

1. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los elementos más importantes, junto con el oxígeno, para la supervivencia del hombre. Es el componente más abundante del cuerpo humano representando un 65 a 70% del peso corporal. El agua se transporta a través de las rocas y suelos como parte de su ciclo hidrológico y debido a su alto poder disolvente, va incorporando materiales orgánicos e inorgánicos durante su recorrido. Debido a esto, el hombre al ponerse en contacto con el agua, también lo hace con las sustancias que ésta transporta. En ocasiones, estos elementos pueden suponer un riesgo para la salud (sustancias radioactivas, mercurio, plomo, arsénico, pesticidas u organismos patógenos como bacterias o protozoos causantes de variadas enfermedades), por otro lado pueden ser compuestos fundamentales para el organismo (sodio, calcio, cloro, fósforo, azufre, magnesio, potasio, hierro, entre otras). (UNICEF-OMS, 1979).

Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre las más comunes malestares y la mayoría de los casos se presentan en los países en desarrollo, se ha estimado que el año 2000, más de 2 billones de personas fueron afectadas por la escasez del agua en unos 40 países, de estos 1,1 billón no tuvo suficiente agua para tomar (WHO/UNICEF 2000).

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 barrios San Luis, La Pampa, Manantial, Cañaverl, San José, La Pista, El Badén, San Lorenzo, Banda Mealla, y un área rural circundante a la población, donde se encuentran las comunidades de El Pajonal, Las Lomas, Los Naranjos, Moreta, Alambrado y Buena Vista. (PDM – 2008)

Según El Instituto Nacional de Estadística – Censo Nacional de Población y Vivienda la ciudad de Entre Ríos hasta el año 2004 tenía 493 familias con un promedio de 3000 habitantes y hoy en día según el último censo realizado en el año 2012 la ciudad de Entre Ríos cuenta con 4044 habitantes de los cuales 1980 son hombres y 2064 son

mujeres, por lo que su requerimiento de agua potable es creciente de la misma manera que crece la población. (INE – 2012)

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas-químicas y microbiológicas de una muestra de agua. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia para el consumo humano, de este modo proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables para los seres humanos. (UNICEF-OMS, 1979).

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La calidad del agua que entra a la planta de tratamiento de Moreta es variable.

3. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

El agua que se utiliza para el consumo doméstico en los Barrios Cañaverál y Banda Mealla, aparentemente no tiene la calidad para ser considerada un agua potable en relación a la Norma Boliviana 512 por lo que es necesario realizar una investigación, toda vez que estas aguas son utilizadas por los habitantes de estos barrios para consumo humano y todos los usos domésticos que se le puedan dar.

4. HIPÓTESIS

El agua potable que se consume en los barrios Cañaverál y Banda Mealla de Entre Ríos no tiene la calidad suficiente para el consumo humano según lo establecido por la Norma Boliviana 512.

5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

- El agua potable es un elemento vital de sobrevivencia para la población, siendo muy importante que éste elemento cumpla con lo que establece la NB 512 para garantizar la salud de la población consumidora.
- En época de lluvias, las familias de la ciudad de Entre Ríos son abastecidas de agua proveniente del Rio Trancas con un alto grado de turbidez y algunos cortes

del servicio que afectan la calidad del agua, esto se debe por el arrastre de sedimentos y materia orgánica proveniente de las hojas de los árboles.

- Hasta el año 2004 el sistema de tratamiento de aguas para consumo humano, que disponía la Ciudad de Entre Ríos contaba con un filtro para la retención de sólidos en suspensión muy pequeño, el cual no cumplía óptimamente su función de retener partículas suspendidas, y el material coloidal entre otros. A partir del año 2004, con la nueva infraestructura si bien se tuvo la visión de mejorar el sistema de tratamiento, con una remodelación importante en sus partes operativas, pero la operación de Cloración quedó ineficiente, posiblemente por falta de personal técnico, o por falta de presupuesto entre otros.
- El agua potable es un elemento indispensable en el hogar, y un agua no clorada es susceptible a producir enfermedades (Cólera, Fiebre Tifoidea, Hepatitis A) porque las condiciones físicas del agua para ser considerada como potable son las siguientes: debe ser insípida, inodora e incolora, y también debe cumplir con los parámetros de control mínimo (pH, Conductividad, Turbiedad, Cloro residual, Coliformes termorresistentes) según la norma boliviana NB 512.
- El Hospital San Juan de Dios registro el año 2015 un total de 884 pacientes de Enfermedades diarreicas agudas “EDAs”, de los cuales 461 son pacientes de sexo masculino y 423 de sexo femenino.

6. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS.

6.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la diferencia de la calidad del agua entre aguas crudas del Rio Trancas y las aguas de la red de distribución en los Barrios Cañaverl y Banda Mealla en los meses de Septiembre y Diciembre de 2015.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar mediante análisis fisicoquímico y microbiológico la calidad del agua del Rio Trancas a 50m aguas arriba de la obra de toma y comparar sus resultados obtenidos en los meses de septiembre y diciembre del 2015.

