

I.- INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para la vida y somos conscientes que es necesaria para todos los seres vivos, para la producción de alimentos, electricidad, mantenimiento de la salud. También es requerida en el proceso de elaboración de muchos productos industriales, y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra (ONU/WWAP 2003).

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Y a nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (fósforo, nitrógeno escorrentías agrícolas) que afecta sustancialmente a los usos del agua.

Pero también es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, no existe una concientización globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo es una de las grandes preocupaciones del ser humano, porque se trata de un elemento de relevancia, urgencia social y ambiental. (Altamirano-2013).

Tarija es un Departamento que cuenta con importantes recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos donde la entidad prestadora de servicios es COSAALT, que provee y garantiza que la ciudad tenga el agua apta para el consumo.

La ciudad Entre Ríos es la capital y la única sección de la Provincia O'Connor, que está a cargo de la Honorable Alcaldía Municipal de Entre Ríos, la cual cuenta con los sistemas de agua para consumo humano donde lo cual no se cuentan con una adecuada gestión para satisfacer sus necesidades básicas y proporcionar un recurso hídrico opimo de potabilización de calidad de agua para consumo humano. (Fuente propia).

La comunidad de Las "Lomas" cuenta con dos sistemas de distribución agua para consumo, que provienen fuente de captaciones de quebrada el Cebollar y fuente de capción de Vertiente, esta agua viene a los tanques de almacenamiento para

posteriormente ser distribuida a la comunidad, con un abastecimiento según la necesidad y época del año, dado que la comunidad cuenta con 164 familias. De los cuales 531 son hombres y 453 mujeres. El total de habitantes es de 984. (Fuente propia).

Frente a la situación se ha investigado: la calidad de agua para consumo humano mediante el parámetro de control mínimo la NB 512, también se procedió a medir los caudales y se describe los dos sistemas de captación quebrada el cebollar y de vertiente donde estos dos sistemas de agua de consumo humano están a unos 3 km, sobre la ruta a Tarija, esta investigación contribuyera a que los beneficiarios conozcan la calidad del agua de consumo, no solo para actuales, si no para las futuras generaciones, para satisfacer las necesidades actuales y requerimientos de la población, mejorando sus condiciones de vida y salud, impulsando de esa forma el desarrollo y cuidado del agua, ya que el agua es de vital importancia para la vida. (Fuente propia).

II.- JUSTIFICACIÓN.

Este trabajo de investigación se realizó para dar respuestas a los problemas del agua de consumo humano de la comunidad Las “Lomas”. Dado que en la actualidad estos recursos no cuentan con una adecuada potabilización.

La fuente de captación de agua para consumo humano en la comunidad de Las “Lomas” se efectúa de dos sistemas que corresponde una de quebrada y otra de vertiente, las mismas que no cuenta con el análisis respectivo de calidad y al mismo de cantidad que satisfaga los requerimientos de la comunidad.

Con respecto a la calidad del agua de la comunidad de Las “Lomas” no cuenta con el tratamiento adecuado principal mente en uno de los sistemas, que no garantizan la calidad del agua según la NB 512. Por ello Resulta de especial interés conocer la calidad de agua de consumo humano que hay en la comunidad de Las “Lomas” a través de un análisis, que permitan adoptar medidas preventivas en el cuidado de la salud de sus habitantes.

Por lo mencionado líneas arriba surge de la necesidad de analizar la calidad del agua de consumo que viene de los dos sistemas de fuentes de captación, la una que proviene de la quebrada del cebollar y la otra de una vertiente, con el resultado obtenido se podrá tomar acciones correctivas para su potabilización del agua donde se coadyuvará en la prevención de enfermedades, que pueden ser transmitidas por el agua, esta investigación busca proporcionar información que será útil y beneficiará a la comunidad y permitirá mejorar la calidad y cantidad del agua potable de consumo humano.(Fuente propia).

III.- PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.

En la actualidad la comunidad de Las “Lomas” se viene abasteciendo de dos fuentes de sistemas independientes de captación de agua, una que corresponde a la quebrada denominada el Cebollar y la otra de una Vertiente, ambas con cajas, red de distribución y beneficiarios distintos, dotando el líquido elemento a dos zonas distintas de la comunidad.

El problema de los sistemas de agua potable radica en una inadecuada potabilización en la zona baja y en la no potabilización en zona alta de la comunidad de Las “Lomas”, lo que uno origina un desconocimiento en la calidad del agua de ambas fuentes.

IV.-FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los sistemas de agua potable de la comunidad de Las “Lomas” no tiene una adecuada potabilización, lo que origina un desconocimiento de la calidad y la cantidad del agua de ambas fuentes.

V.- HIPÓTESIS

Con el presente estudio en los sistemas de agua potable de la comunidad de Las “Lomas” se determinó su calidad y la cantidad del agua, que originan en un inadecuado manejo de potabilización.

VI.-OBJETIVOS

VI.I.-Objetivo General

Determinar la calidad de agua para consumo humano de la comunidad Las “Lomas” en dos sistemas de captación, en quebrada el Cebollar y de su Vertiente, con los parámetros de control mínimo y comparar ambos resultados con la NB 512, para proponer una mejora en su potabilización.

VI.II.-Objetivos Específico.

- Determinar la calidad de control mínimo y cantidad de agua para consumo humano en los dos sistemas de captación a partir de análisis de laboratorio y comparar con la NB 512.
- Comparar la calidad mediante parámetros mínimos y la cantidad mediante la medición de caudales de ambos sistemas.
- Describir en sus operaciones unitarias los dos sistemas de captación de agua potable de la comunidad “Las Lomas”.
- Analizar y Proponer la mejora de la potabilización de ambos sistemas para lograr una mejor calidad de agua potable.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.-MARCO TEÓRICO.

1.1.1-Calidad del agua

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le ha brindado menos atención. El término 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. La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las 7 necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza 1976).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS 1999).

1.1.2-Calidad del agua para consumo humano

La calidad del agua es el conjunto de atributos y características químicas, físicas, biológicas del elemento, que le hacen apto para distintos usos como: consumo humano, usos en la agricultura y ganadería, uso en la industria, uso para la generación de energía,

uso para navegación, uso para recreación o para el mantenimiento de las funciones de los ecosistemas. Por lo general, la calidad se determina comparando las características de una muestra de agua con una línea de base, las concentraciones históricas de los elementos en el curso de agua o leyes y estándares determinados por norma para cada uso, en nuestro caso esta línea de referencia se encuentra establecida en el Reglamento de la Norma Boliviana NB 512. Esto nos lleva a saber si el agua examinada es segura o no para ese determinado fin. Así mismo, estas directrices de referencia pueden variar de acuerdo al destino que tenga el agua, una fuente de agua puede tener calidad suficiente para uso recreativo, pero no tenerla para consumo humano.

Esto quiere decir que la calidad depende del uso que se le quiera dar al agua. Así también, los esfuerzos que se hagan para mitigar o remediar la contaminación del agua deberán atender a la utilización del recurso. (Hidalgo Castro Oswaldini-2020).

1.1.3-El agua

El agua es un recurso imprescindible para la vida, el funcionamiento de los ecosistemas y el desarrollo socioeconómico de las comunidades. El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida, debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. El agua también es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso, como consecuencia del excesivo incremento de su explotación en los últimos años, no existe una conciencia generalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo. (Oswaldini Hidalgo Castro-2020).

1.1.4-Agua potable.

Aquella que, por sus características organolépticas, físico-químicas, microbiológicas y radiactivas, se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido

en la NB 512 y el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano. (NB 495).

El agua potable es aquella que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes sensibilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida (OMS, 2004).

1.1.4-Aspectos microbiológicos.

La garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación, desde la cuenca de captación al consumidor, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud. La seguridad del agua se mejora mediante la implantación de barreras múltiples, como la protección de los recursos hídricos, la selección y aplicación correctas de una serie de operaciones de tratamiento, y la gestión de los sistemas de distribución (por tuberías o de otro tipo) para mantener y proteger la calidad del agua tratada. La estrategia preferida es un sistema de gestión que hace hincapié en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos y que reduce la dependencia en las operaciones de tratamiento para la eliminación de patógenos. En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves). Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos. (OMS-2006).

1.1.5-pH

Este significa potencial de hidrógeno y se define arbitrariamente y por comodidad como el logaritmo de base diez del inverso de la concentración del ion hidrogeno (H^+), ($pH = -\log(H^+)$). Y se emplea para expresar el comportamiento del ion hidrógeno. La mayoría de las aguas naturales tiene un valor de pH 5,5 – 8,6 grados, en una escala de

0 a 14 grados, para la cual un pH de 7 en el agua refleja neutralidad. Y para un pH de 7 para arriba representa alcalinidad y lo contrario indica acidez. La alteración excesiva fuera de estos límites puede indicar contaminación del abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial,

Riesgos para la salud el pH no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua, aunque de forma indirecta sí puede afectar a la salud debido a un aumento de algunos metales, Si tenemos un Agua Ácida (menor que 7) Puede disolver iones metálicos y correr tuberías. Agua básica (mayor que 7) Puede generar incrustaciones de sales en tuberías y vajilla, sabor salobre, disminuir la espuma de jabones y detergentes, pH menores de 4 y mayores de 11 Impacto en la biodiversidad, (UICN).

No hay una recomendación en cuanto a un óptimo de pH, en las directrices publicadas por la OMS afirman que el pH por lo general no tiene ningún impacto directo sobre los consumidores, sin embargo, también escriben que el pH es uno de los parámetros de calidad operativos más importantes del agua.

Cologaritmo de la concentración de iones hidrógeno en solución. Indica el carácter ácido ($\text{pH} < 7$), neutro ($\text{pH} = 7$) o básico ($\text{pH} > 7$), de la solución. NB 512.

1.1.5.-Conductividad.

La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica. Esta medida está relacionada con la concentración de iones en el agua, sus concentraciones, movilidad y valencia, así como la temperatura en la que se encuentra el medio líquido.

Los iones provienen de sales disueltas y materia inorgánica (alcalinos, carbonatos, cloruros y sulfuros). Entonces, los compuestos disueltos en el agua se transforman en iones a los que también se pueden referir como electrólitos. Mientras mayor sea la concentración de electrólitos en el agua, mayor será su conductividad o

(conductividad electrolítica). Algunos de los electrólitos que se pueden encontrar en el agua son: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{-2} . También Cuando una solución tiene compuestos inorgánicos (sales y metales) suele tener alta conductividad; en cambio, cuando tiene materia orgánica, suele tener baja conductividad. Al determinar la concentración de iones disueltos en el agua (electrólitos) se puede así, determinar la cantidad de sólidos totales disueltos (TDS, por sus siglas en inglés) en el agua, (Cava Suarez-2016).

Valores entre (400-1000) $\mu\text{S}/\text{cm}$ no representan un riesgo a la salud; indican irregularidades o posible contaminación, (Water Quality-18).

1.1.6-Turbiedad.

La turbidez en las aguas se origina por la presencia de partículas en suspensión o partículas coloidales, es decir partículas que por su tamaño o peso se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en mayor o menor medida, estas partículas pueden tener su origen en minerales, partículas orgánicas húmicas y partículas filamentosas entre otro tipo de sustancias, Aunque no se conocen efectos adversos para la salud humana de la presencia de turbidez en las aguas, (Niebla Canelo, Daniel. -18).

Por lo tanto, en todos los procesos que utiliza la desinfección, la turbiedad siempre debe ser baja, de preferencia por debajo de 1UNT, para conseguir una desinfección efectiva. Se recomienda que la turbiedad máxima debe ser de 5 UNT, pero preferible que sea menor a 1UNT, cuando se utiliza la desinfección. La turbiedad por encima de 5UNT, puede ser perceptible y, en consecuencia, generar rechazo por el consumidor (OPS, 1988).

En todos los casos donde se desinfecte el agua, la turbiedad debe ser baja, en concentraciones de 5 UNT, establecida por OMS los considera aceptables para los consumidores, (Hidalgo Castro Oswaldini-2020).

1.1.7.-Cloro Residual.

Si se fuese a adicionar a un agua una cantidad conocida de cualquiera de las formas del cloro y después de cierto intervalo de tiempo (tiempo de contacto) se analizará el agua para determinar al cloro (el cloro residual), se encontraría menos cloro presente que el que se adicionó. Se dice que el agua tiene una demanda de cloro después de cierto tiempo de contacto. El cloro no es sólo un poderoso desinfectante, sino que también satisface otras necesidades en las plantas potabilizadoras de agua. Puede reaccionar como amoníaco, hierro, manganesito, sustancias proteicas, sulfuros y algunas sustancias productoras de sabores y olores mejorando las características del agua potabilizada, (cava Suarez-2016).

La OMS recomienda un mínimo de 0,5 mg./por litro de agua, muy por debajo del límite permisible en Bolivia de 1,5 mg./l

1.1.8-Bacterias coliformes fecales (termoresistentes).

Los Coliformes Fecales (termorresistentes), son aquellos coliformes que resisten temperaturas hasta de 52°C, se trata de organismos anaerobios esporulados, normalmente presentes en las heces, sus esporas pueden subsistir en el agua, por periodos de tiempo más prolongados y pueden resistir a la desinfección si el grado de tiempo de concentración y el pH son inadecuados, su presencia en aguas desinfectadas puede indicar que existen deficiencias en el tratamiento, (OMS ,2007).

Las operaciones de coagulación, floculación, sedimentación (o flotación) y filtración retiran partículas del agua, incluidos los microorganismos (bacterias, virus y protozoos). Es importante optimizar y controlar las operaciones para lograr un rendimiento constante, confiable y pueden actuar como barrera permanente y eficaz contra microbios patógenos, (Eliana Gareca).

1.1.9.-Escherichia coli

E. coli Abunda en las heces de origen humano y animal. Se halla en agua residual, en agua y suelos naturales que han sufrido contaminación reciente, ya sea de seres humanos, operaciones agrícolas o de animales y aves salvajes. Pertenece a la familia de las enterobacteriáceas, posee las enzimas beta-galactosidasa, betaglucuronidasa. Se desarrolla a 44 – 45 °C.

La presencia de E. coli es indicador de una contaminación fecal reciente, por lo que tras su detección debería considerarse la toma de medidas adicionales, como la realización de otros muestreos y la investigación de las posibles fuentes de contaminación, como un tratamiento inadecuado o alteraciones en la integridad del sistema de distribución del agua de consumo humano favorezcan la proliferación de estos microorganismos, OMS (2007).

Riesgos para la salud. - La vía de infección primaria es la ingestión. Habitualmente no es patógeno, pero puede ocasionar gastroenteritis, diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente. La OMS, Guías para la calidad del agua potable, considera la ausencia de Coliformes fecales como valor adecuado, pues su presencia, aunque en valores mínimos, significa una potencial contaminación por filtración de excretas.

1.2.-Infecciones transmitidas por el agua.

Existen diversos tipos de agentes patógenos que pueden transmitirse por el agua de consumo contaminada. Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus, protozoos y helmintos. La gama de agentes patógenos cambia en función de factores variables como el aumento de las poblaciones de personas y animales, el incremento del uso de aguas residuales, los cambios de los hábitos de la población o de las intervenciones médicas, las migraciones y viajes de la

población, y presiones selectivas que favorecen la aparición de agentes patógenos nuevos o mutantes, o de recombinaciones de los agentes patógenos existentes. También existe una considerable variabilidad en la inmunidad de las personas, ya sea adquirida por contacto con un agente patógeno o determinada por factores como la edad, el sexo, el estado de salud y las condiciones de vida, (OMS-2006).

1.2.1-Tifoidea

Esta enfermedad infecciosa se caracteriza por fiebre continua. Otros síntomas son diarrea o estreñimiento, cefaleas, dolores musculares y fatiga. La tifoidea es transmitida por los alimentos o el agua contaminada por las heces de una persona que padezca la enfermedad o sea portadora de la misma. Los pescados y mariscos y la leche son también medios de transmisión importantes, Cualquiera puede contraer esta enfermedad, (OMS-2006).

1.2.2-La Hepatitis A

Se trata de una enfermedad vírica sumamente contagiosa que causa una infección hepática leve. Los síntomas pueden ser fiebre, náusea, dolores abdominales, pérdida del apetito e ictericia. La vía de transmisión más común es, probablemente, de persona a persona, pero los alimentos y el agua contaminados son fuentes de infección importantes. Las pruebas epidemiológicas de la transmisión por el agua del VHA (Virus hepatitis A). Son más concluyentes que las correspondientes a cualquier otro virus, también son relativamente frecuentes los brotes de origen alimentario, en los que los focos de infección incluyen manipuladores de alimentos infectados, marisco recolectado en aguas contaminadas y frutas y hortalizas frescas contaminadas. Las personas que viajan de zonas con buen saneamiento a zonas con saneamiento deficiente se exponen a un riesgo de infección elevado, (OMS-2006).

1.2.3.-Cólera

Es una enfermedad diarreica aguda, causada por infección intestinal. Es probablemente la más conocida de las enfermedades diarreicas, ya que la mayoría de las personas han oído hablar de ella. La infección suele ser leve y sin síntomas, pero puede ser grave, puede contraerse de casos activos de la enfermedad o de sus portadores, simplemente con ingerir alimentos o agua contaminada. También se sabe que el cólera se transmite por ingestión de pescados y mariscos crudos. Esta enfermedad no se propaga directamente de una persona a otra, por lo que no se corre riesgo de contraerla mediante el contacto social ordinario con una persona infectada, (OMS).

1.2.4.-Criptosporidiosis

Las criptosporidiosis es un parásito que se encuentra comúnmente en lagos, ríos, arroyos y estanques, especialmente cuando el agua ha sido contaminada con aguas residuales y desechos de animales. La infección puede contraerse de varias maneras: al beber agua contaminada, o comer alimentos crudos o poco cocinados que hayan sido contaminados con ovocitos (una especie de huevo que constituye la etapa infecciosa del parásito) de criptosporidiosis; por contacto directo con las heces animales o seres humanos infectados; o por transferencia mano-boca de los ovocitos presentes en superficies que hayan sido contaminadas con pequeñas cantidades de heces de una persona o animal infectados. Los síntomas son diarrea, náusea, retortijones y fiebre baja. Hasta la fecha no se conoce ninguna forma segura y eficaz de tratamiento para esta enfermedad, (OMS-2006).

1.3.-Aspectos relativos a la salud pública

Las epidemias de enfermedades transmitidas por el agua pueden afectar a numerosas personas, y la prioridad principal de la elaboración y aplicación de controles de la calidad del agua de consumo debe ser el control de estas epidemias. La información disponible sugiere también que el agua de consumo puede contribuir a la morbilidad general en ausencia de epidemias, de modo que una finalidad adicional del control de la calidad del agua de consumo debe ser reducir la morbilidad por enfermedades transmitidas por el agua en el conjunto de la población. Algunos de los agentes patógenos cuya transmisión por agua de consumo contaminada producen enfermedades

graves y que, en ocasiones, pueden ser mortales. Algunas de estas enfermedades son la fiebre tifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa, (causada por el virus de la hepatitis A).

1.4.-Desinfección

La desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua de consumo. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro, la desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo y debe utilizarse tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal.

