilización adecuado del agua en la comunidad de San Alberto que permitirá obtener una mejor calidad del agua de consumo para la población.

3.3.2. Justificación del Proceso de potabilización

Por una parte el agua que consume la población de San Alberto no “es potable” sino simplemente se trata de un sistema de captación, almacenamiento y distribución y por otra se tiene que especialmente solo en épocas de lluvia presenta un grado de turbidez, además de los resultados del Análisis físico-químico del agua tomados en la red de distribución realizada en el laboratorio de YACULAB S.R.L, nos indican

algunos valores que se encuentran fuera de la norma NB 512 como es el caso del Bario y Manganeseo que se puede subsanar a través de la implementación de un proceso de potabilización adecuado que logre la reducción del manganeso y el bario. Del mismo modo aunque el agua de captación de San Alberto cumple la norma NB 512 con respecto a los coliformes totales y fecales es necesario realizar la cloración respectiva, por lo tanto en función de los resultados obtenidos proponemos el siguiente esquema para el proceso de potabilización que dicho sea de paso corresponde a un esquema mejorado del sistema de agua potable de Entre Ríos y que fue presentado por el Ing. Altamirano J. (2014).

3.3.3. Esquema del Proceso de Potabilización del Agua



Fuente: Elaboración propia; 2016.

- **Captación y Aducción**

Se realizara la captación de la vertiente de San Alberto y se hará la aducción del agua mediante una tubería de 2 pulgadas y se colocara una válvula reguladora de caudal de entrada. (Puerta D.; 2014).

- **Tamizado**

Después de la captación se conduce el agua hacia una primera etapa de pre-limpieza que es el tamizado el cual está compuesto por una cámara con rejillas para remover las materias gruesas presentes en el agua como hojas, palos, plantas y otros solidos arrastrados por el agua. (Puerta D.; 2014).

- **Coagulación y floculación**

Por el momento la etapa de coagulación y floculación no es necesario implementar en este proceso, ya que según los resultados obtenidos del laboratorio indica que el agua no sobrepasa los valores de la N.B; pero se describe en el proceso porque a futuro podría ser necesaria su implementación. Dada la importancia de esta etapa en el proceso de potabilización la cual permiten la clarificación del agua mediante la adición de sulfato de aluminio que permitirá que las partículas se aglutinen en pequeñas masas llamadas flocs tal que su peso específico supere a la del agua y puedan precipitar. Esta etapa reduce significativamente (90 %) el número de microorganismos patógenos del agua como virus hepatitis A, rotavirus y coliformes. (Puerta D.; 2014).

- **Sedimentación**

Siguiendo con el proceso de potabilización el agua pasa por una etapa de sedimentación, esta consistirá en la construcción de un tanque rectangular adecuado para remover las partículas más pesadas que el agua por acción de la fuerza de gravedad. Mediante este proceso se lograra eliminar los materiales en suspensión empleando un tiempo de retención adecuado. (Puerta D.; 2014).

- **Filtración:**

Después de la sedimentación el agua pasara a una etapa de filtración esta es muy importante en el proceso ya que a través de esta se lograra eliminar compuestos químicos, bacterias y restos de partículas suspendidas presentes en el agua. Para este proceso se construirá un tanque rectangular donde se hará pasar el agua mediante filtros conformado por una capa de grava en la parte inferior y una capa de arena fina en la parte superior que permitirá la retención de todas las impurezas del agua. (Puerta D.; 2014).

- **Desinfección**

Para finalizar el proceso de potabilización se realizara la desinfección del agua mediante un dosificador de cloro, que permitirá destruir todos los gérmenes patógenos para los seres humanos que han sobrevivido a las etapas anteriores del proceso. El dosificador de cloro estará instalado antes del ingreso del agua al tanque de almacenamiento. Para la dosificación de cloro adecuado del agua en el tanque de almacenamiento basarse en la tesis “Evaluación de la Calidad del Agua de la Ciudad de Entre Ríos cantidad”. (Ing. Altamirano J.; 2013).

Los costos detallados en el cuadro 32 a continuación, fueron estimados en base al presupuesto de un proyecto de una Planta de Tratamiento de Agua Potable en la comunidad de Loma Alta, la cual tiene una cantidad de población mayor a la comunidad de San Alberto.