- ❖ Determinar mediante análisis Físicoquímico y Microbiológico la calidad del agua de la red de distribución en los barrios Cañaveral - Banda Mealla y comparar sus resultados obtenidos en los meses de septiembre y diciembre del 2015.
- ❖ Identificar la diferencia de la calidad del agua entre la red de distribución en los barrios Cañaveral - Banda Mealla y las aguas crudas del Rio Trancas mediante resultados de análisis Microbiológico.
- ❖ Proponer alternativas apropiadas para la desinfección del agua de consumo humano a partir de los resultados obtenidos en laboratorio.

CAPITULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Seguidamente se muestran algunos términos que se usan en la investigación del presente trabajo.

1.1 MARCO CONCEPTUAL

1.1.1 Investigación Analítica

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (Ruiz, 2007).

1.1.2 Investigación Cuantitativa

La Metodología Cuantitativa es aquella que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la Estadística.

Para que exista Metodología Cuantitativa se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya naturaleza sea lineal. Es decir, que haya claridad entre los elementos del problema de investigación que conforman el problema, que sea posible definirlo, limitarlos y saber exactamente donde se inicia el problema, en cual dirección va y que tipo de incidencia existe entre sus elementos (Ruiz, 2007).

1.1.3 Evaluación

La evaluación permite valorar y medir desde la perspectiva cualitativa y cuantitativa los procesos de intervención social. Es posible de manera gradual y sistemática identificar los alcances, logros, obstáculos y limitaciones que se presentan, así

también; proponer acciones correctivas para modificar, reestructurar y/o reorientar los rumbos del propio proceso.

Mediante la evaluación se pretenden determinar los cambios que se deben buscar y por qué, cómo y en qué medida se producen los cambios deseados, el grado en que se alcanzan los objetivos que se han propuesto, la necesidad de modificar las acciones propuestas, la eficacia del programa y/o proyecto en qué forma se deberá de modificar si es que lo requiere (Holding, 2006).

1.1.3 Agua potable

Es aquella que por sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la presente Norma (NB 512 – 2004) y el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano (NB 495, 2005).

1.1.4 Calidad del agua

La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a Características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño (Holding, 2006).

1.1.5 Parámetro

Nombre del elemento o variable a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio, variable a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio de uno o varios elementos (NB 495, 2005).

1.1.6 Contaminación

Alteración de cualquiera de las siguientes características: Físicas, químicas, biológicas y/o radiológicas en el agua, que deterioran su calidad de modo tal que llegue a constituir un riesgo para la salud o a reducir su utilización (NB 495, 2005).

1.1.7 Turbiedad

Es una forma indirecta de medir la concentración de las partículas suspendidas en un líquido; mide el efecto de la dispersión que estas partículas presentan al paso de la luz; y es función del número, tamaño y forma de partículas (NB 495, 2005).

1.1.8 Red de distribución de agua potable

Es un sistema compuesto por tanques, tubos, bombas y válvulas de diferentes tipos, conectados entre sí con el objeto de llevar este recurso hasta los usuarios finales. Es un componente vital de la infraestructura urbana y requiere de una inversión económica significativa (NB 495, 2005).

1.1.9 Los Coloides

Son suspensiones estables, por lo que es imposible sus sedimentación natural, son sustancias responsables de la turbiedad y del color del agua (NB 495, 2005).

1.1.10 Análisis organoléptico

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

1.1.11 Servicio de Agua potable

Servicio público que comprende una o más de las actividades de captación, conducción, tratamiento y almacenamiento de Recursos Hídricos para convertirlos en Agua Potable y el sistema de distribución a los Usuarios mediante redes de tuberías o medios alternativos (NB 495, 2005).

1.1.12 Sólidos Totales

Es toda sustancia o material contenida en una muestra de agua excluyendo el agua misma. Siendo éstos los sólidos sedimentables y los sólidos en suspensión.

Analíticamente se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105°C. En una estufa

Por ejemplo: una mezcla homogénea de Na Cl en agua al someterse a evaporación de 103 y 105°C el Na Cl se deposita solido en el fondo del recipiente (NB 495, 2005).

1.1.13 Zona de abastecimiento

Es el área geográficamente definida y censada por la autoridad sanitaria a propuesta del gestor del abastecimiento o partes de este, no superior al ámbito provincial, en la que el agua de consumo humano provenga de una o varias captaciones y cuya calidad de las aguas distribuidas puedan considerarse homogénea en la mayor parte del año (NB 495, 2005).

1.1.13 Parámetros Microbiológicos en el Agua.

Son indicadores de contaminación biológica de las aguas. El incumplimiento de los límites establecidos en la norma Boliviana, puede ocasionar riesgos para la salud a corto plazo (NB 495, 2005).

1.1.14 Parámetros Químicos.

La contaminación química es una de las mayores preocupaciones de nuestro tiempo, y generalmente llega al medio acuático por las actividades industriales, agrarias, las aguas de tormenta y a través de los efluentes y vertidos de aguas residuales de origen urbano. Son contaminantes orgánicos, inorgánicos, por naturaleza del terreno, por contaminación puntual o difusa, y en ocasiones debidos a subproductos generados en los tratamientos de potabilización (NB 495, 2005).

1.1.15 Muestra de agua

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

1.1.16 Valor máximo aceptable

Valor máximo de la concentración permitido para los parámetros definidos en la NB 512 y el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano (NB 495, 2005).