La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución. La desinfección química de un sistema de abastecimiento de agua de consumo que presenta contaminación fecal reducirá el riesgo general de enfermedades, pero no garantizará necesariamente la seguridad del suministro. Por ejemplo, la desinfección con Cloro del agua de consumo tiene una eficacia limitada frente a los protozoos patógenos —en particular *Cryptosporidium*— y frente a algunos virus. La eficacia de la desinfección puede también ser insatisfactoria frente a patógenos presentes en flóculos o partículas que los protegen de la acción del desinfectante. Una turbidez elevada puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y generar una demanda significativa de Cloro. Una estrategia general de gestión eficaz añade a la desinfección, para evitar o eliminar la contaminación microbiana, barreras múltiples, como la protección del agua de origen y operaciones de tratamiento adecuado, así como la protección del agua durante su almacenamiento y distribución, (OMS, 2006).

El uso de productos químicos desinfectantes en el tratamiento del agua genera habitualmente subproductos. No obstante, los riesgos para la salud que ocasionan estos subproductos son extremadamente pequeños en comparación con los asociados a una desinfección insuficiente, y es importante que el intento de controlar la concentración de estos subproductos no limite la eficacia de la desinfección, (OMS, 2006).

El intento de controlar los subproductos de la desinfección (SPD) no debe poner en peligro la desinfección, (OMS, 2006).

Puede medirse y controlarse fácilmente la concentración de algunos desinfectantes del agua de consumo, como el Cloro, y se recomienda realizar análisis frecuentes si se práctica la cloración del agua. La dosificación de desinfectantes (dosis) debe determinarse en laboratorio a través de la Prueba de Demanda de Cloro. Debe tenerse en cuenta que la demanda del Cloro de cualquier agua, será variado con la cantidad de Cloro que se aplique, con el tiempo de contacto del que se dispone en una planta de tratamiento con el pH y con la temperatura, (OMS, 2006).

1.5.-Coagulación- Floculación.

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se Producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado. El objetivo principal de la coagulación es desestabilizar las partículas coloidales que se encuentran en suspensión, para favorecer su aglomeración; en consecuencia, se eliminan las materias en suspensión estables; la coagulación no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y los microorganismos. Las partículas coloidales desestabilizadas, se pueden atrapar dentro de un floc, cuando se adiciona una cantidad suficiente de coagulantes, habitualmente sales de metales trivalente como el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$, o Cloruro Férrico $FeCl_3$, el floc está formado de moléculas de $Al(OH)_3$ o de $Fe(OH)_3$. La presencia de ciertos aniones y de las partículas coloidales acelera la formación del precipitado. Las partículas coloidales

juegan el rol de anillo durante la formación del floc; este fenómeno puede tener una relación inversa entre la turbiedad y la cantidad de coagulante requerida. En otras palabras, una concentración importante de partículas en suspensión puede requerir menor cantidad de coagulante, (Altamirano -2013).

Los objetivos básicos de la floculación son reunir micro flóculos para formar partículas con peso específico superior al del agua y compactar el flóculo disminuyendo su grado de hidratación para producir baja concentración volumétrica, lo cual produce una alta eficiencia en los procesos posteriores como sedimentación y filtración. (RODRIGUES).

1.2.- MARCO CONCEPTUAL.

1.2.1.-Agua para Consumo Humano.

Agua que cumple con los requisitos de la norma NB 512. También se denomina agua potable, (NB 495).

1.2.2.-Obra De Toma De Agua Potable.

La obra de toma es conjunto de estructuras en la zona de captación, que permiten explotar de forma adecuada y eficiente el agua disponible en las fuentes, para beneficio del hombre, (Boulevard Adolfo Ruiz 2007).

1.2.3.-Fuentes de abastecimiento de agua.

Depósitos o cursos naturales de agua, superficiales o subterráneos, (NB 512).

1.2.4.-Sistema de agua potable.

Es un conjunto de estructuras, equipos, accesorios e instalaciones que tienen por objeto transformar la calidad del agua y transportarla desde la fuente de abastecimiento hasta los puntos de consumo en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión, (NB 512).

1.2.5.-Planta de tratamiento de agua.

Conjunto de obras civiles, instalaciones y equipos convenientemente dispuestos para llevar a cabo procesos y operaciones unitarias que permitan obtener aguas de calidad aptas para consumo y uso humano. Se denomina también planta potabilizadora de agua.

1.2.6.-Tanque de almacenamiento.

Depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución, destinado a almacenar agua y/o mantener presiones adecuadas en la red de distribución, (NB 689).

1.2.7.-Red de distribución.

Conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten la entrega del agua a los consumidores en forma constante con presión apropiada y en cantidad suficiente para Satisfacer sus necesidades, (NB 495).

1.2.8.-Conexión domiciliaria de agua.

Conjunto de tuberías y accesorios que permiten la conducción del agua desde la red de distribución hasta el límite de propiedad del beneficiario, (NB 512).

Riesgo en salud. - Probabilidad de ocasionar daño a la salud de los consumidores, debido a una operación defectuosa o contaminación en el sistema de abastecimiento de agua, (NB 512).

1.2.9.-Usuario (consumidor).

Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza alguno de los servicios de agua potable o alcantarillado sanitario para sus actividades, con los propósitos mencionados en el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano, (NB 495).

1.2.10.-Captación de Vertiente.

Son obras que protegen los afloramientos naturales de Agua subterránea de cualquier tipo de contaminación y permiten el ingreso de agua a los elementos de conducción de agua hacia el tanque de almacenamiento, distribución o planta de tratamiento. Las obras de captación de vertiente pueden ser: De fondo, cuando se capta agua que emerge en terreno llano. De ladería Lateral, cuando se realiza la protección de una vertiente que aflora a una superficie tipo plano inclinado con carácter puntual o disperso. De bofedal, cuando el afloramiento de la vertiente se realiza por múltiples “venas de agua”

anegando el terreno y debiendo emplearse un colector para captar la totalidad del agua, (NB 689).

1.2.11.-Muestreo.

Acción que consiste en tomar muestras con el objeto de analizar sus propiedades y características, (VSB, 2005. NB 495).

1.2.12.-Punto de muestreo.

Lugar físico de donde se extrae una muestra representativa, para su posterior caracterización físico-química, bacteriológica y/o radiológica, (VSB 2005 NB 496).

1.2.13.-Muestra simple.

Es aquella que representa las condiciones y características del agua potable en la red de distribución, (VSN 2005 NB 496).

1.2.14.-Parámetro.

Nombre del elemento o compuesto a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio, (VSB, 2005. NB 495).

1.2.15.-Contaminación de Agua.

Alteración de las propiedades físico- químicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre deteriorando su bienestar o su medio ambiente, Ley 1333 De Medio Ambiente, Reglamento En Materia De Contaminación Hídrica (RMCH).

1.3.-MARCO LEGAL

1.3.1.-Código de salud de la república de Bolivia, 18 de julio de 1978

CAPÍTULO II

Artículo 32°. - La Autoridad de Salud regulará, fiscalizará y controlará la calidad del agua destinada al abastecimiento de la población del país y toda aquella que constituya riesgo para la salud.

Artículo 33°. - La Autoridad de Salud definirá la política, así como la regulación, ejecución y control de los abastecimientos de agua potable para las poblaciones rurales.

Artículo 36°. - Se prohíbe a las personas naturales o jurídicas realizar acciones que puedan ocasionar la contaminación o deterioro sanitario de las aguas superficiales y subterráneas. La Autoridad de Salud está facultada para tomar las medidas pertinentes.

Artículo 37°. - La Autoridad de Salud definirá la política del saneamiento de los cuerpos de agua, y, el control de calidad, a los efectos de evitar descargas indiscriminadas de residuos sólidos tanto industriales como domésticos.

1.3.2.-Constitución Política Del Estado Plurinacional De Bolivia

Nos indica en el capítulo 5: sobre los recursos hídricos 373 a 376.

Artículo 373.- El agua constituye un derecho fundamentalísimo para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo. El Estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad y sustentabilidad.

II. Los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales y subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos y cumplen una función social, cultural y ambiental. Estos recursos no podrán ser objeto de apropiaciones privadas y tanto ellos

como sus servicios no serán concesionados y están sujetos a un régimen de licencias, registros y autorizaciones conforme a ley.

Artículo 374.-Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. Datos de la OMS (Organización Mundial para la Salud) muestran que sólo el 50% tiene agua limpia en Bolivia.

II. El Estado reconocerá, respetará y protegerá los usos y costumbres de las comunidades, de sus autoridades locales y de las organizaciones indígena originarias campesinas sobre el derecho, el manejo y la gestión sustentable del agua.

III. Las aguas fósiles, glaciales, humedales, subterráneas, minerales, medicinales y otras son prioritarias para el Estado, que deberá garantizar su conservación, protección, 27 Preservación, restauración, uso sustentable y gestión integral; son inalienables, inembargables e imprescriptibles.

Artículo 375. I. Es deber del Estado desarrollar planes de uso, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las cuencas hidrográficas.

II. El Estado regulará el manejo y gestión sustentable de los recursos hídricos y de las cuencas para riego, seguridad alimentaria y servicios básicos, respetando los usos y costumbres de las comunidades. Es deber del Estado realizar los estudios para la identificación de aguas fósiles y su consiguiente protección, manejo y aprovechamiento sustentable.

Artículo 376. Los recursos hídricos de los ríos, lagos y lagunas que conforman las cuencas hidrográficas, por su potencialidad, por la variedad de recursos naturales que contienen y por ser parte fundamental de los ecosistemas, se consideran recursos estratégicos para el desarrollo y la soberanía boliviana. El Estado evitará acciones en las nacientes y zonas intermedias de los ríos que ocasionen daños a los ecosistemas o

disminuyan los caudales, preservará el estado natural y velará por el desarrollo y bienestar de la población.

1.3.3.-Ley 1333 Del Medio Ambiente de 27 de abril de 1992

Según los artículos establecidos son los siguientes 32,33,36,37,38 y 39

De los Recursos Naturales Renovables.

Artículo 32°.- Es deber del Estado y la sociedad preservar, conservar, restaurar y promover el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, entendidos para los fines de esta Ley, como recursos bióticos, flora y fauna, y los abióticos como el agua, aire y suelo con una dinámica propia que les permite renovarse en el tiempo.

Artículo 33°.- Se garantiza el derecho de uso de los particulares sobre los recursos naturales renovables, siempre que cumplan lo dispuesto en el artículo 34 de la presente Ley. 28 del Recurso Agua.

Artículo 36°.- Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del Estado y la sociedad.

Artículo 37°.- Constituye prioridad nacional la planificación, protección y conservación de las aguas en todos sus estados y el manejo integral y control de las cuencas donde nacen o se encuentran las mismas.

Artículo 38°.- El Estado promoverá la planificación, el uso y aprovechamiento integral de las aguas, para beneficio de la comunidad nacional con el propósito de asegurar su disponibilidad permanente, priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población.

Artículo 39°.- El Estado normará y controlará el vertido de cualquier sustancia o residuo líquido, sólido y gaseoso que cause o pueda causar la contaminación de las aguas o la degradación de su entorno. Los organismos correspondientes reglamentarán el aprovechamiento integral, uso racional, protección y conservación de las aguas, (MDSMA, 1992).

1.3.4.-Ley de derechos de la Madre tierra 071 del 21 de diciembre del 2010 Ley Derechos de La Madre Tierra.

Artículo 7.- 3. Al agua: Es el derecho a la preservación de la funcionalidad de los ciclos del agua, de su existencia en la cantidad y calidad necesarias para el sostenimiento de los sistemas de vida, y su protección frente a la contaminación para la reproducción de la vida de la Madre Tierra y todos sus componentes, (MDSMA, 2010).

1.3.5.-Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica aprobado mediante el Decreto Supremo 24176 del 8 de diciembre de 1995

De la Clasificación de Cuerpos de Aguas.

Artículo 4° 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 gobernador 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 presedimentación, 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.

Para la presente investigación es indispensable el conocimiento y la aplicación de los Reglamento Nacional de Prestación de Servicios de Agua Potable.

1.3.6.-NB 512- 04 “Agua potable – requisitos.

Esta norma establece los valores máximos aceptables de los diferentes parámetros, organolépticos, físico-químicos, microbiológicos y radiológicos es fundamental para proteger la salud pública. que determinan la calidad de agua abastecida con destino al uso y consumo humano y las modalidades de aplicación y control, se aplica a todas las

aguas abastecidas con destino al uso y consumo humano desde el sistema de distribución y almacenamiento hasta el punto de consumo.

1.3.7.-NB 512 “Reglamento nacional para el control de la calidad de agua para consumo humano”. Esta norma reglamenta la Norma Boliviana NB 512 Agua Potable – Requisitos, en cuanto se refiere a la calidad física, química, microbiológica, organoléptica y radiactiva del agua destinada al consumo humano, para proteger la salud de la población; estableciendo las condiciones que deben cumplir las Entidades Prestadoras de Servicios de Agua POTABLE y Alcantarillado Sanitario (EPSA) a nivel nacional.

TABLA N 1

PARÁMETRO DE CONTROL MÍNIMO NB 512

Nº	Parámetro	Valor máximo aceptable
1	pH	6,5 a 9,0
2	Conductividad	1500,0 μ S/cm
3	Turbiedad	5 UNT
4	Cloro residual	0,2 – 1,0 mg/l
5	Coliformes Termorresistentes	< 1 UFC/100 ml a < 2 UFC/100 ml
6	Escherichia coli	< 1 UFC/100 MI a < 2 UFC/100 ml

Fuente. (NB512). 2019

1.3.8.-NB-495 “Agua Potable – Definiciones y Terminología”. Esta Norma tiene por objeto presentar las definiciones y terminología relacionados con las actividades relativas al control de la calidad del agua, muestreo y análisis de laboratorio.

1.3.9.-NB-496 “Agua Potable- Toma de muestras”.

Esta Norma tiene por objeto establecer las condiciones y frecuencias para la toma de muestras de agua destinada al consumo humano, para la realización de análisis físicos, químicos, 16 bacteriológicos y/o radiológicos, métodos de muestreo, transporte y conservación.

1.3.10.-NB 689: Instalaciones de agua —Reglamentos Técnicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable.

Es un conjunto de Reglamentos que establecen los criterios técnicos de diseño de sistemas de agua potable de carácter público y/o privado, en el área urbana, periurbana y rural para obtener obras con calidad, seguridad, durabilidad y economía; y de esa manera, contribuir al mejoramiento del nivel de vida y salud de la población.

CAPÍTULO II

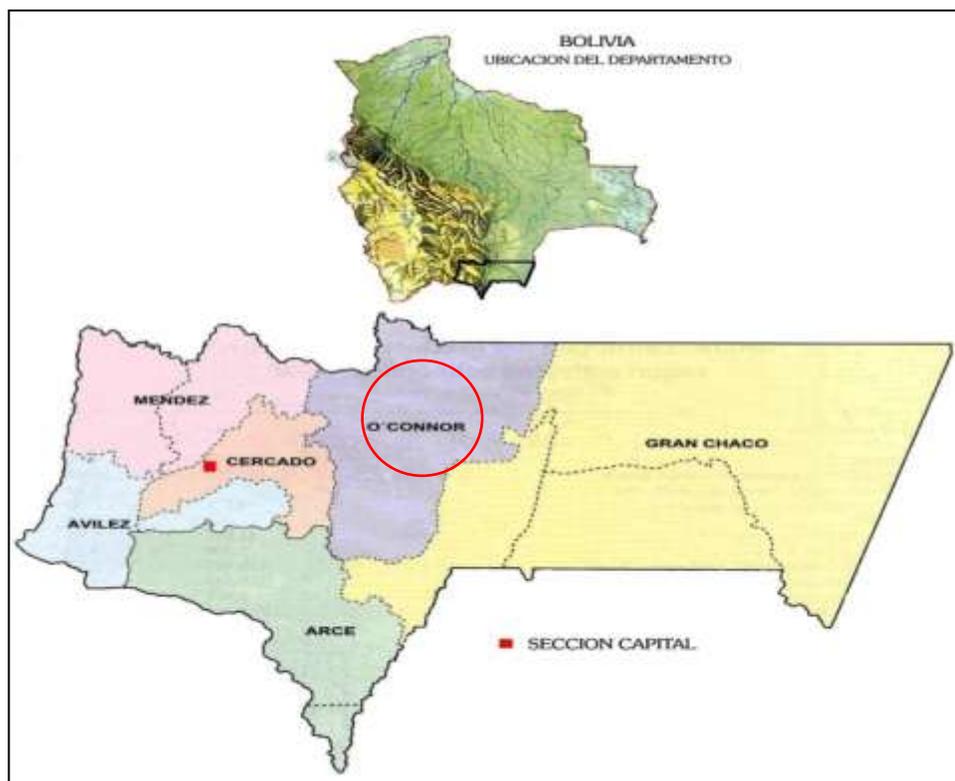
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1-LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO ÁMBITO NACIONAL Y DEPARTAMENTAL.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el País de Bolivia que se encuentra situada en el centro de América del Sur entre los 57°26' y 69°38' de longitud occidental 9°38' y 22°53' de latitud sur, abarcando más 13 grados geográficos y ocupado su territorio una extensión total de 1.098.581 km².

MAPA 1

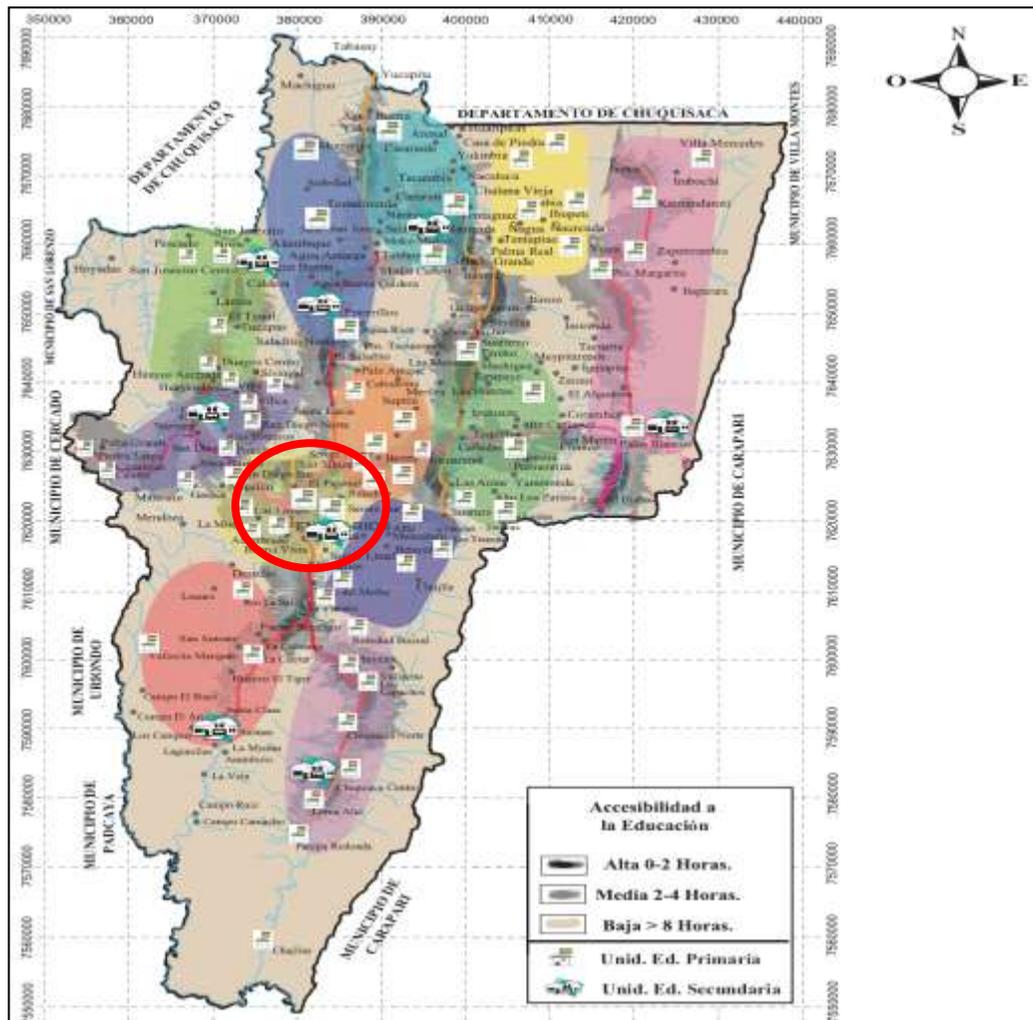
MAPA DE UBICACIÓN DE BOLIVIA Y TARIJA



Fuente. - Estudio Integral Técnico-Económico-Social y Ambiental TESA

MAPA 2

MAPA DE UBICACIÓN DE LA PROVINCIA O'CONNOR ÁMBITO PROVINCIAL.