CUADRO 32
PRESUPUESTO APROXIMADO DE LA PROPUESTA DE
POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN LA COMUNIDAD DE SAN ALBERTO

NUMERO	ITEMS	COSTOS (\$us)
1	Captación	1200
2	Aducción	900
3	Válvulas de Control	120
4	Tamizado	1000
5	Coagulación y Floculación	5000
6	Sedimentación	5000
7	Filtración	5500
8	Dosificador de Cloro	625
9	Tanque de Almacenamiento	10000
10	Cerrado Perimetral	2000
11	Operación y Mantenimiento	12000/año
TOTAL		43345

El proceso de potabilización propuesto para la comunidad de San Alberto lograra beneficiar a 950 habitantes actualmente y a futuro según proyecciones de la población en 10 años, tomando en cuenta la tasa de crecimiento (6.45) y mortalidad (55/1000), se estima que para el 2016 se lograra beneficiar a 1482 habitantes en la comunidad de San Alberto. (Fuente PDM Carapari 2015).

En conclusión con la implementación del proceso de potabilización se lograra reducir o eliminar los parámetros como el Manganeseo y el bario que se encuentran con valores por encima de lo que establece la Norma Boliviana 512, logrando de esta manera obtener una mejor calidad de agua y beneficiar a toda la población (950 hab) de la comunidad de San Alberto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El sistema de agua de consumo que tiene la comunidad de San Alberto se basa en la captación, almacenamiento y distribución del agua por lo que requiere de la implementación de un proceso de potabilización adecuado para obtener una mejor calidad del agua.
- La población beneficiaria está relativamente conforme con la calidad del agua que consumen, también están conscientes que la mala calidad del agua puede contraer enfermedades como la disentería, infección estomacal, fiebre u vómitos peligrosos para la salud de las personas y afirman que el agua de consumo en la comunidad está contaminada por las actividades petroleras, sin embargo los resultados obtenidos nos muestra que el agua presenta parámetros con valores dentro de lo establecido en la N.B 512.
- A raíz de que no existe un proceso de filtración y sedimentación que se realice al agua en la comunidad, esto permite que en épocas de lluvias presente un grado de turbidez considerable según la opinión de los comunarios.
- De los resultados del Análisis físico-químico del agua tomados en la red de distribución realizada en el laboratorio de YACULAB S.R.L, nos indican según el análisis que el agua es apta para consumo humano ya que los parámetros analizados presentan valores dentro de los límites permisibles que estipula la Norma Boliviana 512, a excepción del Manganeseo y el Bario. El manganeseo nos dio como resultado un valor 0,23 mg/l mientras que la N.B 512 establece un valor de 0,1 mg/l, lo que significa que con el valor obtenido sobrepasa el limite permisible; por otra parte la N.B 512 nos indica un valor 0,7 mg/l de concentración del Bario, sin embargo el valor obtenido del análisis del Bario es de 1,8 mg/l sobrepasando considerablemente lo

establecido por la norma. Por lo que se concluye que a través de la implementación de un proceso de potabilización adecuado del agua se logre la reducción del manganeso y el bario.

- Los resultados obtenidos del análisis de bacterias coliformes totales y fecales muestreados en la red de distribución de la comunidad de San Alberto nos da un valor de 2,0 NMP/100ml de agua cumpliendo con lo establecido por la N.B 512. Por otra parte la norma boliviana 512 estipula un rango de concentración de cloro residual en el agua de 0,2 a 1 mg/lit, mientras que los resultados obtenidos del análisis del agua es de 0 mg/lit; lo que significa que el agua de consumo en la comunidad no cuenta con la respectiva cloración del agua.
- La implementación de un proceso de potabilización adecuado del agua permitirá beneficiar toda la comunidad de San Alberto con una mejor calidad del agua, ya que en la comunidad no se realiza ningún tratamiento ni la cloración del agua, lo cual es muy importante para evitar la presencia de bacterias patógenas que puedan afectar la salud de los habitantes.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con el estudio para determinar el grado de turbidez que existe en épocas de lluvias.
- Por otra parte se recomienda implementar un proceso adecuado de potabilización del agua para garantizar su calidad y de esta manera satisfacer las necesidades de la población.
- Se recomienda obtener cloro residual en un rango mayor o igual a 0,2 y menor o igual a 1,0 mg/lit para garantizar la potabilidad del agua.
- Se recomienda realizar el cerramiento perimetral del área de captación del agua, con la finalidad de restringir el ingreso de animales o personal no autorizado.

- Se recomienda al comité encargado del control y mantenimiento, que ponga en funcionamiento los medidores de agua que están instalados en todas las casas de la comunidad de San Alberto, para que la población usuaria haga un uso consciente y más reducido del agua y de esta manera evitar el desabastecimiento de este líquido elemento.