1.1.17 Hervir el agua (calor)

Se trata de un método muy eficaz, ya que la exposición de los organismos patógenos transmitidos por el agua más común (bacterias, esporas, virus, cercarias y quistes) a temperaturas del agua de 90 ° a 100 ° centígrados durante un corto tiempo los matará o inactivará. El agua tiene que calentarse hasta que hierva "borboteando" durante unos tres minutos. Es una buena práctica almacenar el agua en el mismo recipiente en el que se hirvió. Si es necesario el almacenamiento del agua hervida en otro recipiente casero, es importante que éste sea desinfectado antes de transferir el agua. La aireación del agua hervida no se recomienda porque existen posibilidades de contaminación (Witt Vicente M. / Reiff Fred M, 2008)

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA POTABLE

1.2.1.1 Plomo

Es un metal tóxico muy peligroso para la salud. Sus propiedades hacen que posea numerosas aplicaciones (industria química, metalúrgica y construcción). El plomo entra al agua potable primordialmente como resultado de la corrosión o desgaste de los materiales que están en el sistema de suministro de agua y la plomería doméstica (CEDE, 2008).

1.2.1.2 Arsénico

La presencia de arsénico en el agua potable puede ser el resultado de la disolución del mineral presente en el suelo por donde fluye el agua antes de su captación para uso humano, por contaminación industrial o por pesticidas. La ingestión de pequeñas cantidades de arsénico puede causar efectos crónicos por su acumulación en el

organismo. Envenenamientos graves pueden ocurrir cuando la cantidad tomada es de 100 mg/d (CEDE, 2008).

1.2.1.3 Cadmio

Es uno de los metales más tóxicos y es biopersistente. El nivel establecido por la OMS es de 0.003 mg/l es cual es adoptado por el 38.88% de los países. El 61.11% restante permite concentraciones mayores de este metal aunque siguiendo una tendencia muy pareja que va en los 0.05 mg/l (CEDE, 2008).

1.2.1.4 Cromo

El cromo hexavalente (raramente se presenta en el agua potable el cromo en su forma trivalente) es cancerígeno, y en el agua potable debe determinarse para estar seguros de que no está contaminada con este metal.

La presencia del cromo en las redes de agua potable puede producirse por desechos de industrias que utilizan sales de cromo, en efecto para el control de la corrosión de los equipos, se agregan cromatos a las aguas de refrigeración. Es importante tener en cuenta la industria de curtiembres ya que allí utilizan grandes cantidades de cromo que luego son vertidas a los ríos donde kilómetros más adelante (aguas abajo) son interceptados por bocatomas de acueductos (CEDE, 2008).

1.2.1.5 Fluoruros

En concentraciones altas los fluoruros son tóxicos. La razón es, por una parte, la precipitación del calcio en forma del fluoruro de calcio y, por otra parte, puede formar complejos con los centros metálicos de algunas enzimas (CEDE, 2008).

1.2.1.6 Cloro

El cloro no sólo es uno de los desinfectantes más efectivos para el agua potable, sino también uno de los más baratos. En el agua clara, (una Unidad Nefelométrica y de Turbiedad o menos) y un pH menor de 8, es muy eficaz contra las bacterias relacionadas con enfermedades transmitidas por el agua.

Sin embargo, es ineficaz contra los virus y los quistes de protozoos en las dosificaciones, temperatura y tiempos de contacto normalmente usadas en la cloración del agua para fines potables. Es más, los microorganismos adheridos a partículas están protegidos y es posible que no sean afectados por el cloro. Además, el agua puede tener una demanda de cloro que deberá satisfacerse antes de que éste pueda actuar como desinfectante. La materia orgánica en el agua puede producir el sabor a cloro, lo que no debe tomarse necesariamente como una indicación de desinfección adecuada.

Para evitar algunos de estos problemas, el agua puede filtrarse y, cuando esté limpia, desinfectarse.

El cloro se presenta en diferentes tipos de compuestos, pero principalmente como hipoclorito de calcio o de sodio. El hipoclorito de calcio se puede obtener en forma de polvo con concentraciones de alrededor de un 20, 35, 65 o 70 por ciento de cloro y en pastillas con una concentración de cloro disponible de alrededor de 65 por ciento. El Hipoclorito de sodio es un líquido, que se puede obtener en concentraciones de un 3 a un 5 por ciento y hasta un 10 por ciento. Con una concentración mayor del 10 por ciento es muy inestable. El hipoclorito de sodio comercial puede contener a veces otras sustancias que podrían ser tóxicas en cuyo caso no deberá emplearse para desinfectar agua para beber. Prácticamente, la forma más fácil de aplicar cloro al agua es con pastillas o en soluciones (Witt Vicente M. / Reiff Fred M, 2008)

1.2.2 ENFERMEDADES CAUSADAS POR EL CONSUMO DE AGUA CONTAMINADA

1.2.2.1 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 contaminados. 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 (UNICEF-OMS, 1979).

1.2.2.2 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 (UNICEF-OMS, 1979).

1.2.2.3 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 transmisión quizá ocurra por contacto directo de persona a persona, por consumo de agua o hielo contaminados, o por pescados y mariscos cosechados en agua contaminada con aguas residuales, o por frutas, hortalizas u otros alimentos que se comen sin cocinar, si estos se han contaminado durante su manipulación (UNICEF-OMS, 1979).