Fuente. - Estudio Integral Técnico-Económico-Social y Ambiental TESA

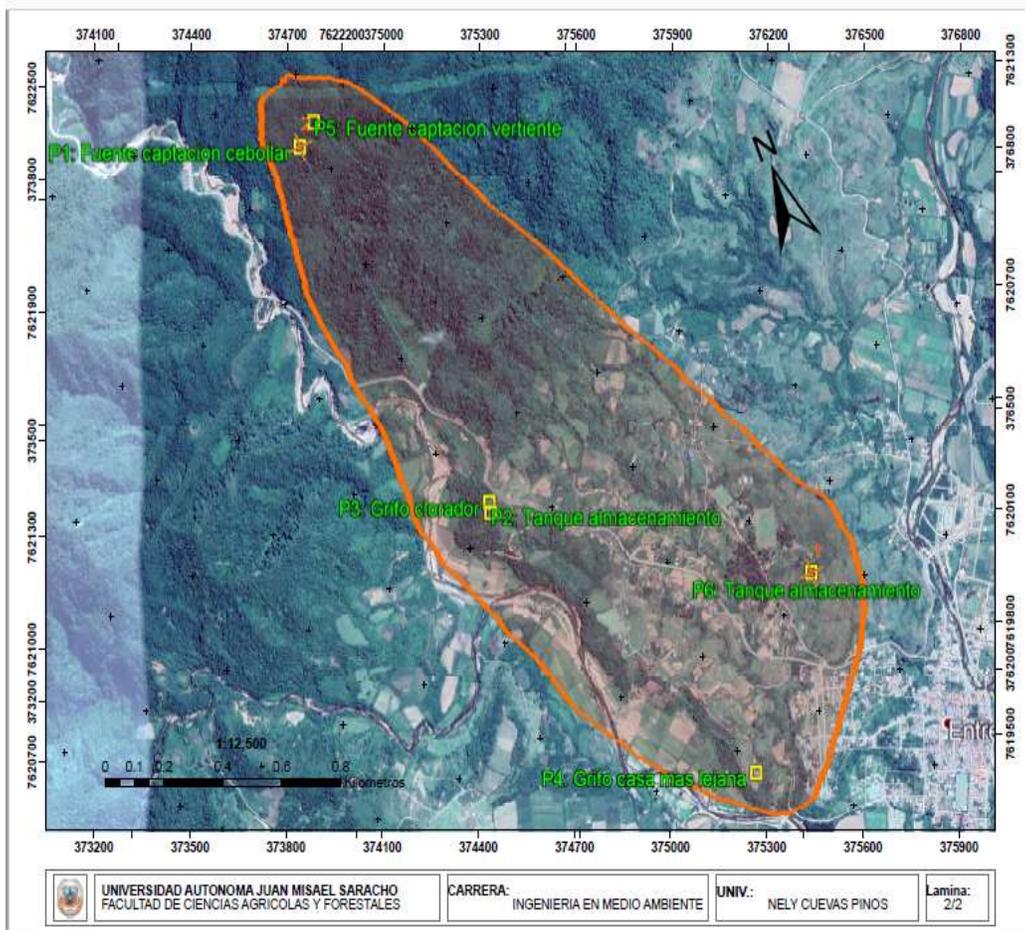
La comunidad de Las “Lomas” se encuentra a una altitud de 1220 m.s.n.m. Sus límites son al norte con la comunidad de San Diego Sud, al Sur con la Comunidad de Moreta, al este con la Localidad de Entre Ríos y al oeste con la Comunidad de Gareca.

2.1.1.-Ubicación Específica del Área de Estudio de los dos sistemas quebrada el cebollar y de vertiente

La comunidad de Las Lomas se encuentra ubicada en el Distrito 1, Cantón Moreta del Municipio de Entre Ríos correspondiente a la Provincia O'Connor del Departamento de Tarija con coordenadas de $21^{\circ} 31'00.00''$ S a $064^{\circ} 11' 58.8''$ O. Y a unos 3 km del centro urbano de Entre Ríos.

MAPA 3

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente. - Elaboración propia, ArcGIS.

TABLA N 1
COORDENADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

PUNTOS DE MUESTREO QUEBRADA EL CEBOLLAR	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM	
P1: Fuente de captación.	21°30'0.9"S	64°12'37.2"O	374628.52	7622001.31
P2: Tanque de almacenamiento.	21°31'00.00"S	64°11'58.8"O	375747.49	7620192.55
P3: Grifo clorador.	21°30'58.4"S	64°11'56.1"O	375738.48	7620241.68
P4: Grifo de casa más alejada.	21°31'43.0"S	64°11'04.0"O	377334.29	7618882.37
COORDENADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO				
PUNTOS DEL MUESTREO DE VERTIENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM	
P1: Fuente de captación.	21°29'57.2"S	64°12'34.3"O	374711.09	7622115.73
P2: Tanque de almacenamiento.	21°31'00.5"S	64°11'59.2"O	375736.10	7620177.09

Fuente. - Elaboración propia 2019.

El presente trabajo de estudio de los dos sistemas de la comunidad Las “Lomas” tanto de los puntos más cercanos como más alejados está dentro del área rural de la comunidad.

2.2.- ASPECTOS FÍSICOS NATURALES DE LA COMUNIDAD LAS “LOMAS”.

2.2.1.-Clima. El clima es uno de los elementos de mayor importancia del medio biológico y en los ecosistemas en general, ya que determina y controla de manera variable la meteorización de las rocas y de sus minerales componentes, modelado de relieve, naturaleza, desarrollo la vegetación natural, activa, biológica del suelo, clase, aptitud y manejo de los suelos, como de los factores determinantes de la erosión del suelo.

TABLA N 3

TIPOS DE CLIMA DEL DISTRITO I

Unidad Climática	Precipitación	Temperatura (°C)
Frío húmedo	1.100- 1.400	16- 17
Frío semihumedo	1.0- 1.100	16- 18
Semihumedo	1.100- 1.400	17- 19

Fuente: ZONISIG 2000. (Estación climatológica el Pajonal)

2.2.2.-Pluviometría. - La época de lluvias empieza en los meses de noviembre, diciembre y concluye en los meses de marzo y abril, mientras que la época seca abarca normalmente entre los meses de mayo hasta parte de octubre, existiendo algunos años excepcionales que pueden adelantarse o atrasarse. De acuerdo a los datos registrados en la estación de pajonal, la precipitación ocurrida en un año normal oscila alrededor de los 1.150, 0 mm lo que indica que el área recibe un buen aporte hídrico de lluvias.

2.2.3-Temperaturas. - El área de estudios, debido a su situación geográfica, se encuentra sometida a frecuentes intercambios de masa de aire tropical y polar. En gran parte del año, bajo la influencia del sistema de alta presión del atlántico sur, se producen las lluvias, mientras que los vientos que provine del norte o noreste son cálidos y secos provocando ocasionalmente temperaturas superiores a los 40^ac, incluso en los meses de agosto a octubre. Temperatura media anual es de 17^oc, con variación mensuales que van desde los 22,6^ac, los meses de verano hasta los 13,9^ac, en invierno. Estación climatológica: del pajonal.

2.2.4.-Humedad Relativa. - Según datos de la estación climatológica del pajonal, la humedad relativa media anual es 72% en los meses de agosto a noviembre es de 65% mientras que en el periodo diciembre a julio es del 76%.

TABLA N 2
HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep	Oct	Nov	Dic	MEDIA
74	77	79	79	77	73	70	64	65	64	68	71	72

Fuente: SENAMHI

2.2.5. Vientos. - En el área de estudio, normalmente los vientos más fuertes se presentan en los meses de agosto a noviembre y en época lluviosa las precipitaciones generalmente llegan precedidas por fuertes vientos. Los vientos son relativamente moderados, la velocidad media anual es de 6,6km/hora, con una dirección Norte. En la época de mayor incidencia las velocidades oscilan desde 7,6 a 10,3 km/hora (agosto-noviembre) y en la época de menor incidencia la velocidad media es de 4,5 a 6,7 km/hora (diciembre-julio). Fuente: SENAMHI.

2.2.6. Geología. -Según la edad se identifican 4 sistemas de formación geológica, Terciario, Cretácico, Triásico, Carbónico. Fuente:(ZONISIG).

TABLA N 3
LEYENDA GEOLÓGICA

Código	Edad	Litología
T	Terciario	Conglomerados, areniscas, limolitas y calizas.
K	Cretácico	Lavas basálticas, areniscas, conglomerados, calizas y limonitas.
TR	Triásico	Areniscas, calizas, margas, yeso y conglomerados.
C	Carbónico	Limonitas, areniscas y conglomerados.

Fuente:(ZONISIG)

2.2.7. Descripción fisiográfica. - Paisaje de Montaña Media con disección moderada. Se localiza en sector oeste desde el noroeste hacia el sudoeste del Municipio de Entre Ríos, los cerros Gareca y comunidades de Gareca, Potreros y Las Lomas; con altitudes de 501 a 2.500 msnm, clima templado semihúmedo, cubierto por bosques ralos, siempre verdes, semidecíduos, submontanos, el relieve moderadamente escarpado a extremadamente escarpado (pendientes mayores a 60 %). (PDM E.R 2014- 2018).

2.2.8. Suelos. - El suelo es uno componente muy importante en el medio físico y ecosistema, es el soporte de la vegetación natural y de las actividades productivas de hombre a través de los cultivos agrícolas, ganadería en sus diferentes formas, agroforestales, aprovechamiento forestal y toda forma de ocupación del territorio oriental al aprovechamiento de los recursos naturales.

Asociación cambisol-leptosol. - Cerros Gareca y comunidad de referencia las lomas. Suelos con pendiente extremadamente escarpado, cubierto de un bosque denso estacional y una vegetación herbácea graminoide baja sinusia arbustiva, con pedregosidad y rocosidad común , profundos, presenta colores pardo a pardo oscuro o pardo rojizo oscuro, textura variables franco arenoso y franco arcilloso arenoso, los cambisoles presentan una profundidad efectiva profunda (100- 150cm), por su parte los leptosoles presentan una profundidad efectiva de superficie(30 -50cm),el drenaje natural.

2.2.9. Vegetación. - Aproximadamente el 80/(4.275km²) del territorio de la provincia O'Connor está cubierto por bosques de diferentes tipología y potencialidad, ubicados íntegramente en paisajes de serranías y colinas, estos pasajes dominan el 93/ de la fisiografía de la provincia, según “inventario y clasificación tipológica de bosques en la provincia O'Connor”.

TABLA N 4

LEYENDA DE TIPO DE VEGETACIÓN DISTRITO I

Unidad	Clase de Formación	Sub clase de Formación	Grupo	Piso
1	Bosque denso	Siempre verde	Estacional	Nublado
2	Bosque ralo	Siempre verde	Semideciduo	Nublado
3	Bosque ralo	Caducifolio	Estacional	Submontano
4	Matorral	Siempre verde	Semideciduo	Nublado
5	Herbácea	Graminoide baja.	Sinusia arbustiva	Montano

Fuente: ZONISIG.

2.2.-MATERIALES.

Para geo referenciar se utilizó el siguiente material donde se inició de fuente de captación hasta la última casa más alejada domicilio familia cerda.

- GPS.
- Tablero.
- Cámara fotográfica digital.
- Material de escritorio.

PARA MEDICIÓN DE CAUDAL DE LA QUEBRADA EL CEBOLLAR

- Balde de 20L.
- Tubo de un metro de largo de 8 pulgadas.
- Pala.
- Flexómetro.
- Lápiz.
- Libreta de campo.
- Tablero.
- Cámara fotográfica.
- Cronometro.

PARA MEDICIÓN DE CAUDAL DE AGUA DE VERTIENTE

- Balde de 20 L.
- Machete.
- Libreta de campo.
- Tablero.
- Cámara fotográfica.
- Cronometro.

TOMA DE MUESTRA

- Conservadora de temperaturas.
- Hielo.
- 6 frascos de polipropileno de 500ml desinfectado.
- 6 botellas de polipropileno de 2 litro.
- Guantes quirúrgicos.
- Pinza.
- Algodón.
- Alcohol.
- Cinta adhesiva.
- Encendedor.
- Tablero.
- Libreta de campo.
- Formulario de muestreo.
- Planillas de registro de puntos de muestreo.
- Cámara fotográfica
- Termómetro de campo.

2.3.-METODOLOGÍA.

La metodología empleada para el cumplimiento de los objetivos propuestos los tipos de metodologías tanto comparativo, método de análisis, método descriptivo y método estadístico de manera particular con lo cual se logra analizar y cuantificar los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación.

2.3.1.- Descripción de la Metodología

Para la realización del presente trabajo de investigación se seguirán las siguientes fases:

➤ **FASE 1.- Trabajo de Campo.**

Para determinar la calidad de agua se realizó la toma de muestras para los análisis físico-químico y microbiológico que fue tomados en los meses de: agosto, septiembre y noviembre en horas de la mañana en fechas distintas de cada mes, donde se consideró cuatro puntos de muestreo que corresponden a: P1. Fuente de captación; P2. Tanque de almacenamiento; P3. Grifo clorador y P4. Grifo de la casa más alejada familia cerda; para los cuales se han realizado la toma de muestras obedeciendo a los protocolos establecidos por NB 496.

- Para cada toma de muestra se han tomado la previsión de utilizar guantes quirúrgicos, barbijos y el gorro para la cabeza, para evitar la contaminación de la muestra.
- Procedimiento para la toma de muestras para el análisis de microbiológico, se han utilizado envases de polipropileno con boca ancha, con tapa a rosca de plástico, que son de 500ml. previamente esterilizados por laboratorio de “CEANID” (Centro de análisis, investigación y desarrollo).
- Para el análisis físico-químico se preparó las botellas PET de polietileno con la capacidad de 2 litros previa mente, antes de la obtención para la muestra se procede a hacer el enjuague de tres veces para la colecta de muestreo correspondiente.
- Para la toma de muestras en el grifo se precedió la verificación del grifo que este en buen estado que no presente rajaduras, fugas algunas, para poder tomar las muestras donde se esteriliza el grifo se toma una torunda de algodón empapado con alcohol y con la ayuda de una pinza y prender una llama de fuego durante un minuto, Luego abrir el grifo y dejar correr agua por 1 uno a tres 3 minutos, eliminando impurezas y agua estancada en la tubería.

Para su identificación de cada envase de muestreo se puso la fecha, hora y el punto correspondiente, de cada punto a muestrear tomando en cuenta la (NB 496- 18) de manera que se puede ver en anexos 2.

Para garantizar la concentración de las muestras y la representatividad se ha tomado en cuenta la cadena de frío. (NB 496-2005) observar en la imagen de anexos N 31,32.

➤ **FASE 2.- Laboratorio**

Para la comparación de la calidad de agua se realizó mediante los parámetros mínimos de la NB 512.

➤ **FASE 3.- Descripción De Las Operaciones Unitarias**

Para la descripción de las operaciones unitarias en los dos sistemas del presente trabajo de investigación, se tomaron en cuenta la fuente de captación, aducción, línea de conducción tanque de almacenamiento y distribución, esto se hace para ambos sistemas ver figura.

➤ **Fase 4.- Propuesta.**

Una vez obtenido los resultados se propondrá una propuesta para la potabilización del sistema para lograr una mejor calidad de agua potable. Ver figura N 3

2.3.2. Empleo de fórmula para el Cálculo de Caudal

El método empleado para el cálculo de caudales se empleó la siguiente formula:

$$Q = V/t$$

Dónde:

Q_1 = Caudal de entrada de la quebrada (m^3/ s)

V= Volumen del agua de la quebrada (m^3)

t= Tiempo en que se llena el balde (s)

2.3.3.-Caudal de quebrada el cebollar fuente de captación donde se mide el tiempo promedio que tarda el recipiente de 20 litros para llenarse Q₁

$$20 \text{ l} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0,02\text{m}^3$$

TABLA 7

CÁLCULO DE CAUDAL PUNTO UNO

N.º de mediciones	Tiempo (s)	Sumatoria Total (s)	Tiempo Promedio(s)
1	3,83	20,91	4,18
2	4,27		
3	4,43		
4	3,98		
5	4,34		

Fuente. - Elaboración propia 2019

2.3.4.-Caudal de quebrada el cebollar que ingresa al tanque de almacenamiento donde se mide el tiempo promedio que tarda el recipiente de 20 litros para Q₂

$$20\text{l} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0,02\text{m}^3$$

TABLA 8

CÁLCULO DE CAUDAL PUNTO DOS

Nº de mediciones	Tiempo (s)	Sumatoria Total (s)	Tiempo Promedio (s)
1	30,14	151,81	30,362
2	30,19		
3	30,57		
4	30,33		
5	30,58		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

2.3.5.-Fórmula para el Cálculo de pérdida del caudal en fuente de captación del agua de quebrada el Cebollar.

Donde el: $\Delta Q = - (Q_2 - Q_1)$

ΔQ =Caudal de pérdida de la quebrada que entrada a la fuente de captación (m³/s)

Q_1 =Caudal que ingresa a las cámaras de filtración (m³/ s)

Q_2 = Caudal del tubo del afluente que llega al Tanque (m³/ s)

2.3.6.-Cálculos de caudal fuente de captación agua de Vertiente donde se mide el tiempo promedio que tarda en llenar el recipiente de 20 litros Q_1 .

TABLA N 9

CÁLCULO DE CAUDAL DE VERTIENTE PUNTO UNO

Nº de mediciones	Tiempo (s)	Sumatoria Total (s)	Tiempo promedio (s)
1	16,59	85,54	17,108
2	16,64		
3	16,44		
4	16,32		
5	16,55		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

2.3.7-Cálculo de caudal de agua de vertiente que llega al tanque de almacenamiento donde se mide el tiempo promedio que tarda el recipiente de 20 litros en llenarse para el Q₂.

TABLA N 10

CÁLCULO DE CAUDAL DE VERTIENTE PUNTO DOS

Nº de mediciones	Tiempo (s)	Sumatoria Total (s)	Tiempo promedio(s)
1	25,35	128,81	25,762
2	24,84		
3	24,76		
4	24,41		
5	24,45		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

2.4.- Se describe en sus operaciones unitarias los dos sistemas de captación agua de quebrada el cebollar y agua de vertiente de la comunidad Las “Lomas”

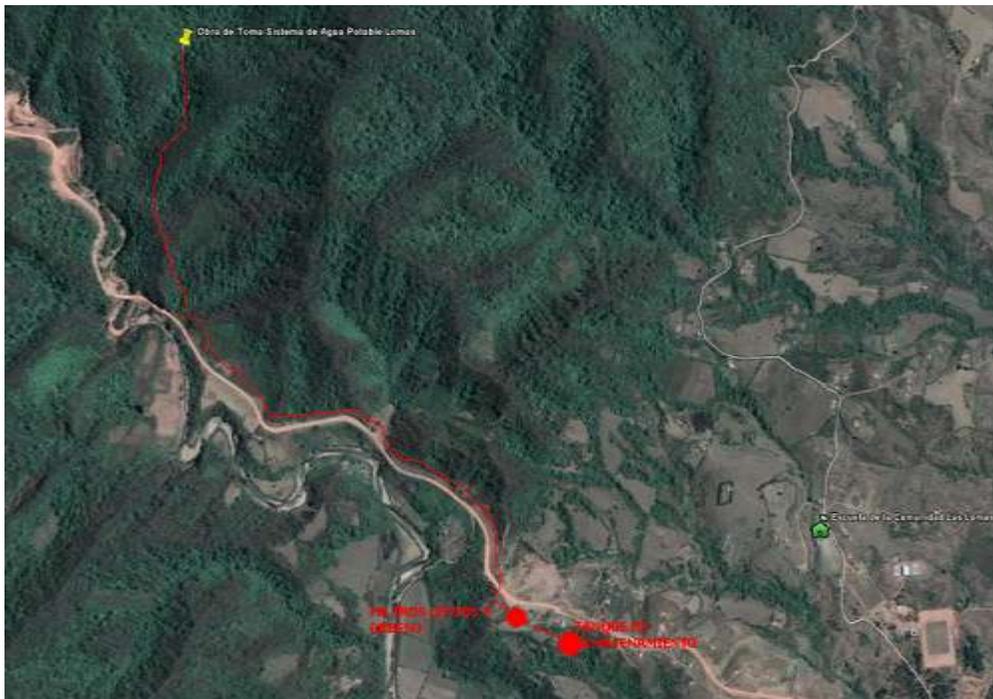
Se ha optado en esta investigación de estudio basándome netamente en la descriptiva, con el fin de determinar las características físicas del área de estudio. Dónde a continuación se describió en todas sus operaciones desde fuente de captación hasta el tanque de almacenamiento de los dos sistemas.

En la actualidad la quebrada el cebollar fuente de captación cuenta con una obra de toma de un caudal de 4,79 l/s el cual cuenta con un (desarenador, sedimentador de partículas de $\phi = 0,08$ mm). con una aducción, de Tubería fierro galvanizado (F. G), con di $\phi = 2,5$ plg. Con una longitud aproximada de 150m, también se observa tubería PVC $\phi = 2,5$ plg 720m que a su vez consta con cámaras de purga lodos y purga aire en los lugares necesarios dentro de la aducción, Por otro lado, se tiene puentes colgantes de diferente longitud. De manera que el caudal que llega a la planta de tratamiento es de 0,68 l/s litros por segundo.

El Tanque de Almacenamiento de tipo semienterrado de H°A° con una capacidad de 35 m³ y con un cierre perimetral con malla olímpica. Donde la planta de tratamiento cuenta con Filtro Grueso Ascendente: donde se realiza el filtrado de líquido elemento antes que ingrese al tanque de almacenamiento, donde está la grava. Esto es de diferente tamaño, el sistema del filtro grueso tiene una serie de accesorios que colecten el agua filtrada. Cuenta con una Filtración Lenta de Arena: donde se realiza el filtrado del líquido elemento antes que ingrese al tanque de almacenamiento. Donde ingresa por una cámara de arena donde es ala aducción, donde está el filtro grueso y el filtro de arena donde se elimina la mayor cantidad de partículas en suspensión. De manera que la Red de distribución va para la zona alta, de la comunidad los cuales son de tubería PVC y F.G. de esta manera se puede ver en la siguiente imagen N 1. Y figura N 1

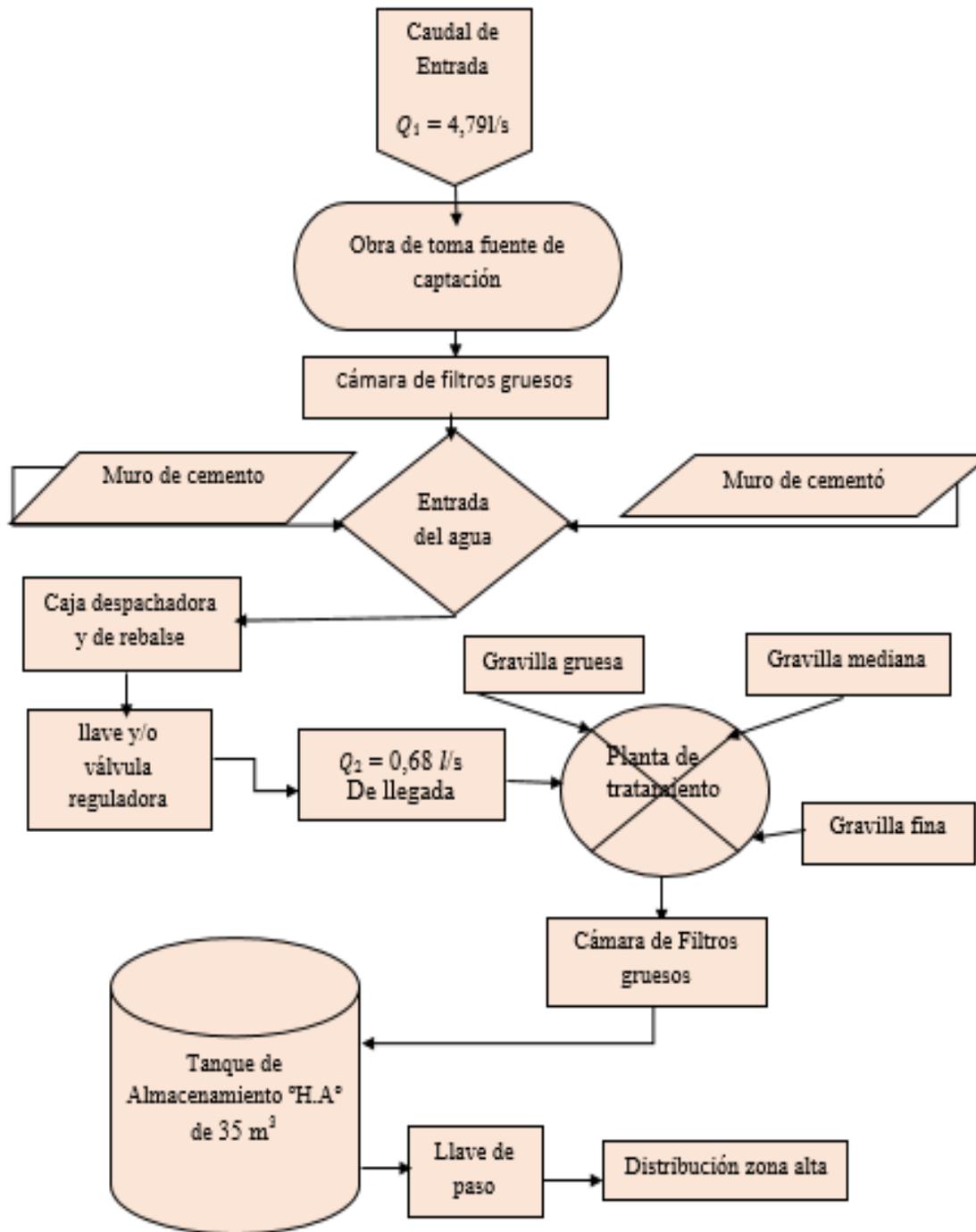
IMAGEN N 1

SISTEMA DE AGUA LA QUEBRADA EN CEBOLLAR



Fuente. - Elaboración propia. (Google Earth)

2.4.1.-Diagrama de Flujo del Quebrada el Cebollar



Fuente. - Elaboración propia 2019

2.5.-Descripción actual del Sistema Antiguo de agua de Vertiente.

Este sistema de captaciones de agua, vertiente cuenta con tres cámaras de aducciones donde se observa que tiene desarenador bajo el suelo donde estas cámaras tiene unas tuberías de PVC con un $\varnothing=0,07\text{m}$ de orificios por donde transporta el agua a la cámara principal, para luego ser despachada a los tanques de almacenamiento de distribución, este sistema cuenta con tres puentes colgantes, que son de Fierro Galvanizado (F.G.) de $\varnothing=1/2\text{plg}$ de 25 m de longitud con diámetro de $1/2''$, puente de 35 y 23 m de longitud con diámetro de $3/4''$. A la vez cuenta con cámaras reguladoras en distintos puntos.

También se observa que cuenta con un tanque de almacenamiento y distribución que es de dos ramales uno de la zona baja y otro que va a Moreta isla. Como se puede ver en la imagen N 2 y la figura N 2.

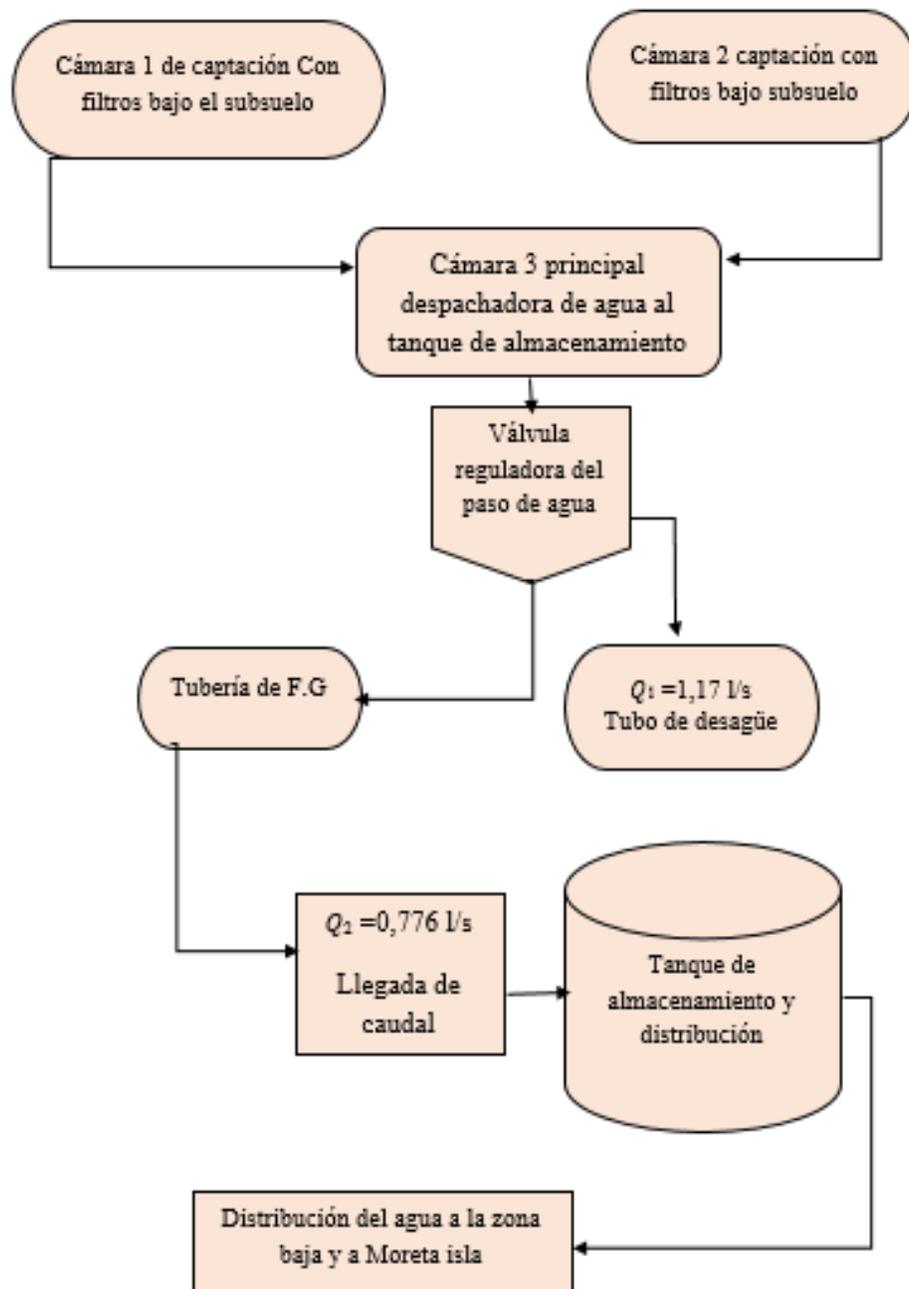
IMAGEN N 2

SISTEMA DE AGUA DE VERTIENTE



Fuente. - Elaboración propia Google Earth.

2.5.1.-Flujograma Del Sistema Agua Vertiente



Fuente. - Elaboración propia 2019

CAPÍTULO III

RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1.-RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS DE AGUA QUEBRADA EL CEBOLLAR Y AGUA DE VERTIENTE POR EL CENTRO DE ANÁLISIS INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO “CENID”

Para determinar la calidad de agua de los dos sistemas quebrada el cebollar y de vertiente se recurrió a la NB 512 basándome en los parámetros de control mínimo, de manera que los resultados del cual se solicitó los análisis de: parámetros microbiológicos, Coliformes Termorresistentes, Escherichia coli y físico-químico de parámetros control mínimo (pH, Conductividad, Turbiedad, y Cloro Residual). me han permitido hacer la comparación y la interpretación de los resultados con los parámetros estipulado según la norma Bolivia NB512. Logrando de esta manera identificar los parámetros que están sobrepasando el rango del límite permisible con el fin de determinar su calidad de agua que tiene la comunidad de Las “Lomas”.

3.1.1.-RESULTADOS DEL PARÁMETRO pH

TABLA N 11

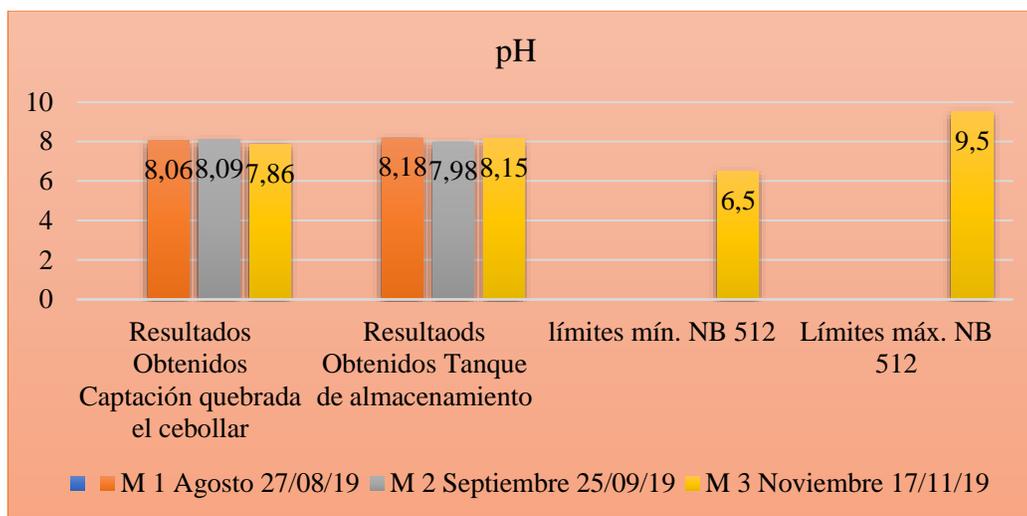
RESULTADO DEL PARÁMETRO PH

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados agua de quebrada			Límite permisible mín-máx	Cumplimiento NB512
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
pH	p 1	SM 4500-H-B	8,06	8,09	7,86	6,5 – 9,5	cumple
	p 2		8,18	7,98	8,15		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 1

PARÁMETRO pH



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Describiendo la tabla y la gráfica de los resultados de las muestras tomada en el punto P1: fecha 27 mes de agosto con un resultado de pH de 8,18 en fuente de captación y en el mes de septiembre en fecha 25 con resultado de pH 8,09 y en el mes de noviembre en fecha 17 con un resultado de pH 7,86 analizando y comparando los resultados se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la NB 512. En el punto P2: tanque de almacenamiento se tiene en el mes de agosto en fecha 27 un pH de 8,18, en el mes de septiembre en fecha 25 un pH 7,98, en el mes de noviembre en fecha 17 se tiene un pH de 8,15 lo que significa que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos.

Analizando y comparando los resultados de ambos puntos nos indican que mayor pH tenemos en el mes de agosto en fecha 27 con un pH 8,18 y en el tanque de almacenamiento P2: el menor pH tenemos en el mes de noviembre el 17 un pH 7,86 en fuente de captación de punto P1.

Concluyendo con estos análisis y comparación no sobre pasan el límite máximo permisible de la NB512 lo que significa, que las aguas tienen un grado considerable de alcalinidad. Como se puede observar en la tabla 11 y gráfica 1.

Los cambios de pH, se ve a condición de medio de vida, siendo los organismos biológicos que habitan en el agua también factores que alteran su acidez o alcalinidad, cuya falta de control ocasionaría un consumo fuera de los niveles permisibles, (Hidalgo Castro Oswaldini).

No hay una recomendación en cuanto a un óptimo de pH, en las directrices publicadas por la OMS afirman que el pH por lo general no tiene ningún impacto directo sobre los consumidores, sin embargo, también escriben que el pH es uno de los parámetros de calidad operativos más importantes del agua.

3.1.2.-RESULTADOS DEL PARÁMETRO CONDUCTIVIDAD.