1.3 MARCO LEGAL

1.3.1 Ley 1333 de Medio Ambiente

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

1.3.2 Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

ARTICULO 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 la políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, serpa determinada por le MDSMA. Para ello, las instancias ambientales dependientes del prefecto deberán proponer una clasificación, adjuntando la documentación suficiente para comprobar la pertinencia de dicha clasificación. Esta documentación contendrá como mínimo: Análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos 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 lineamentos:

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 caso externos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

1.3.3 Norma Boliviana (NB) 512 Agua Potable

Los objetivos de esta norma son:

- a) Proteger la salud de la población, definiendo y determinando parámetros de calidad del agua, con sus respectivos niveles, basados en principios de gestión de riesgo, con la finalidad de brindar agua apta para consumo humano.
- b) Ser factibles en el contexto del país, tomando en cuenta la capacidad analítica de los laboratorios y las condiciones técnico-económicas de las entidades prestadoras de Servicios de agua y alcantarillado - EPSA.
- c) Establecer parámetros para el control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano, de acuerdo con la realidad nacional, sin que ello implique poner en riesgo la salud humana.

OBJETO DE LA NORMA

Esta norma establece los valores máximos aceptables de los diferentes parámetros, que determinan la calidad de agua abastecida con destino al uso y consumo humano y las modalidades de aplicación y control.

CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a todas las aguas abastecidas con destino al uso y consumo humano.

USO OBLIGATORIO DEL REGLAMENTO.

Las EPSA a nivel nacional y las instituciones públicas y privadas que realizan actividades de control y vigilancia de la calidad del agua, deberán hacer uso obligatorio de la Norma Boliviana NB 512 y el presente Reglamento. Asimismo, la SISAB y/o la institución delegada por la misma efectuarán la notificación correspondiente a las EPSA solicitando la adecuación y/o el cumplimiento del presente reglamento, considerando las características de desarrollo, capacidad operativa y financiera, la evaluación de los parámetros actualmente analizados, número de muestras al mes y frecuencias de muestreo.

Sobre la base de las consideraciones indicadas anteriormente, la SISAB, definirá con cada EPSA el plazo para la aplicación del presente Reglamento en forma gradual, el mismo que no podrá ser mayor a tres (3) años.

CALIDAD DE LOS SERVICIOS.

De acuerdo a lo que señala el Artículo 21 de la Ley N° 2066, las EPSA, están obligadas a garantizar la calidad de los servicios que reciben los usuarios.

CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA.

Las EPSA son las responsables del control de la calidad del agua suministrada de acuerdo con la Norma Boliviana NB 512 y el presente Reglamento.

SEGUIMIENTO Y FISCALIZACION. El seguimiento y la fiscalización del control de la calidad del agua realizados por las EPSA, de acuerdo a disposiciones y legislación vigente, serán efectuadas por la SISAB o la institución delegada por la misma.

La responsabilidad de las EPSA en cuanto al control de calidad del agua para consumo

Humano, llega hasta la conexión domiciliaria, donde se ubica el medidor de agua o válvula de paso, o en su defecto hasta el grifo más cercano a la conexión o hasta la descarga a un tanque de almacenamiento domiciliar, estando exentas del control en la instalación interna.

En sistemas de abastecimiento de agua que incluyan piletas públicas, surtidores de camiones cisterna o tanques públicos de distribución de agua, la responsabilidad de las EPSA llega hasta el punto de abastecimiento de las referidas obras siempre y cuando se encuentren bajo su administración.

1.3.4 Norma Boliviana (NB) 496 – 05 “Agua potable - Toma de muestras”

INTRODUCCIÓN

La determinación de los parámetros físico-químicos, bacteriológicos y radiológicos de caracterización del agua potable, son esenciales para el control de la calidad y

permiten garantizar la salud pública. La actividad de muestreo y las frecuencias de control, deben ser confiables y representativas, siendo una de las etapas más importantes dentro del proceso de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

OBJETO

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

CAMPO DE APLICACIÓN

El campo de aplicación de la Norma Boliviana 496 - Toma de muestras comprende los sistemas de agua potable en los cuales se realiza el muestreo para la caracterización, el control y la vigilancia de la calidad del agua potable.

SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Criterios de selección

Las muestras deben tomarse en lugares representativos del sistema de agua potable, aplicando los criterios de selección y ubicación en los puntos de muestreo, de acuerdo con la reglamentación vigente.

Clasificación de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se clasifican en:

- a) Puntos fijos convenidos o acordados entre el Ente Regulador y la Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (EPSA)
- b) Puntos fijos definidos por la EPSA para fines de control operativo y de calidad.
- c) Puntos aleatorios o variables

Para fines de control de calidad, la EPSA debe implementar un programa de control de

calidad, en el cual debe ubicar cada punto de muestreo fijo convenido, según corresponda, con el Ente Regulador o la Autoridad Competente y codificarlo para realizar un control estadístico.

El seguimiento por parte del Ente Regulador se realiza a través de puntos fijos convenidos y los que elija como puntos aleatorios o variables, de acuerdo al caso que se presente.

Para fines de vigilancia, la Autoridad Competente, verificará la calidad del agua a través de los resultados de los puntos fijos convenidos o realizando muestreos en puntos aleatorios o variables de acuerdo al caso que se presente.

MÉTODO DE MUESTREO

Muestreo

La toma de muestra destinada al análisis organoléptico, físico-químico, metales pesados, compuestos orgánicos, bacteriológico y/o radiológico debe ser a través de muestras simples, necesariamente debe ser realizada por una persona experimentada o entrenada para tal fin.

El procedimiento de muestreo en sistemas de abastecimiento se debe iniciar con el muestreo para análisis bacteriológico, seguido de las determinaciones, en el lugar, de cloro residual libre, pH, temperatura, conductividad y finalmente el muestreo para el análisis fisicoquímico o los requeridos de acuerdo a la frecuencia de muestreo.

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

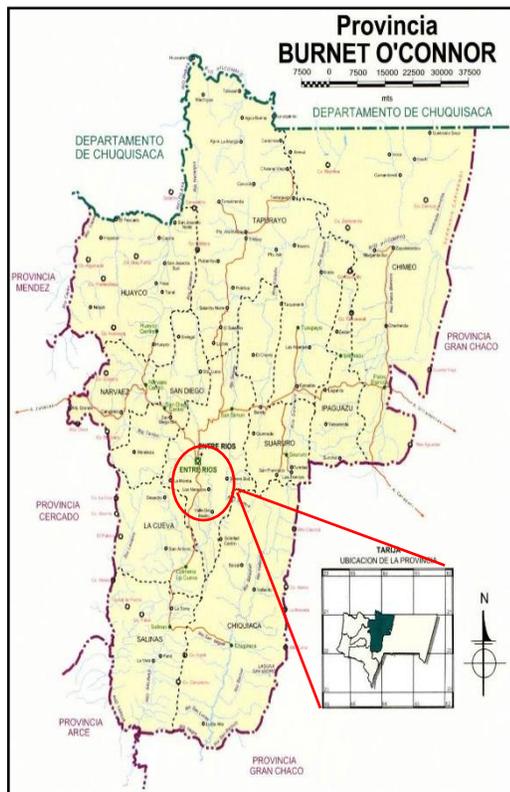
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1 Localización

La comunidad de Moreta forma parte del cantón Moreta y a su vez pertenece al distrito 1 del municipio de Entre Ríos, Provincia O'Connor, del Departamento de Tarija.

Geográficamente la obra de toma se encuentra ubicado entre las Coordenadas $21^{\circ}31'55,81''$ de latitud Sud y $64^{\circ}13'14,13''$ de longitud Oeste, la misma que se encuentra dentro de la comunidad de Moreta.

Los barrios Cañaveral y Banda Mealla se encuentran en ubicados entre las coordenadas $21^{\circ}31'37,28''$ de latitud Sud y $64^{\circ}10'26,72''$ de longitud Oeste, los mismos que forman parte de la mancha urbana de Entre Ríos.



2.2 DESCRIPCIÓN DE LA MICRO CUENCA DEL RIO TRANCAS

El Rio Trancas en combinación con el Rio Tambo forman el Rio Santa Ana, a su vez el Rio Santa Ana se une al Rio Pajonal para luego formar el Rio Salinas y sucesivamente el rio Salinas se une al Rio Grande de Tarija (Rio Tarija) de característica internacional, formando parte de la Cuenca Del Plata.

Cuando nos enfocamos en el Rio Trancas notamos que este rio es de gran importancia para la población de Entre Ríos y para las comunidades más cercanas, porque brinda sus aguas que luego son utilizadas como para potable.

La Micro Cuenca del Rio Trancas se encuentra ubicada al oeste de la población de Entre Ríos, el paisaje que tiene es en forma de ondulaciones que presentan plegamientos de Norte a Sur, que dan forma al canal del Rio Trancas, el cual presenta una vegetación arbórea en la parte baja donde predomina las especies forestales de nombre común de Cedro, Lapacho, Nogal, Quina, Arrayan, en la parte media predominan las especies arbustivas, en la parte alta gramíneas y pasturas.

Esta Micro Cuenca se caracteriza por ser un valle joven descrita en la clasificación de los valles. Que presenta como indicador para esta descripción, los caudales mínimos en las épocas de estiaje, y en las épocas de lluvias se puede apreciar la crecida considerable del caudal como también la turbulencia otra característica especial que tiene esta Micro Cuenca como valle joven es que en las épocas de lluvias que por acción de la erosión fluvial el rio realiza un transporte masivo de material vegetal como ser los restos de árboles, maleza, y troncos de algunos árboles muertos y secos, como también transporta material terroso y coloidal provocando un alto grado de turbidez, causando algunos desbordes en las orillas de los ríos, y provocando fallas en el sistema de agua potable donde se tienen que lamentar la caída de agua en los grifos de las casas con un alto grado de turbidez y a consecuencia de esto el corte del suministro.

En el Rio Trancas se encuentra la obra de toma que capta el agua cruda con fines para potable, es una estructura de hormigón, lo que es un dique en forma de criba para la retención del agua, de manera perpendicular se encuentra una cámara de 1,5m por 2m también construida de hormigón armado, lo que esta paredes forman una posa

profunda, el agua es capturada de esta poza por medio de unas rejillas hacia la cámara para luego ser transportada al sistema de filtración (tratamiento físico del agua para potable).