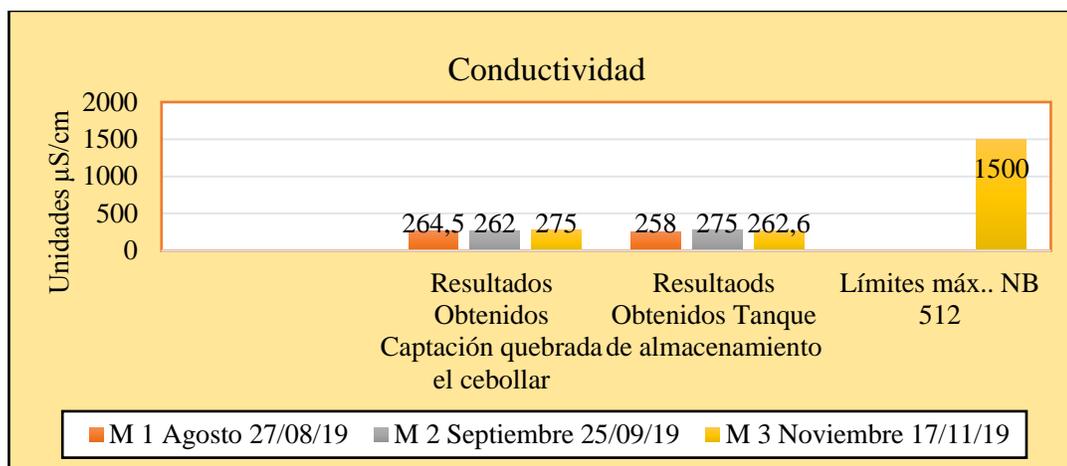
TABLA 12
PARÁMETRO DE CONDUCTIVIDAD

Parámetro	Punto de muestreo.	Técnica	Resultados Agua de quebrada			Límite máx. Permisible	Cumplimiento. NB 512
			27/08/9	25/09/19	17/11/19		
Conductividad	P 1	SM 2510-B	264,5	262,0	252,5	1.500µS/cm	Cumple
	P 2		258,0	275,0	262,6		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 2

PARÁMETRO DE CONDUCTIVIDAD



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Describiendo el cuadro de las muestras tomadas en punto uno en fecha 27 de agosto con un resultado de 264,5 $\mu\text{S/cm}$ y el mes de septiembre en fecha 25 con un resultado de 262,0 $\mu\text{S/cm}$ y en el mes de noviembre en fecha 17 con un resultado de 252,5 $\mu\text{S/cm}$. y analizando estos resultados se denota que en fecha 27 de agosto aumenta la conductividad debido a que aumenta la concentración de iones. El 17 de noviembre baja la conductividad.

En el punto dos en fecha 27 de agosto se tiene un resultado de 258,0 $\mu\text{S/cm}$. en septiembre 25 con un resultado de 275,0 $\mu\text{S/cm}$. y en noviembre se tiene un resultado de 262,6 $\mu\text{S/cm}$. analizando estos resultados se denota que en el mes de septiembre aumenta la conductividad.

Comparando los resultados de análisis en la gráfica de conductividad realizados en los muestreos P1: captación y P2: Tanque de almacenamiento que se adjunta con la normativa, se puede observar que, en los meses de agosto, septiembre y noviembre no se excede el valor máximo $\mu\text{S/cm}$. 1500 aceptable estipulado por la NB 512, lo que

significa que la solución de (agua) presenta una baja cantidad de sales disueltas, haciendo de esa manera que estas aguas son aptas para el consumo humano.

Concluyendo que en el punto uno y punto dos el mayor valor de conductividad es en el mes de septiembre en el punto dos con un valor de 275,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. y el valor menor de conductividad es en el punto uno es 252,5 en el mes de noviembre en fecha 17. Como se puede observar en la tabla N 12 e gráfica 2.

Mientras mayor sea la concentración de electrólitos en el agua, mayor será su conductividad (o conductividad electrolítica), (Caba Suarez).

Comparando estos resultados de trabajo de investigación de la ingeniera Eliana Gareca en el año 2019 de la ciudad de Entre Ríos a través de los análisis de conductividad se puede observar que ambos resultados de estudio no se excede el valor máximo aceptable estipulado por la NB 512, lo que significa que la solución (agua) no está concentrada, porque la proximidad de los iones inhibe su actividad, en consecuencia, su habilidad de transmitir corriente.

3.1.3.-RESULTADO DE PARÁMETRO DE TURBIEDAD

TABLA N 13

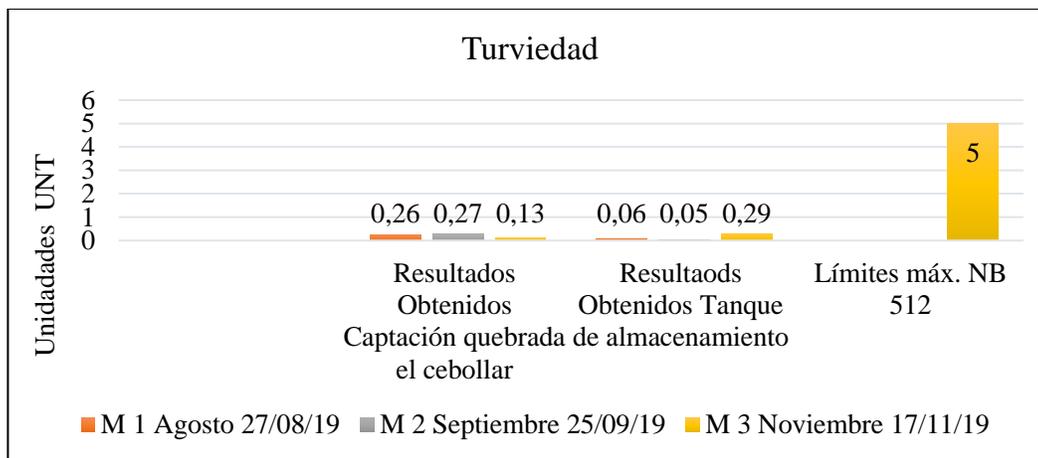
RESULTADO DE PARÁMETRO DE TURBIEDAD

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de quebrada			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 12
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Turbiedad	P- 1	SM 2130-B	0,26	0,27	0,13	5 UNT	Cumple
	P -2		0,06	0,05	0,29		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 1

PARÁMETRO TURBIEDAD



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Se describe la tabla y la gráfica de los resultados de las muestras tomada en el punto P1: fecha 27 mes de agosto con un resultado de 0,26 UNT en fuente de captación y en el mes de septiembre en fecha 25 con resultado de 0,27 UNT y en el mes de noviembre en fecha 17 con un resultado de 0,13 analizando y comparando los resultados se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la NB 512. En el punto P2: tanque de almacenamiento se tiene en el mes de agosto en fecha 27 un 0,06UNT, en el mes de septiembre en fecha 25 un 0,05 UNT, en el mes de noviembre en fecha 17 se un 0,29 UNT en este punto los resultados por laboratorio de “CEANID” se encuentran dentro de los límites permisibles estipulados por la normativa.

Analizando y comparando los resultados de ambos puntos nos indican que mayor turbiedad se tiene en noviembre en fecha 17 de un 0,29 UNT en el tanque de almacenamiento punto P2: y menor Turbiedad tenemos en el mes de septiembre en fecha 25 de un 0,05UNT en el mismo punto, pero en distintas fechas.

Concluyendo con estos análisis y comparación nos indican que no sobre pasan el límite máximo permisible de 5UNT. Que significa que tiene conteniendo de forma ideal la cantidad de sólidos en suspensión, para ser tratado con Cloro y producir agua potable y seguir cumpliendo con los parámetros organolépticos del agua, para su aceptabilidad por los consumidores, siendo un agua cristalina (Incolora) la cual puede ser tratada efectivamente en el proceso de cloración, según la NB 512. Como se puede observar en la tabla 13.

Mientras más turbia sea el agua, se podría tener mayor riesgo de contaminación microbiológica o de contener otros contaminantes. No es recomendable clorar aguas con más de 5 UNT. los niveles de turbiedad antes de la cloración del agua deben ser.

- Ideal: menor a 1 UNT.
- Aceptable: menor a 5 UNT. (Unidad Nefelométrica de Turbiedad) (Bustamante N, 2017).

Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 UNT, y estará idealmente por debajo de 1 UNT.

3.1.4.- RESULTADOS DE COLIFORMES TERMORRESISTENTES

TABLA N 14

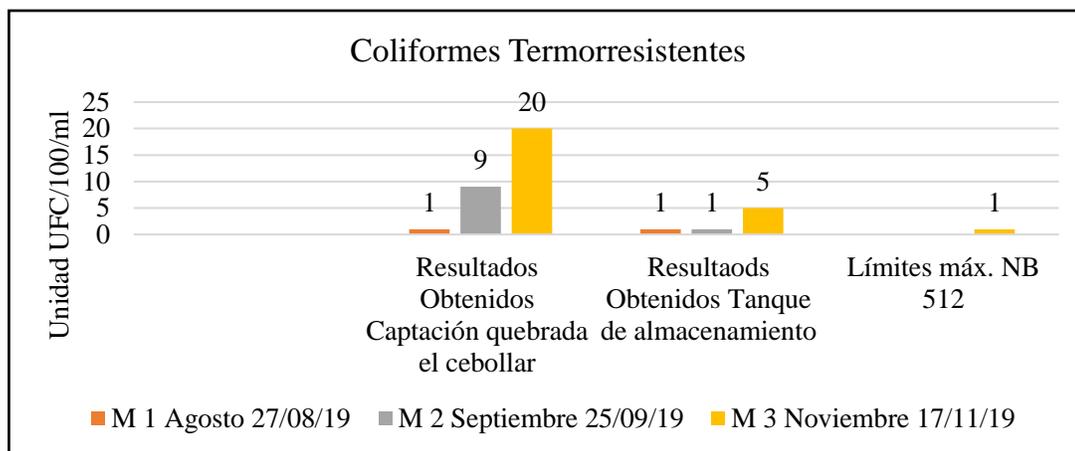
RESULTADOS DE COLIFORMES TERMORRESISTENTES

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de quebrada			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 512
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Coliformes Termorresistentes	P-1	NB 31006:09	< 1	9	20	< 1 UFC/100ml	No cumple
	P-2		< 1	< 1	5		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 4

PARÁMETROS COLIFORMES TERMORRESISTENTES



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Se adjunta resultados de parámetros coniformes termorresistentes con la normativa NB 512, del punto P1: Fuente de captación en mes de agosto en fecha 27 1UFC/100ml que cumple con la normativa de límite máximo 1UFC/100ml. En el mes de septiembre se obtiene un resultado de 9 UFC/100ml. que significa que es 8 veces más límite máximo permisible 1UFC/100ml.y en el noviembre se tiene resultado de 20 UFC/100ml. que nos indica que es 19 veces más del límite máximo permisible 1UFC/100ml.

Para el punto P2: tanque de almacenamiento en fecha 27 de agosto, septiembre 25 comparando estos resultados con la normativa cumplen con los límites permisibles, pero en fecha 17 de noviembre sobrepasan los límites permisibles donde se tiene 5UFC/100ml, que significa 4 veces doble del límite máximo permisible 1UFC/100ml de la NB 512.

Analizando y comparando los resultados de ambos puntos mencionados líneas arriba se concluye que según los resultados obtenidos de laboratorio de las muestras tomadas en los puntos de muestreo en el mes noviembre aseverar que en fecha 17 en fuente de captación hay un 20 UFC/100ml. mayor concentración de contaminación y menor.

contaminación en tanque de almacenamiento de un 5 UFC/100ml. la principal fuente de microorganismos patógenos en el agua son las heces del hombre y animales, por lo que generalmente están asociados con materia particulada. También podemos afirmar que si bien pueden ser consideradas las aguas de quebrada el cebollar como fuente de abastecimiento para el consumo de la comunidad, amerita que se debe hacer un previo tratamiento químico (procesos de cloración) para que pueda cumplir con lo requerido en la norma para su potabilización NB 512. Ver la tabla 15.

Según estudios realizados por la (Eliana Gareca-2019). Del Río Trancas Entre Ríos Los análisis realizados por el laboratorio CEANID, muestran que el parámetro coliformes termorresistentes excede el valor máximo aceptable establecido por la NB512, lo que indica contaminación del agua por coliformes termorresistentes y por lo tanto la ineffectividad de las dosificaciones realizadas, si bien con éstos datos se demuestra contaminación microbiológica, no hay que olvidar el hecho que esta planta de tratamiento de cloración, está en una zona rural, donde la cría de animales como chanchos, vacas, caballos, gallinas y otros es normal, influenciando de forma directa al sistema que se encuentra destapado o al aire libre.

3.1.5.-RESULTADO DE ESCHERICHIA COLI

TABLA N 15

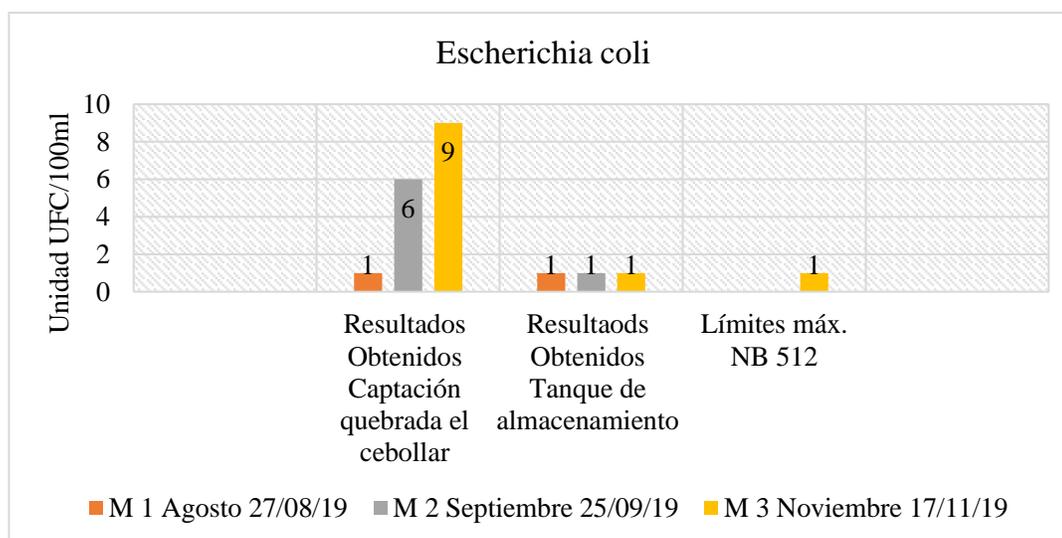
RESULTADO DE ESCHERICHIA COLI

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de quebrada			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 512
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Escherichia coli	P- 1	NB 31006:09	< 1	6	9	< 1 UFC/100ml	No cumple
	P-2		< 1	< 1	< 1		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 5

PARÁMETRO ESCHERICHIA COLI



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Como se puede interpretar los resultados de la gráfica 5 de parámetros de Escherichia coli y comparación con la normativa NB512, en fuentes de captación P1: agua de

quebrada el cebollar en el mes de agosto en fecha 27 se tiene resultados de 1UFC/100ml., que cumplen con el límite máximo permisible de la normativa NB512 1UFC/100ml.

En el mes de septiembre en fecha 25 se obtiene un resultado de 6 UFC/100ml., que significa que es 5 veces más límite máximo permisible 1UFC/100ml.

En mes de noviembre se obtiene un resultado de 9 UFC/100ml., que nos indica que es 8 veces más del límite máximo permisible 1UFC/100ml.

Y en el P2: tanque de almacenamiento en los meses de agosto, septiembre y noviembre en distintas fechas de las muestras tomadas cumplen con el límite máximo permisible de la normativa NB512 1UFC/100ml.

Se concluye comparando ambos puntos de muestreo con la normativa de parámetros de control mínimo, que el punto uno hay mayor contaminación 9 UFC/100ml, en el mes de noviembre en fecha 17, y una menor contaminación en el mes de septiembre. Como se puede ver en la tabla N°16 y anexo 3.

Abunda en las heces de origen humano y animal. - Se halla en agua residual, en agua y suelos naturales que han sufrido contaminación reciente, ya sea de seres humanos, operaciones agrícolas o de animales y aves salvajes.

Riesgos para la salud la vía de infección primaria es la ingestión. - Habitualmente no es patógeno, pero puede ocasionar gastroenteritis, diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente. (Hidalgo Castro Oswaldini-2020).

OMS, para la calidad del agua potable, considera la ausencia de Coliformes fecales como valor adecuado, pues su presencia, aunque en valores mínimos, significa una potencial contaminación por filtración de excretas.

3.1.6.-RESULTADOS DE CLORO RESIDUAL

TABLA N 16

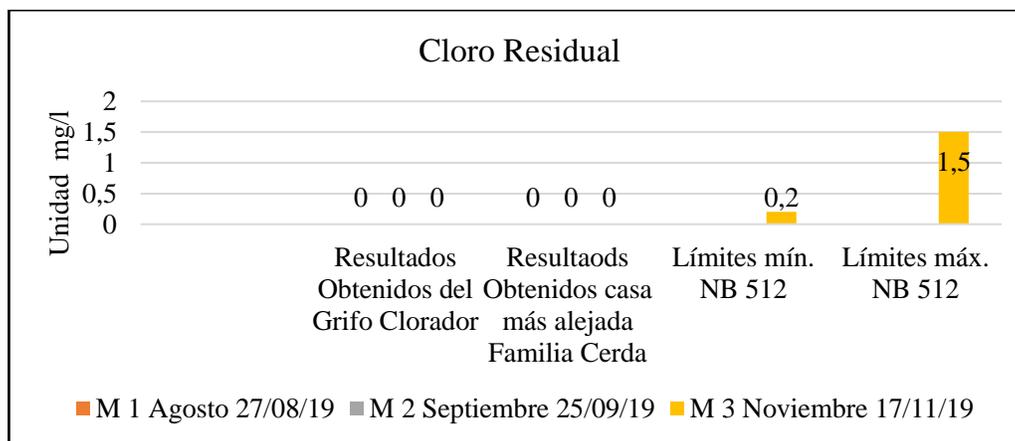
RESULTADOS DE CLORO RESIDUAL

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de quebrada			Límite mín-máx permisible	Cumplimiento NB 512
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Cloro Residual	P- 3	HACH	n.d	n.d	n.d	0,2-1,5 mg/l	No cumple
	P -4	2231- 88	n.d	n.d	n.d		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 6

PARÁMETRO DE CLORO RESIDUAL



Fuente. - Elaboración `propia 2019.

Comparando los resultados con la Norma Boliviana NB 512 de requisitos para agua potable los resultados del punto P3: y P4: muestras para el análisis de cloro residual tomadas en diferentes meses y fechas, no cumplen con los valores requeridos, teniendo

como resultado en la red de distribución 0.00 mg/l y la norma exige que los resultados de cloro residual deben estar dentro de un rango de 0.2 mg/l como límite inferior, y 1.5 mg/l como valor máximo aceptable. según los análisis realizados por el laboratorio “CEANID”.

Lo que significa que las consecuencias de no clorar el agua u obtener niveles bajos de cloro residual en la red de distribución, es permitir el libre tránsito a organismos, microbiológicos, y algunos patógenos como es el caso de las bacterias de coliformes termorresistentes y la Escherichia coli, con capacidades de causar severos problemas de salud, como ser malestar estomacal acompañado de diarrea, vómitos y fiebre. (Altamirano vilca-2013).