2.3 MATERIALES

Los materiales que fueron utilizados para la presente investigación y así cumplir con los objetivos específicos trazados son:

- Computadora para el trabajo en gabinete.
- Cámara fotográfica
- envases esterilizados para la toma de muestras (proporcionados por el laboratorio de COSAALT LTDA.)
- Termómetro
- Algodón
- Pinzas
- Alcohol
- guantes
- libreta para la toma de apuntes
- Conservadora con hielo
- material de escritorio (hojas, lapiceros, marcadores, etc.)

2.4 METODOLOGÍA

La metodología que se adoptó en el presente trabajo de investigación es analítica y cuantitativa con la finalidad de responder las exigencias de las normas vigentes bolivianas (512; 496) para el agua de consumo humano.

CUADRO 1. Matriz resumen metodológica

Objetivos	Metodología	Métodos	Técnicas	Materiales e Instrumentos
<p>Determinar mediante análisis fisicoquímico y microbiológico la calidad del agua del Rio Trancas a 50m aguas arriba de la obra de toma y comparar sus resultados obtenidos en los meses de septiembre y diciembre del 2015.</p>	<p>analítica y cuantitativa</p>	<p>Toma de muestras y análisis de laboratorio para la obtención de resultados</p>	<p>De acuerdo a la Norma Boliviana NB 496 Toma de muestras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Cámara fotográfica • envases esterilizados • Termómetro • Algodón • Pinzas • Alcohol • guantes • libreta para la toma de apuntes • Conservadora con hielo
<p>Determinar mediante análisis Fisicoquímico y Microbiológico la calidad del agua de la red de distribución en los barrios Cañaverall - Banda Mealla y comparar sus resultados obtenidos en los meses de septiembre y diciembre del 2015.</p>	<p>analítica y cuantitativa</p>	<p>Toma de muestras y análisis de laboratorio para la obtención de resultados</p>	<p>De acuerdo a la Norma Boliviana NB 496 Toma de muestras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Cámara fotográfica • envases esterilizados • Termómetro • Algodón • Pinzas • Alcohol • guantes • libreta para la toma de apuntes • Conservadora

				con hielo
Objetivos	Metodología	Métodos	Técnicas	Materiales e Instrumentos
Identificar la diferencia de la calidad del agua entre la red de distribución en los barrios Cañaverall - Banda Mealla y las aguas crudas del Rio Trancas mediante resultados de análisis Microbiológico.	Cuantitativa	Comparación de resultados obtenidos en laboratorio de COSAALT.	Verificación e interpretación de datos.	Resultados físicos emitidos por el laboratorio.
Proponer alternativas apropiadas para la desinfección del agua de consumo humano a partir de los resultados obtenidos en laboratorio.	Descriptiva y analítica	Análisis y comparación de información bibliográfica	Verificación de costo beneficio y análisis de costo eficiencia y sostenibilidad.	Computadora y revisión de base de datos.

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 1 se puede observar el procedimiento empleado para alcanzar los objetivos trazados en el presente trabajo de investigación, donde se muestran los objetivos, la metodología, métodos, técnicas e instrumentos utilizados y que a continuación se desarrollan de manera detallada.

2.4.1 Descripción de la Metodología

a) Toma de Muestras

Para la toma de muestras del presente trabajo de investigación se desarrollará conforme con lo que establece la Norma Boliviana (NB 496, 2005) agua potable-toma de muestras que tiene el siguiente procedimiento:

- **Toma de muestras de los grifos**

Se eligieron grifos que eran de uso continuo y no presentaban anomalías; se procedió a lavar el grifo, se dejó escurrir por dos minutos, el lavado se hizo por la presencia de barro y sales de cobre que desprenden los grifos. Se cerró la llave y se puso a flamear el grifo con el mechero, luego se procedió a abrir la llave y dejarla escurrir por dos minutos, luego se procedió a llenar el frasco, dejando un centímetro entre el nivel del agua y la tapa esto para permitir al laboratorista agitar el líquido antes de proceder al análisis, lo que es un requisito esencial. Todos estos procesos fueron necesarios para que la muestra fuera un fiel reflejo del agua cuya calidad se investigaba. Para esta recolección en los frascos contenían una pequeña cantidad de hiposulfito de sodio 0,010 g de agua clorada, con el objeto de neutralizar el cloro residual, para que la muestra envasada represente su contenido bacteriano en el momento que se tomó la muestra.

- **Puntos De Muestreo**

Es el registro y ubicación de los puntos de muestreo, se tomara en cuenta tres puntos de muestreo para realizar análisis mediante los parámetros existentes en las normativas vigentes.

- **Identificación de puntos de Muestreo**

Todas las muestras serán previamente identificadas, llevando una etiqueta o tarjeta, señalando los datos detallados.

- **Transporte y conservación de las muestras**

Se utilizó el medio más rápido para transporte de las muestras, debidamente rotuladas ya que el método estándar en uso solo permite seis horas de envase. Se mantuvieron en la hielera a una temperatura de 5 °C esto para evitar la multiplicación de bacterias y gérmenes.