La presencia de cloro en el agua de red es imprescindible para mantener la calidad bacteriológica de la misma, pero a la vez está comprobado que su ingesta es altamente perjudicial para la salud, el uso generalizado que se le da al mismo, también es motivo de estudio por los efectos nocivos en la salud humana, (Hidalgo Castro Oswaldini).

3.1.7.-RESULTADOS DE COLIFORMES TERMORRESISTENTES.

TABLA N 17

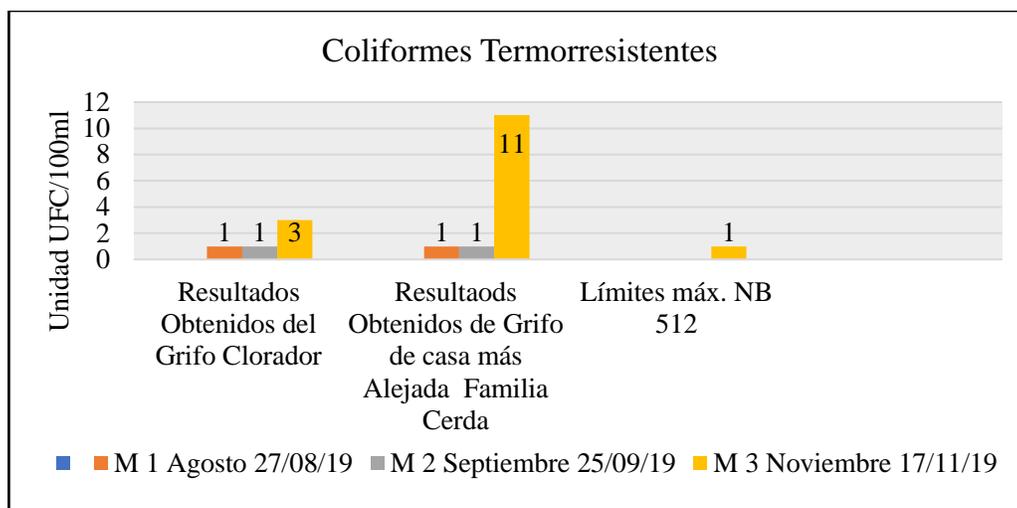
RESULTADOS DE COLIFORMES TERMORRESISTENTES.

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de quebrada			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 512
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Coliformes termorresistentes	P- 3	NB 31006:09	< 1	< 1	3	< 1UFC/100ml	No cumple
	P -4		< 1	< 1	11		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 2

PARÁMETRO DE COLIFORMES TERMORRESISTENTES



Fuente. -Elaboración propia 2019.

Los resultados obtenidos por laboratorio de “CEANID” y a comparación con la normativa NB512 de parámetros de control mínimo, del P3: Grifo clorador y P4: casa más alejada familia cerda se tiene muestras tomadas en agosto, septiembre y noviembre en distintas fechas se obtiene resultados de mes de agosto, septiembre de 1UFC/100ml. que cumple con la normativa NB512 de límite máximo 1UFC/100ml.

En el mes de noviembre se obtiene un resultado de 3 UFC/100ml, que nos indica que sobrepasan 2 veces más del límite máximo permisible 1UFC/100ml. Lo que significa que en el mes noviembre hay presencia bacteriológica como indicador de contaminación de origen fecal.

En el P4: mes de noviembre se obtiene un resultado de 11 UFC/100ml, que nos indica que es 10 veces más se excede del límite máximo permisible 1UFC/100ml. Lo que indica contaminación de gua microbiológica por excretenos. Donde se puede observar en la tabla 17.

Concluyendo la comparación de análisis con la normativa NB512 nos indican que, el agua de quebrada el cebollar tiene presencia microbiológica en cantidades que sobrepasan el valor máximo.

Lo que nos indica que no hay el proceso de cloración si bien con estos datos se demuestra contaminación microbiológica, no hay que olvidar el hecho que esta planta de tratamiento está en el área rural al aire libre y destapada donde permite el sentamiento de las aves etc. Se espera que con el proceso de cloración se desaparezca por completo las bacterias que persisten en la red de distribución.

Los coliformes fecales (Termorresistentes), son aquellos coliformes que resisten temperaturas hasta 52°C, se trata de organismos anaerobios esporulados, normalmente presentes en las heces, sus esporas pueden subsistir en el agua, por periodos de tiempo más prolongados y pueden resistir a la definición si el grado de tiempo de concentración y el pH son inadecuados, su presencia en aguas desinfectadas puede indicar que existen deficiencia en el tratamiento, (Eliana Gareca).

3.1.8.-RESULTADOS PARÁMETROS ESCHERICHIA COLI

TABLA N 18

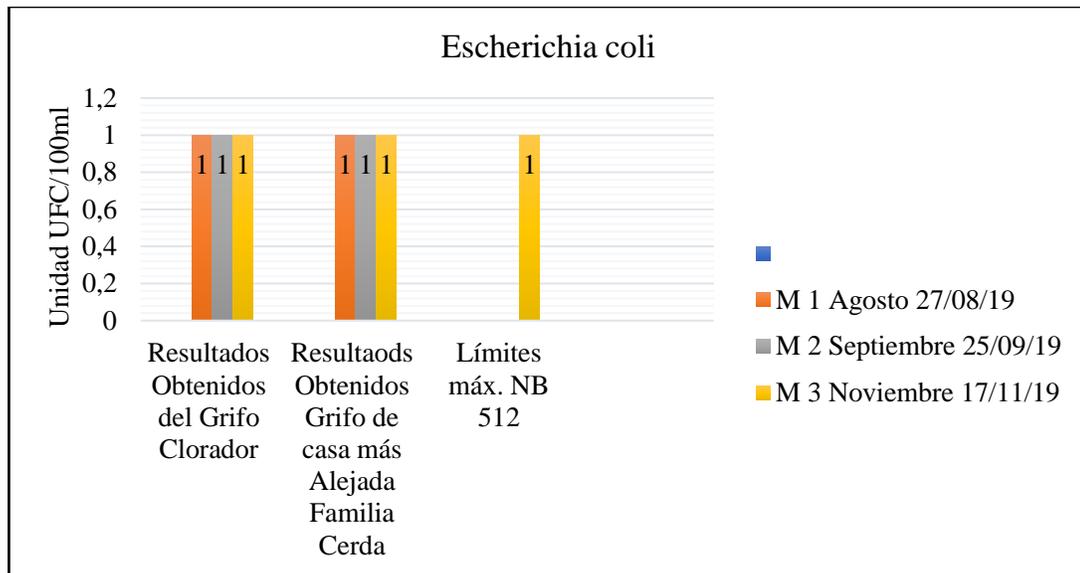
RESULTADOS PARÁMETROS ESCHERICHIA COLI

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de quebrada			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 512
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Escherichia Coli	P- 3	NB 31006:09	< 1	< 1	< 1	< 1 UFC/100ml	Cumple
	P -4		< 1	< 1	< 1		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 3

PARÁMETROS ESCHERICHIA COLI



Fuente. - Elaboración propia 2019.

A través de los análisis de Escherichia coli y comparación con la normativa NB512, del muestreo punto P3: Grifo clorador y punto P4: casa más alejada de la familia cerda de agua de grifo quebrada el cebollar se tomó las muestras en el mes de agosto, septiembre y noviembre se tiene resultados de 1UFC/100ml, lo que significa que cumplen con el límite máximo permisible 1UFC/100ml. Como se puede observar en la tabla 18, Y la gráfica N°8.

3.1.9 RESULTADOS OBTENIDOS POR ANÁLISIS DE LABORATORIO DE “CEANID” DEL SISTEMA AGUA DE VERTIENTE

3.1.9.1.-RESULTADOS DE PARÁMETROS pH

TABLA 19

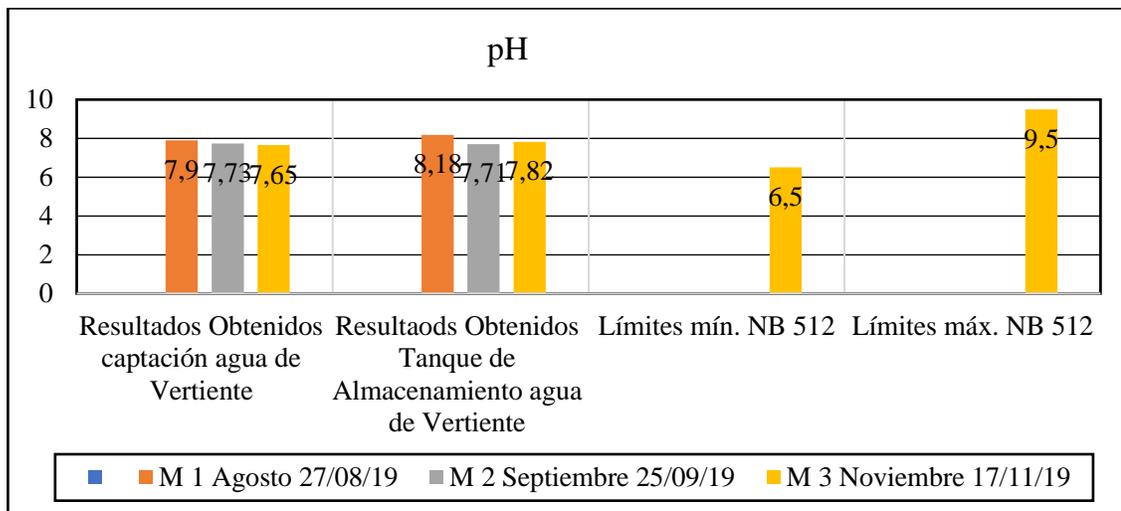
RESULTADOS DE PARÁMETROS PH

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de Vertiente			Límite permisible Mín.-Máx.	Cumplimiento NB 12
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
pH	P 1	SM 4500-H-B	7,90	7,73	7,65	6,5 – 9,5	Cumple
	P 2		8,18	7,71	7,82		

Fuente. - Elaboración propia.

GRÁFIACA 9

PARÁMETROS pH



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Comparando los resultados realizados de análisis pH del punto de muestreo de P1: de fuente de captación agua de vertiente P2: tanque de almacenamiento, ambos resultados de los meses de agosto, septiembre y noviembre con la normativa NB512. Están por debajo del límite máximo de 9,5 estipulado por la normativa lo que significa que tenemos un agua básica que tiene un grado considerable de alcalinidad lo que hace que son aguas aptas para el consumo humano. Como se puede observar en la tabla 19 y gráfica 9.

La mayoría de las aguas naturales tiene un valor de pH 5,5 – 8,6 grados, en una escala de 14 grados, para la cual un pH de 7 en el agua refleja neutralidad, y para un pH de 7 para arriba representa alcalinidad y lo contrario indica acidez. La alteración excesiva fuera de estos límites puede indicar contaminación del abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial. Los límites máximos permisibles aceptables son 6,5 – 8,5 grados y límites máximos permisibles son 6,5 – 9,2 grados. (Cava Suarez-2016).

3.1.9.2.- RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CONDUCTIVIDAD

TABLA N 20

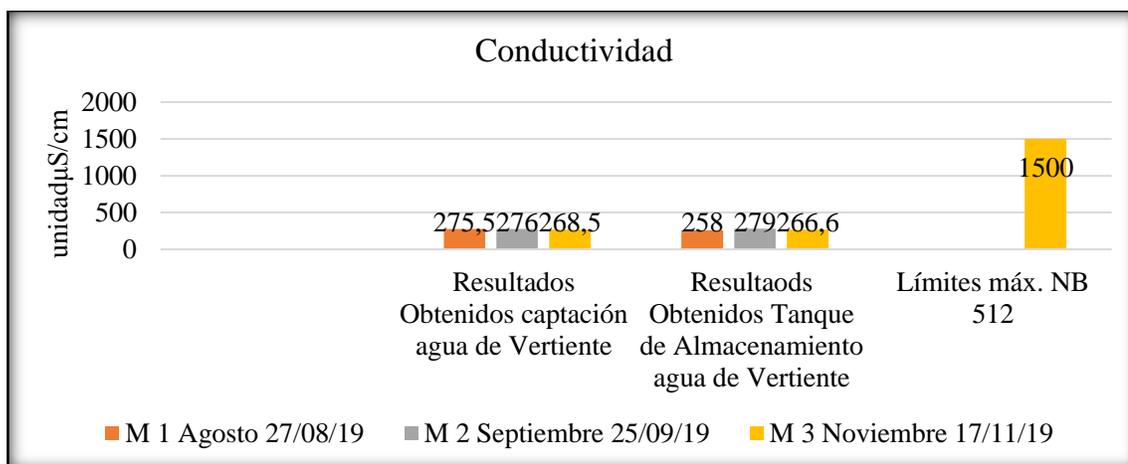
RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CONDUCTIVIDAD

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de Vertiente			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 512
			27/08/9	25/09/19	17/11/19		
Conductividad	P- 1	SM2510-B	275,5	276,0	268,5	1500 μ S/cm	Cumple
	P -2		258,0	279,0	266,6		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 4

PARÁMETROS DE CONDUCTIVIDAD



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Se adjunta los resultados de análisis de laboratorio de CEANID en comparación con los parámetros mínimos del punto de muestreo P1: fuente de captación en el mes de agosto en fecha 27 se tiene 275,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en septiembre 25 hay 276,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en el mes de noviembre se tiene 268,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lo que significa que no excede al valor máximo permisible de la NB 512.

Pudiendo observar en el punto P2: tanque de almacenamiento en fecha 27 de agosto hay 258,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, septiembre se tiene 279,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y noviembre con un 266,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Comparando ambos puntos de muestreo se denota que el 25 de septiembre hay mayor conductividad de 279,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en tanque de almacenamiento peor también hay menor conductividad en el mismo punto en el mes de noviembre el 27 con un 266,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Lo que significa que no excede al valor máximo permisible de la NB 512.

Comparando estos resultados de trabajo de investigación de la ingeniera Eliana Gareca en el año 2019 de la ciudad de Entre Ríos A través de los análisis de conductividad se puede observar que ambos resultados de estudio no se excede el valor máximo

aceptable estipulado por la NB 512, lo que significa que la solución (agua) no está concentrada, porque la proximidad de los iones inhibe su actividad, en consecuencia, su habilidad de transmitir corriente.

3.1.9.3.-RESULTADOS DEL PARÁMETRO TURBIEDAD

TABLA N 21

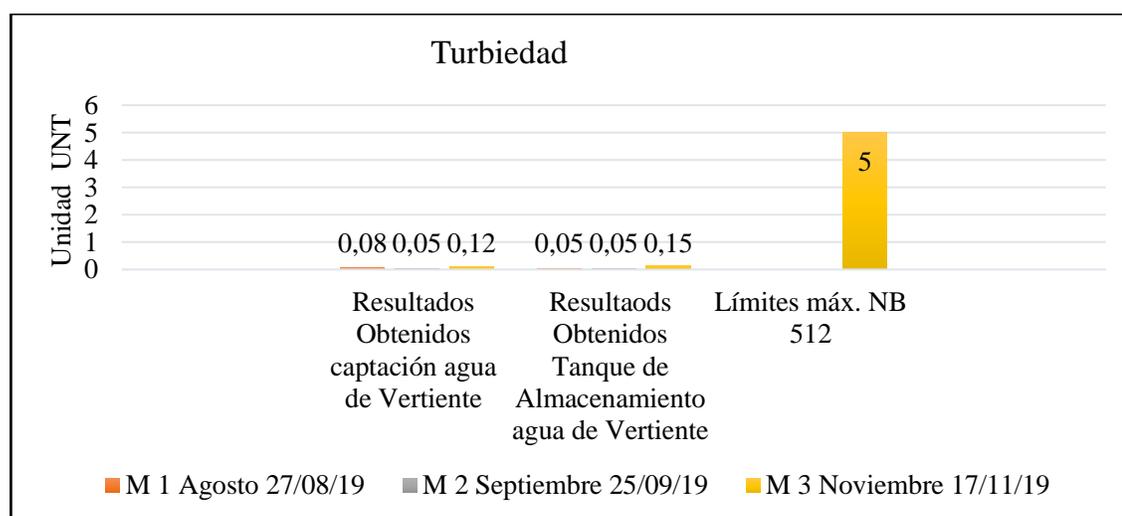
RESULTADOS DEL PARÁMETRO TURBIEDAD

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de Vertiente			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 512
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Turbiedad	P- 1	SM2510-	0,08	0,05	0,12	5 UNT	Cumple
	P- 2	B	0,05	0,05	0,15		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 5

PARÁMETRO TURBIEDAD



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Describiendo y analizando los resultados obtenidos de laboratorio de “CEANID” Punto P1: en fecha 27 de agosto se tiene un 0,08 UNT, en fecha mes de septiembre con un 0,05UNT y en fecha 17 de noviembre se tiene 0,12 UNT.

En el punto P2: en las mismas fechas ya mencionadas en agosto se tiene 0,05 UNT, septiembre 0,05UNT y noviembre 0, 15 UNT, se concluye que en los meses agosto, septiembre y noviembre comparando con la normativa del límite máximo 5 UNT de la normativa se observa que están por bajo de la normativa lo que significa que es un agua apta para el consumo.

Mientras más turbia sea el agua, se podría tener mayor riesgo de contaminación microbiológica o de contener otros contaminantes. No es recomendable clorar aguas con más de 5 UNT. (Bustamante N, 2017).

3.1.9.4.- RESULTADO DE COLIFORMES TERMORRESISTENTES

TABLA N 22

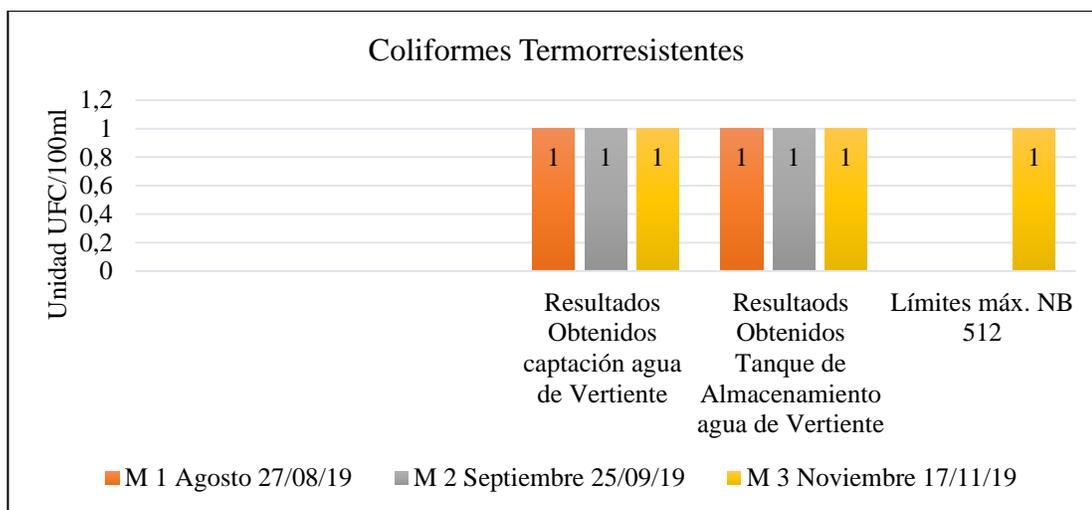
RESULTADO DE COLIFORMES TERMORRESISTENTES

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 512
			Agua de Vertiente				
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Coliformes termorresistentes	P- 1	NB310	< 1	< 1	< 1	< 1	Cumple
	P -2	06:09	< 1	< 1	< 1	UFC/10 0ml	

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 6

PARÁMETRO DE COLIFORMES TERMORRESISTENTE



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Haciendo la comparación de los análisis obtenidos de laboratorio de “CEANID” con la normativa boliviana 512, en el mes de agosto, septiembre y noviembre en el punto captación de agua de vertiente, se tiene un resultado de 1UFC/100 ml. que no excede, al límite máximo permisible 1UFC/100 ml.