Todas las muestras se les agregó un formulario con información acerca de la procedencia, dirección exacta donde se tomó la muestra, día mes y hora exacta del envasado en el momento de la toma y hora de llegada al laboratorio.

b) Análisis De Las Muestras

El análisis físico-químico y biológico de las muestras se realizó en el laboratorio de la cooperativa de agua y alcantarillado de Tarija (COSAALT).

c) Análisis Estadístico

Se realizara análisis estadísticos mediante tablas de comparación de acuerdo a los datos obtenidos en laboratorios con los parámetros permisibles en las normativas vigentes, luego exponerlas en gráficas y un análisis analítico-descriptivo de los resultados.

d) Medidas De Mitigación

Las medidas de mitigación se presentaran tomando en cuenta a los resultados obtenidos del muestreo de aguas realizado en el área de estudio y de acuerdo al estado en que se encuentra.

2.5 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS (PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS)

CUADRO 2. Procedimiento de toma de muestras (parámetros Microbiológicos)

N°	Actividad	Descripción
1	Preparación de los frascos	<p>Preparar los frascos de vidrio de boro silicato ó de polipropileno, de boca ancha, con tapa rosca de plástico, esterilizados y con un capuchón de papel kraft como protector sobre la tapa. La capacidad de los frascos debe ser de 500 ml para los ensayos en membrana filtrante.</p> <p>Si estos frascos se emplean para recolectar muestras de agua que contengan cloro residual (agua tratada), deben tratarse con un agente neutralizador (tiosulfato de sodio), que debe agregarse a los frascos limpios y secos antes de su esterilización, en una concentración de 100 mg/l, esto se consigue agregando 0,1 ml de solución de tiosulfato al 10 % por cada 100 ml de agua.</p>
2	Codificación del frasco de muestreo	Codificar el frasco de muestreo (pone la fecha y el código de la muestra correspondiente).
3	Verificación de las condiciones del grifo	Verificar que el grifo seleccionado, sea de uso constante y no presente deterioros.
4	Limpieza del grifo	Eliminar del grifo cualquier adherencia o suciedad mediante una pinza con una torunda de algodón empapada con alcohol, descartando este material.

5	Esterilización del grifo	Esterilizar el grifo durante un minuto con la llama proveniente de una nueva torunda de algodón emparada en alcohol, siempre con la ayuda de una pinza.
N°	Actividad	Descripción
6	Purga de agua del grifo	Abrir el grifo para dejar correr agua de 1 min a 3 min, eliminando impurezas y agua estancada en la tubería.
7	Regulación del flujo	Regular el flujo de agua proveniente del grifo, con el objeto de evitar la salida del neutralizador de cloro del frasco de muestreo.
8	Extracción de la muestra	Destapar el frasco esterilizado y llena con la muestra, sujetando con una mano la tapa con el capuchón protector y con la otra pone el frasco bajo el chorro de agua, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco. Dejar un espacio de aire de 1 cm antes de que el agua llegue al tope del frasco, lo que facilita homogenizar la muestra antes de su análisis.
9	Tapado del frasco	Tapar el frasco, enroscando la tapa con el capuchón.
10	Registro de datos	Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, temperatura y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas.
11	Transportar la muestra	Transporta el/los frasco(s) en conservadores con hielo.

Fuente: Norma Boliviana 496-toma de muestras

2.6 PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

CUADRO 3. Procedimiento de toma de muestras (parámetros Físico - Químicos)

N°	Actividad	Descripción
1	Preparación de los frascos	Preparar los frascos de polietileno con una capacidad de 2 “l”; la recolección de muestras para analizar pH se debe tomar en un frasco de 300 ml.
2	Codificación del frasco de muestreo	Codificar el frasco de muestreo (pone la fecha y el código de la muestra correspondiente)
3	Verificación de las condiciones del grifo	Verificar que el grifo seleccionado, sea de uso constante y no presente deterioros.
4	Purga del agua de la red	Dejar correr el agua por las tuberías a objeto de asegurar que la muestra es representativa del agua de la red de suministro y no agua estancada.
5	Enjuague del frasco	Enjuagar el frasco dos (2) a tres (3) veces con la misma muestra.
6	Extracción de la muestra	Llenar el frasco hasta que rebalse, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco.
7	Cierre del frasco	Tapar el frasco con sumo cuidado para que no queden burbujas en su interior.
8	Registro de datos	Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, temperatura y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas.
9	Transporte de la muestra	Transportar el/los frasco(s) en conservadores con hielo.

Fuente: Norma Boliviana 496-toma de muestras

2.6 MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Para la toma de muestras se siguieron los pasos que especifican los métodos de muestreo de la NB 496 de toma de muestras.

2.6.1 Frecuencia de muestreo

Para realizar el muestreo y posteriormente evaluar la calidad del agua potable en Entre Ríos, se muestreo de acuerdo a la condición establecida en la tabla 4 de la NB 496 toma de muestras, tomando en cuenta el número de habitantes o beneficiarios por barrio.

El barrio Cañaverl cuenta con 725 personas y el barrio Banda Mealla 327 personas (datos proporcionados por el INE – CENSO 2014), ambos barrios no superan los 1000 habitantes por consiguiente las muestras en cada barrio se las tomo una cada tres meses vale decir en septiembre y diciembre respectivamente como se indica a continuación en el cuadro número 3 del presente trabajo de tesis.