Como se puede observar en la gráfica 12 del punto dos de muestreo del tanque de almacenamiento y distribución se puede apreciar que cumplen con el valor máximo aceptable de normativa 512, aplicando la técnica de membrana filtrante que es de 1UFC/100ml. Lo que significa que estas aguas son aptas para el consumo humano y su distribución. Como se puede observar en la tabla N.22.

3.1.9.5. -RESULTADOS DE ESCHERICHIA COLI

TABLA N 23

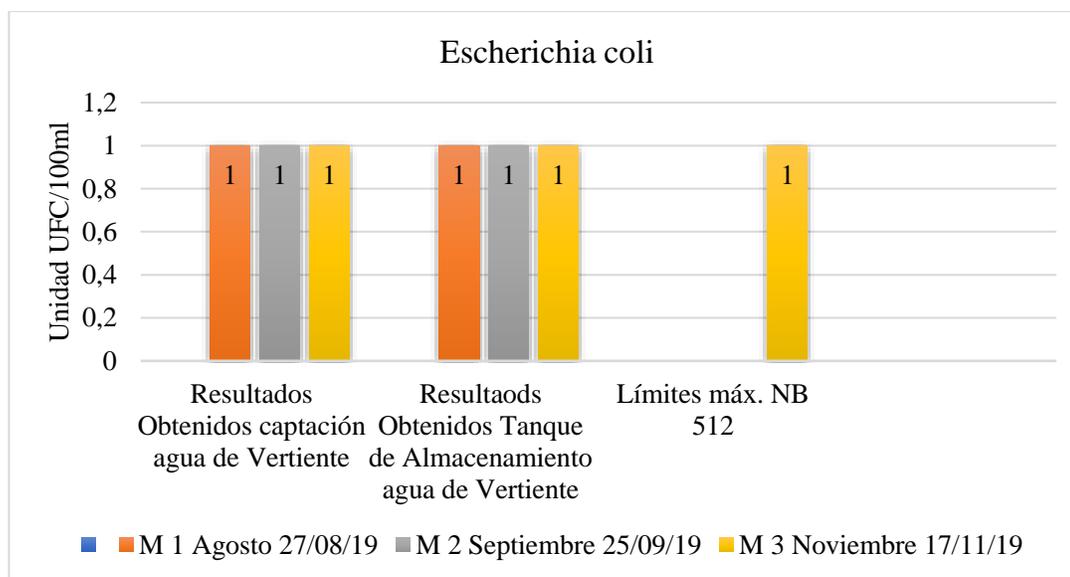
RESULTADOS DE ESCHERICHIA COLI

Parámetro	Punto de muestreo	Técnica	Resultados Agua de Vertiente			Límite máx. permisible	Cumplimiento NB 512
			27/08/19	25/09/19	17/11/19		
Escherichia coli	P-1	NB31006:09	< 1	< 1	< 1	< 1 UFC/100ml	Cumple
	P-2		< 1	< 1	< 1		

Fuente. - Elaboración propia 2019.

GRÁFICA 7

PARÁMETRO DE ESCHERICHIA COLI



Fuente. - Elaboración propia 2019.

Haciendo la comparación de los análisis obtenidos de laboratorio de “CEANID” con la normativa boliviana 512, en el mes de agosto, septiembre y noviembre de captación de agua de vertiente, en la gráfica 13 de parámetros Escherichia Coli, se observa que están dentro del valor máximo aceptable aplicando la técnica de membrana filtrante que de 1UFC/100 ml. lo que significa que estas aguas son aptas para el consumo humano y que no hay presencia de contaminación.

Como se puede observar en la gráfica 13 del punto dos de muestreo del tanque de almacenamiento y distribución se puede apreciar que cumplen con el parámetro de Escherichia coli, con el valor máximo aceptable de normativa 512, aplicando la técnica de membrana filtrante que es de 1UFC/100ml.

3.1.10.-RESULTADO DE CÁLCULO DE CAUDAL DE QUEBRADA EL CEBOLLAR DE OBRA DE TOMA FUENTE DE CAPTACIÓN

3.1.10.1.-Resultados del caudal del punto uno en fuente de captación y tanque de almacenamiento

TABLA 24

CAUDAL DE QUEBRADA CEBOLLAR

Toma De Punto Uno Q_1	Toma Del punto Dos Q_2
4,79 l/s	0,68 l/s

Donde:

$$20 \text{ l} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 0,02\text{m}^3$$

$$Q_1 = \frac{0,02\text{m}^3}{4,18\text{s}} = 0,00479 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$0,00479 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * \frac{1000\text{l}}{1 \text{ m}^3} = 4,79 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

El caudal que hay en fuente de captación quebrada el cebollar es igual:

$$Q_1 = 4,79 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

El caudal total que baja de quebrada el cebollar en la fuente de captación antes de ingresar por los filtros es de 4,79 l/s que es el agua total que puede disponer la población de la comunidad Las “Lomas”, en la época de estiaje cuando en la quebrada el cebollar presenta un caudal críticamente reducido este caudal fue medido en fecha 7 de septiembre del dos mil diecinueve.

3.1.10.2.-Resultados del caudal que ingresa al ataque de almacenamiento agua quebrada el cebollar.

$$Q_2 = \frac{0.02m^3}{30,362s} = 0,00068 \frac{m^3}{s}$$

$$0,00068 \frac{m^3}{s} * \frac{1000l}{1 m^3} = 0,68 \frac{l}{s}$$

El volumen de agua de quebrada el cebollar que llega al tanque de almacenamiento de la comunidad las “Lomas” es igual a: $Q_2 = 0,68 \frac{l}{s}$

El caudal se midió en la llegada de la planta de tratamiento por donde ingresa por un tubo de PVC, donde se mide con un balde de 20 l donde se calcula que llega un caudal de 0,68 l/s de agua, lo que significa que la quebrada el cebollar dispone de $4,79 \frac{l}{s}$ de los cuales solamente el tanque de almacenamiento recibe de $0,68 \frac{l}{s}$

3.1.10.3.-Resultado de Cálculo de Perdida del Caudal en la Fuente de Capacidad del Agua de quebrada el cebollar

Donde el: $\Delta Q = -(Q_2 - Q_1)$

ΔQ = Caudal de perdida de la quebrada que entrada a la fuente de captación (m3/s)

Q_1 = Caudal que ingresa a las cámaras de filtración (m3/ s)

Q_2 = Caudal del tubo del afluente que llega al Tanque (m3/ s)

$$\Delta Q = 0,00068 \frac{m^3}{seg} - 0,00479 \frac{m^3}{seg} = -0,00411 \frac{m^3}{seg}$$

$$\Delta Q = 0,00411 \frac{m^3}{s} * \frac{1000l}{1 m^3} = 4,11 \frac{l}{s}$$

Comparando ambos resultados de caudal uno como del caudal dos se denota que hay una gran diferencia de caudales, lo que significa una pérdida de 4,11 l/s que hay, dando un resultado de 0,68 l/s que solo llega a la planta de tratamiento físico, que hay en la comunidad de “Las Lomas”.

$$\Delta Q_p = \frac{0,00411 m^3/seg}{0,00068 m^3/seg} = 6,04$$

Es el número de veces que se pierde con respecto al denominador lo que significa que seis veces más se pierde el agua debido a la falta de infraestructura para mejorar el atajado de la fuente de captación. (Fuente elaboración propia).

3.1.11.-Resultado para el cálculo de caudal del punto uno agua vertiente

TABLA 25

CAUDAL DE VERTIENTE

Toma De Punto Uno Q_1	Toma Del punto Dos Q_2
1,17 l/s	0,776 l/s

Donde:

$$20 l * \frac{1 m^3}{1000 L} = 0,02 m^3$$

$$Q_1 = \frac{0,02 m^3}{17,108 s} = 0,00117 \frac{m^3}{s}$$

$$0,00117 \frac{m^3}{s} * \frac{1000 l}{1 m^3} = 1,17 \frac{l}{s}$$

El caudal del tubo fuente de captación del sistema antigua agua de vertiente que entra al sistema para su despacha al tanque de almacenamiento es de: $Q_1 = 1,17 \frac{l}{s}$

Resultado de caudal que llaga al tanque de almacenamiento.

$$Q_2 = \frac{0,02m^3}{25,762s} = 0,000776 \frac{m^3}{s}$$

$$0,000776 \frac{m^3}{s} * \frac{1000l}{1 m^3} = 0,776 \frac{l}{s}$$

El caudal del tubo que llega al tanque de almacenamiento de agua de vertiente sistema antiguo es: $Q_2 = 0,776 \frac{l}{s}$

El volumen de caudal que llega al tanque de almacenamiento, del sistema de vertiente de la comunidad “Las Lomas”. Es de 0,776 l/s. este sistema es el que va para la zona baja de la comunidad, no cuenta con ningún tratamiento de potabilización este tanque es de forma cuadrado, que está sobre la superficie y tiene una capacidad de almacenar 20000 litros, que es igual 20 m³, metros cúbicos.

3.1.11.1.-Resultados de Cálculo de Pérdida de Caudal del Vertiente Fuente de Captación.

Donde él. $\Delta Q = - (Q_2 - Q_1)$

ΔQ =Caudal de pérdida en la entrada de la fuente de captación (m³/s)

Q_1 =Caudal que ingresa a las cámaras de filtración (m³/ s)

Q_2 = Caudal del tubo del afluyente que llega al Tanque (m³/ s)

$$\Delta Q = 0,00117 \frac{m^3}{seg} - 0,000776 \frac{m^3}{seg} = -0,000394 \frac{m^3}{seg}$$

$$\Delta Q = 0,000394 \frac{m^3}{s} * \frac{1000l}{1 m^3} = 0,394 \frac{l}{s}$$

Haciendo comparaciones ambos resultados del caudal uno y dos se observa una mínima diferencia de caudales, lo que significa una pérdida menor ½ litro de agua.

$\Delta Q_p = \frac{0,000394 m^3/seg}{0,00776 m^3/seg} = 0,05$ es el número de veces de agua que pierde el sistema de vertiente.

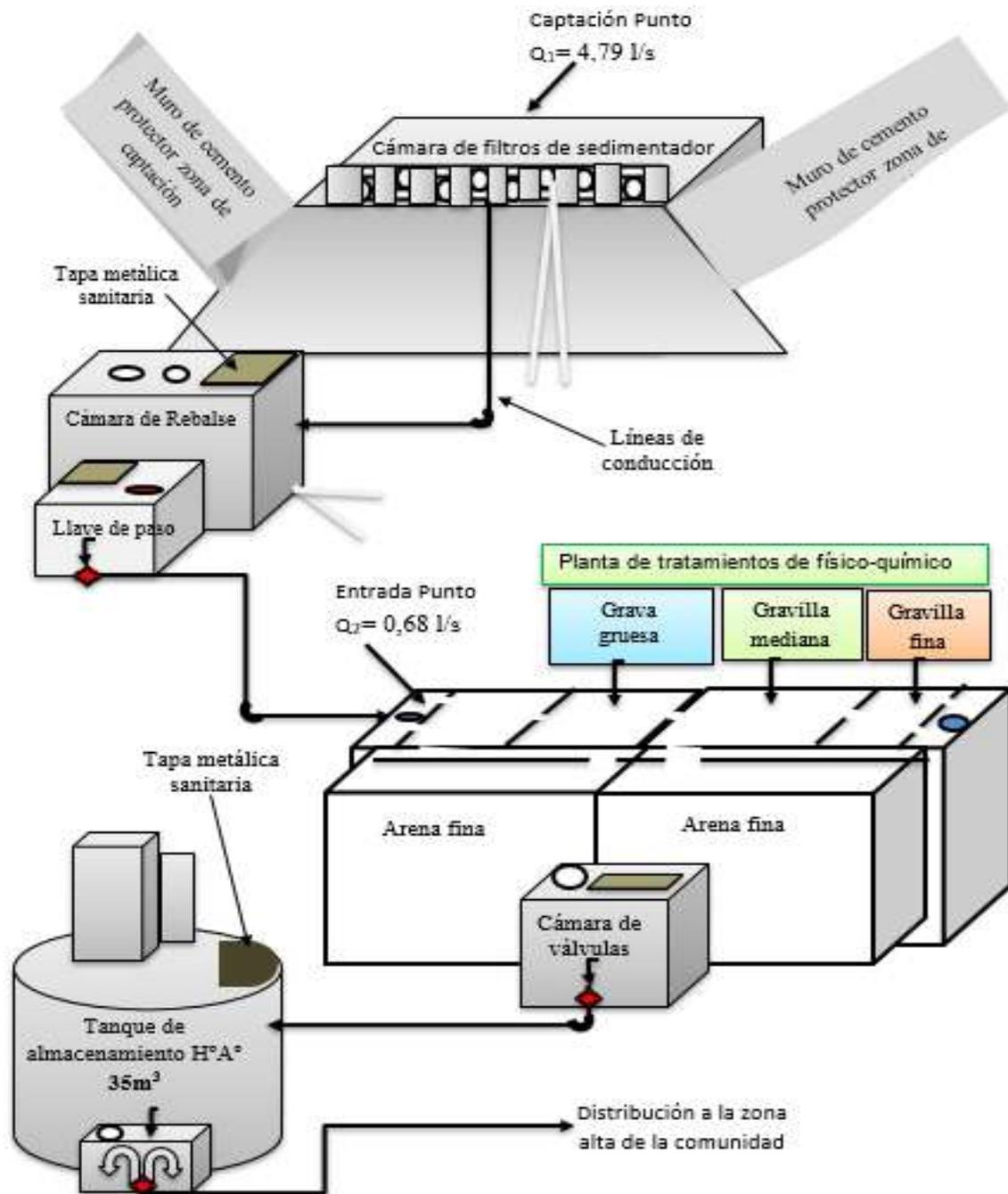
3.1.12.-Resultados de la descripción del sistema en sus operaciones Unitarias sistema de Quebrada El Cebollar.

En la actualidad la quebrada el cebollar fuente de captación cuenta con una obra de toma (azud derivador) para 4,79 l/s el cual cuenta con un desarenador, sedimentador de partículas de $\phi = 0,08$ mm), con una aducción, Tubería fierro galvanizado (F. G). con di $\phi = 2,5$ plg m. con una longitud total de 150m. también se observa una tubería PVC $\phi = 2,5$ plg 720 m, que a su vez consta con cámaras de purga lodos y purga aire en los lugares necesarios dentro de la aducción. El caudal que llega a la planta de tratamiento es de 0,68 l/s litros por segundo.

Cuenta con un Tanque de Almacenamiento de tipo semienterrado H°A° con una capacidad de 35 m³ y con un cierre perimetral con malla olímpica. Donde la planta de tratamiento cuenta con Filtro Grueso Ascendente: donde se realiza el filtrado de líquido elemento antes que ingrese al tanque de almacenamiento, donde está la grava. Esto es de diferente tamaño, el sistema del filtro grueso tiene una serie de accesorios que colecten el agua filtrada. Cuenta con una Filtración Lenta de Arena: donde se realiza el filtrado del líquido elemento antes que ingrese al tanque de almacenamiento, donde se elimina la mayor cantidad de partículas en suspensión. La Red de distribución: que va para la zona alta de la comunidad los cuales son de tubería PVC y F.G. Donde se puede observar en la figura N 1.

FIGURA 1

FUENTE DE CAPTACIÓN AGUA DE QUEBRADA EL CEBOLLAR



Fuente: elaboración propia 2019

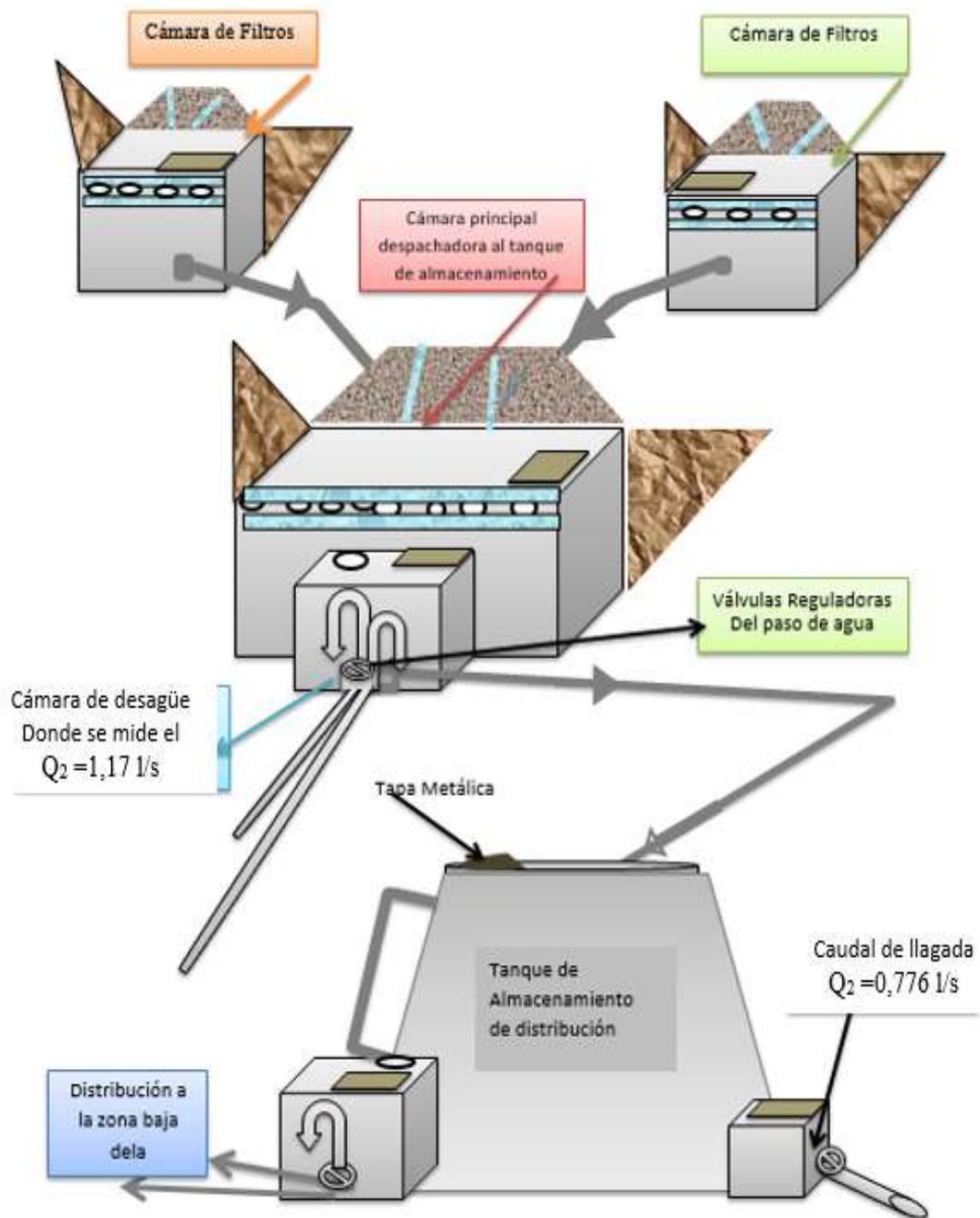
3.1.13.-RESULTADOS DE LA DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE VERTIENTE

El sistema antiguo de fuente de captación agua de vertiente, cuenta con dos cámaras de aducción y una cámara principal donde se observa que tiene desarenador, bajo el suelo donde estas cámaras tienen unas tuberías de PVC con un $\varnothing=0,08\text{mm}$ de orificios por donde transporta el agua a la cámara principal, para luego ser despacha a los tanques de almacenamiento de distribución, este sistema cuenta con tres puentes colgantes, que son de Fierro Galvanizado (F.G.).

La fuente de captación tiene un volumen de caudal de entrada de 1,17 l/s litro por segundo y llega al tanque de almacenamiento de 0,776 l/s de litros segundos y estas aguas que llegan al tanque de almacenamiento y son distribuidas a las zonas bajas de la comunidad. A continuación, se muestra la figura N.2. (Fuente: elaboración propia).

FIGURA 2

SISTEMA DE AGUA DE VERTIENTE



Fuente. - Elaboración propia 2019.

3.1.14.-PROPUESTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN LA COMUNIDAD DE LAS “LOMAS”

Se propone en base a la pérdida de caudal que es de 4,11 l/s en fuente de captación (obra de toma). se debe mejorar los trabajos de infraestructura de esta captación para asegurar el agua con otro tubo paralelo al existente de 2,5 plg, para así tener más agua en la planta de tratamiento, ya que como se puede apreciar se tiene agua en abundancia en la fuente de captación. De manera que duplicando los tubos paralelos se tendrá un caudal a 1,56 l/s que se llegaría a satisfacer la demanda insatisfecha de algunas familias de la comunidad, que representa el 30%.

Como se está duplicando el caudal de llegada a la planta de tratamiento de agua potable, entonces se debe anexar un nuevo módulo en la cámara de rebalsé y en la filtración, para así evitar las pérdidas de agua y de esta forma ya no se tendrán racionamientos.

De manera que el encargado de agua, está de acuerdo con esta modificación y el problema actual es el financiamiento.

La potabilización es un proceso que se lleva a cabo sobre cualquier agua para transformarlo en agua potable y de esta manera hacerlo absolutamente apta para el consumo humano. La potabilización, mayormente se realiza sobre aguas superficiales, agua subterránea naturales, este proceso de transformación 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. (Fuente: elaboración propia).

3.1.14.1.-Objetivo de propuesta.

Implementar un proceso de potabilización adecuada del agua en la comunidad de Las “Lomas” que permitirán obtener una mejor calidad del agua de consumo para satisfacer a la comunidad actual y las futuras generaciones.

3.1.14.2.-Justificación de proceso de potabilización

Por una parte, el agua de quebrada el cebollar que consume la comunidad que no es “potable” sino que simplemente se trata de un sistema de captación, y una planta de tratamientos físicos y distribución y por otra parte se tiene en época de lluvias que hay presencia de grado de turbidez y esto se puede subsanar a través de la implantación de un proceso de potabilización adecuado que logre la reducción.

Del mismo modo, aunque las aguas de quebrada el cebollar cumple con algunos parámetros, acepto con los parámetros de Coliformes termorresistentes y Escherichia coli. es necesario realizar la cloración respectiva, por lo tanto, en función a los resultados obtenidos proponemos los siguientes esquemas mejorado del sistema de agua potable, las operaciones unitarias que corresponden al proceso de la propuesta lo podemos apreciar en la siguiente figura N 3

3.1.14.3.-Cálculo de la Cantidad de Solución de Hipo Clorito De Calcio:

Solubilidad del hipo Clorito de Calcio es:

$$18 \text{ g} \dots\dots\dots 100\text{g } H_2O \text{ (18\%)}$$

Las cantidades usadas de $Ca (ClO)_2$ para uso en aguas potables, es de 4,5 Kg de soluto en 450 lt de Agua.

Lo que nos da:

$$4,5 \text{ kg} \dots\dots\dots 450 \text{ lt } H_2O \quad \int H_2O = 1 \text{ Kg/lt}$$

$$4,5 \text{ kg} \dots\dots\dots 450 \text{ kg } H_2O$$

$$4,5 \text{ kg} \dots\dots\dots 450 \text{ g } H_2O$$

$$W \dots\dots\dots 100\text{g } H_2O$$

$$W = 1\text{g de soluto en } 100\text{ g de } H_2O (1\%)$$

Se emplea esta solubilidad del 1% de hipoclorito de calcio, ya que al ser una solución de alto pH (10,4 a 10,8), no se llegará a carbonatar fácilmente, permitiendo un goteo constante en el canal de agua.

La cantidad usada de esta solución son:

Para un caudal de 12 lt/s de Agua, corresponde un goteo de 0,009 lt/s goteo de solución de hipo Clorito de Calcio.

Para un caudal de 0,68 lt/s de Agua, tenemos:

$$12\text{ lt/s} \dots\dots\dots 0,009\text{ lt/s goteo}$$

$$\text{Para: } 0,68\text{ lt/s} \dots\dots\dots Y$$

Entonces la cantidad de solución al 1% de hipo Clorito de calcio a añadir al agua del canal, para su potabilización es:

$$Y = 0,00051\text{ lt/s}$$

$$Y = 0,0306\text{ lt/min}$$

$$Y = 1,836\text{ lt/h}$$

Transformación de unidades a lt/h

$$0,00051\text{ lt/s} * \frac{60\text{min}}{1\text{seg}} = 0,0306\text{ lt/min} * \frac{60\text{min}}{1\text{h}} = 1,836\text{ lt/h}$$

3.1.14.4.-Cálculo de Cantidad de Coagulante para Aguas Turbias

Uso del coagulante, HidroxiCloruro de Aluminio [Al(OH)₂Cl]

TABLA 26

CÁLCULO DE COAGULANTE PARA AGUAS TURBIAS

Turbiedad de Agua Cruda (UNT)	Dosis de HidroxiCloruro de Aluminio (ppm)
0,87	24
1,28	25
2,15	26
2,87	27

Fuente. - Universidad Nal. de Colombia (J.M.Cogollo F.)

La máxima cantidad de turbiedad que se tuvo durante el estudio del presente trabajo fue de 0,29 (tabla No 13), por lo que usando haciendo el cálculo de extrapolación del reactivo químico hidroxiclорuro de Aluminio sería el siguiente:

TABLA N 27

CÁLCULO DE EXTRAPOLACIÓN

Turbiedad de Agua Cruda (UNT)	Dosis de HidroxiCloruro de Aluminio (ppm)
0,29	?
0,87	24
1,28	25

$$0,99 (24-X) = 0,58 (25-X)$$

$$23,76-0,99X = 14,5-0,58X$$

$$23,76-14,5 = 0,99X -0,58X$$

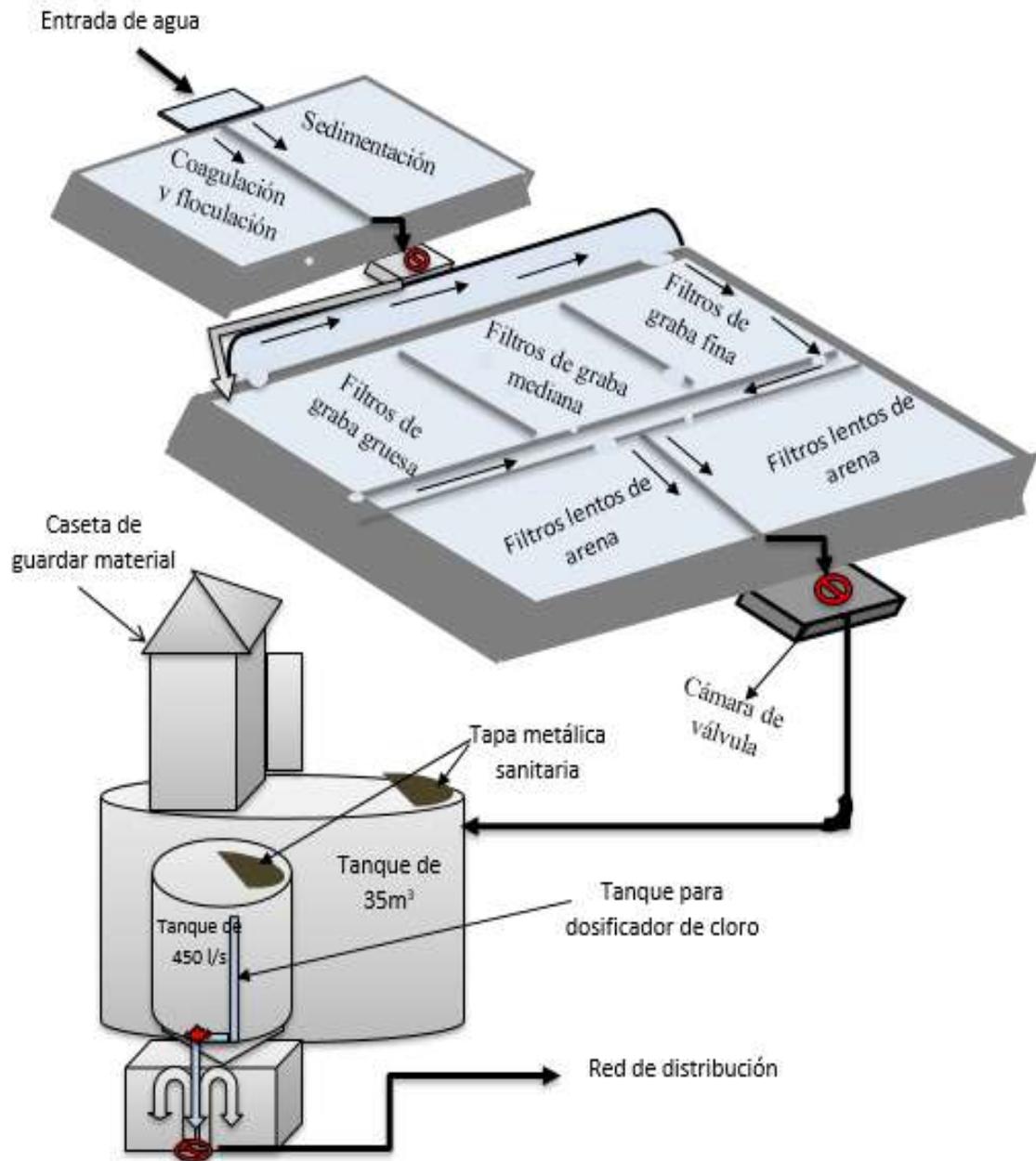
$$9,26 = 0,41X$$

$$X = 22,59\text{ppm}$$

Cantidad a añadir de hidroxilo de Aluminio sería de 22,59 ppm para una turbiedad de 0,29 UNT.

FIGURA N 3

SISTEMA MEJORADO PARA LA PROPUESTA



Fuente: elaboración propia 2019.

➤ Coagulación y floculación

Por el momento la etapa de coagulación y floculación no es necesario implementar en este proceso, ya que según los resultados que se obtuvo de laboratorio de “CEANID” indican que los parámetros conductividad, pH, turbiedad no sobre pasan los valores de la normativa NB 512; pero se describe en el proceso porque a futuro podría ser necesario su implantación. Dado la importancia de esta etapa en el proceso de la potabilización en la cual permite la clarificación del agua mediante la adición de sulfato de aluminio, donde permite que las partículas se aglutinen en pequeñas masas llamadas flocs tal que su peso específico supera a la del agua y donde pueden precipitar. Donde esta etapa reduce significativamente un (90%) el número de microorganismos patógenos.

➤ 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 logrará eliminar los materiales en suspensión empleado un tiempo de retención adecuado.

➤ Filtros de grava gruesa, mediana y fina.

El filtro sirve para realizar el filtrado de líquido elemento antes que ingrese al tanque de almacenamiento, la grava de ésta es de diferentes tamaños, el sistema del filtro para la potabilización tiene una serie de accesorios que colecten el agua filtrada.

➤ Filtros lentos de arena fina.

Estos filtros son donde se elimina la mayor cantidad de partículas en suspensión para luego ingresar al tanque de almacenamiento. Para el agua que llega al tanque de almacenamiento de la comunidad Las “Lomas”.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

Concluida mi investigación *“DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A TRAVÉS DE LA NB 512, EN LOS DOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN, DE LA COMUNIDAD “LAS LOMAS” DE LA PROVINCIA O’CONNOR”* concluyo con lo siguiente:

4.1.1.- Según los resultados de análisis químico el parámetro cloro residual no cumple con la NB512; lo que nos indica que no se está haciendo una cloración y de la misma manera el análisis bilógico nos indica que los parámetros coliformes termorresistentes y *Escherichia coli*, sobrepasan los límites permisibles; con estos resultados concluimos que el agua que consume Las “Lomas” no es potable, los demás parámetros estudiados físico están por debajo del límite permisible, Resultado de análisis agua de vertiente cumplen con la normativa. Para determinar la cantidad de agua que hay en la comunidad de Las “Lomas” en los dos sistemas se mide el caudal de agua de quebrada el cebollar en fuente de captación es 4,79 l/s y de llegada a la planta se tiene 0,68 l/s. y para el agua de vertiente se 1,17 l/s y llegada al tanque es 0,776 l/s ver figura 2.

4.1.2.-Compara la calidad de agua mediante los parámetros mínimos de la NB 512 de acuerdo a los resultados de laboratorio de “CEANID” los resultados de aguas de quebrada el cebollar de parámetros físico, conductividad, pH, turbiedad se encuentran en cumplimiento con la normativa NB 512, Pero de acuerdo a los resultados obtenidos de cloro residual en el grifo clorador y casa más alejada se tubo 0,00mg/l lo cual no cumple con los requisitos de calidad que requiere la NB 512 la cual expresa que debe tener de un mínimo de 0,2 mg/l y un máximo de 1,5 mg/l de cloro residual. Los parámetros microbiológico Coliformes Termorresistentes, y *Escherichia coli*. Resultado que en comparación con la normativa vigente no son satisfactorios para la NB512, que requiere para coliformes termorresistente y *Escherichia coli* resultado

menor a 1UFC/100ml para ser considerada como agua potable. Resultados de agua de vertiente en comparación con parámetros de control mínimo de conductividad, pH, turbiedad, Coliformes Termorresistente y Escherichia coli, cumplen con lo que exige la normativa. Pero por más que cumpla no es agua potable porque para que sea agua potable debe cumplir con el concepto de la NB 512 Agua Potable – Requisitos y la NB 512 y el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano y la NB 495 Agua Potable –Definiciones y Terminología. Con los datos obtenidos en ambas obras de toma se comprará los caudales de obra de toma quebrada el cebollar disponemos 4,79 l/s de los cuales solo se aprovecha del sistema que llega al tanque 0,68 l/s que son disponibles para la zona alta. Sistema de vertiente dispone 1,17 l/s y su llegada al tanque que solo se aprovecha 0,776 l/s lo cual tanto para la zona baja y zona alta de la comunidad de ambos sistemas hacen un total de 1,456 l/s que llega a los tanques de almacenamiento.

4.1.3.- Es una planta de tratamientos o llamado por la comunidad caja de agua, donde está constituido enteramente por operaciones unitarias físicas de filtración. Esta planta no tiene operaciones unitarias químicas ni microbiológicas.

4.1.4.- Como se muestra en la figura 3 del sistema nuevo para cumplir con NB 512, se justifica esta propuesta de aplicación de planta con coagulación-floculación, con un sistema de sedimentación por stock y con la cloración, para así cumplir con la NB 512 y asegura un agua potable para la comunidad. En el otro sistema están dentro de la normativa cumplen y no requiere de un tratamiento.

4.1.5. Como se puede apreciar en las tablas N 14, 15,16, 17, y ver gráficas N 4, 5, 6, 7, efectivamente en este sistema de potabilización de la comunidad de Las “Lomas” no se practica ningún tipo de cloración y en estas mismas tablas se puede verificar que se tiene presencia de micro organismos patógenos, por lo que se considera que la hipótesis es verdadera.

4.2.-RECOMENDACIONES

Concluida la investigación, recomiendo lo siguiente:

- Se recomienda que la comunidad “Las Lomas” tenga un encargo permanente que realice el proceso de cloración con la aplicación de la demanda de cloro y realizar la dosis óptima para obtener un mínimo de 0,2 mg/l y un máximo de 1,5 mg/l de cloro residual en la red de distribución para que a si cumpla con lo requerido de la norma.
- Se recomienda conseguir financiamiento para la ampliación de la infraestructura
- Se debe implementar un cerramiento perimetral más grande para las construcciones de las operaciones químicas y microbiológicas. Para implementar más tratamientos, como las operaciones previas a la desinfección sedimentación por stock coagulación, floculación, que afecta directamente a la eficiencia de eliminación de partículas de las unidades de filtración en medio granular y mejora la eficiencia de la desinfección, al mejorar la calidad del agua que entra al tanque de almacenamiento.
- Mantener un constante mantenimiento de operaciones de control tanto desde la fuente de captación hasta la planta de tratamientos. Hacer limpieza en la fuente de captación boca de toma (puede ser semanalmente) o dependiendo de la época del año.
- Limpieza y raspado de la filtración gruesa (cada semana o mensualmente), y lavado y raspado de gravilla fina y/o arena de los filtros lentos (cada dos meses).
- También es importante que el Comité de Agua y el plomero a cargo, de la comunidad las Lomas, deben conocer que el rango de Cloro residual de la casa más cercana al tanque clorador esté dentro de 0,7 y 1,0 mg/l para asegurar la desinfección de los puntos más alejados puesto que el Cloro es muy reactivo, y con el recorrido dentro de la red de distribución tiende a perderse, por lo tanto, las viviendas más alejadas deben presentar un porcentaje mucho menor de Cloro y

deben cumplir en el parámetro mínimo 0,2- 1,5 mg/l de la normativa NB12 de requisitos.

➤ La presente investigación debe servir como base de información para el inicio de otras investigaciones como por ejemplo hacer un estudio de ampliación de la captación de agua de la quebrada el cebollar por el motivo que actualmente no se abastece con el agua en época de estiaje ya que en época de estiaje hay un volumen de agua de 4,79 l/s no abasteciendo esta cantidad a la comunidad de Las “Lomas”.

➤ Se recomienda a la comunidad de Las “Lomas” hervir el agua antes de ser consumida porque es un método seguro para la desinfección, para evitar posibles malestares estomacales, diarreas y vómitos.