También es importante mencionar que si el trabajo de investigación abarcaría todos los barrios de Entre Ríos las muestras necesariamente tendrían que ser una por mes tomando en cuenta que la población total de Entre Ríos es de 4044 habitantes de los cuales 1980 son hombres y 2064 son mujeres según el CENSO en 2014.

CUADRO 4 Número de muestras que deben ser analizadas en la red de distribución

Población (hab.)	Cantidad
≤ 1.000	1/trimestral
1 001 a 2 000	1/bimensual
2 001 a 5 000	1/mes
5 001 a 10 000	(1c/5 000 hab)/mes
10 001 a 20 000	(1c/5 000 hab)/mes
20 001 a 30 000	(1c/5 000 hab)/mes
30 001 a 50 000	(1c/5 000 hab)/mes
50 001 a 100 000	(1c/5 000 hab)/mes

100 001 a 500 000	(10 + 1c/10 000 hab)/mes
> 500 000	(10 + 1c/10 000 hab)/mes

Fuente: NB 496 Toma de Muestras.

2.6.2 Muestra para el análisis físico - químico y microbiológico

Para el análisis físico químico y microbiológico se requiere 2 litros de agua para la muestra aguas crudas del Rio Trancas, con el objetivo de conocer la calidad del agua natural de la cual se abastece la población de entre ríos antes de que sea tratada, se tomó una muestra, utilizando una botella plástica de 2 litros que anteriormente contenía agua mineral.

El procedimiento de muestro fue, primeramente se enjuago tres veces el recipiente para adecuar el mismo a la muestra, seguidamente se colocó el rotulo para la identificación, posterior a ello se la coloco en una conservadora con hielo para mantener la muestra refrigerada hasta llegar al laboratorio (Véase en anexos foto 7).

Punto 1 Época de Estiaje (mes de septiembre)

La muestra N° 1 de aguas crudas se tomó en el Rio Trancas a 50 metros aguas arriba de la obra de toma del sistema de agua potable de Entre Ríos, en fecha 13 de Septiembre del 2015 a horas 15:20 en las coordenadas 21°31'55,81" Sud y 64°13'14.13" Oeste.

2.6.3 Análisis Físico Químico

Los análisis químicos, son la determinación de elementos o compuestos químicos, orgánicos e inorgánicos, que en concentraciones mayores a lo establecido en la NB 512, pueden causar efectos nocivos a la salud.

Los análisis físicos, son los que miden las propiedades que influyen en la calidad del agua: color, turbiedad, sólidos totales y sólidos totales disueltos; resultantes de la presencia de un número de constituyentes físicos: ejemplo de parámetros y métodos.

CUADRO 5 Parámetros y métodos para análisis Físico-químico en laboratorio de COSAALT

Parámetros	Método
------------	--------

Alcalinidad	vol. H2SO4
Amoniaco	Neslerizacion
Calcio	Vol EDTA
Cloruros	Argentometrico- Vol
Color	Visual
Parámetros	Método
Conductividad	Electrométrico
Dureza	Vol EDTA
Magnesio	Calculo
Nitritos	Espectrofotométrico
Olor - sabor	Dil. Sucesivas
pH (25°C)	Electrométrico
Solidos totales disueltos.	Electrométrico
Sulfatos	Electrométrico
Temperatura	Electrométrico
Turbiedad	Electrométrico
Zinc	A, Atómica

Fuente: Laboratorio de COSAALT LTDA.

FOTOGRAFÍA N° 1. UBICACIÓN DE LA TOMA DE AGUA DEL RIO TRANCAS Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE



Fuente: imágenes proporcionadas por Google Earth

2.6.4 Muestra para el análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico se requiere 500 ml (1/2 litro) de agua para la muestra con el objetivo de conocer si presenta o no contaminación bacteriana en el agua que cae directamente de los grifos en los domicilios de la población.

Se tomaron 2 muestras utilizando recipientes de vidrio con tapa rosca debidamente esterilizados por el laboratorio de COSAALT.

El procedimiento de muestreo para ambos puntos (2 y 3) fue:

- primeramente se verificaron que los grifos seleccionados estén en permanente uso.
- luego se desinfectaron los grifos en la parte del pico de salida por dentro y por fuera utilizando alcohol empapado en una torunta de algodón.
- seguidamente se purgaron los grifos verificando que estén limpios tanto del alcohol empapado como de cualquier impureza ajena al agua.
- posteriormente se destapo el recipiente y se tomó la muestra con la cantidad señalada anteriormente.
- por último se colocó el rotulo para la identificación como muestra No. 2 y 3 en una conservadora con hielo para mantener las muestras refrigeradas hasta llegar al laboratorio de COSAALT.

A continuación se indican las ubicaciones exactas de los puntos de muestreo (2-3).

Punto 2

La muestra N° 2 se tomó en el barrio Cañaverál de la población de Entre Ríos en el domicilio de la familia Lisarazu ubicado entre las calles sucre esquina Ayacucho en fecha 13 de Septiembre del 2015 a horas 16:00 (Véase en anexos foto 8).

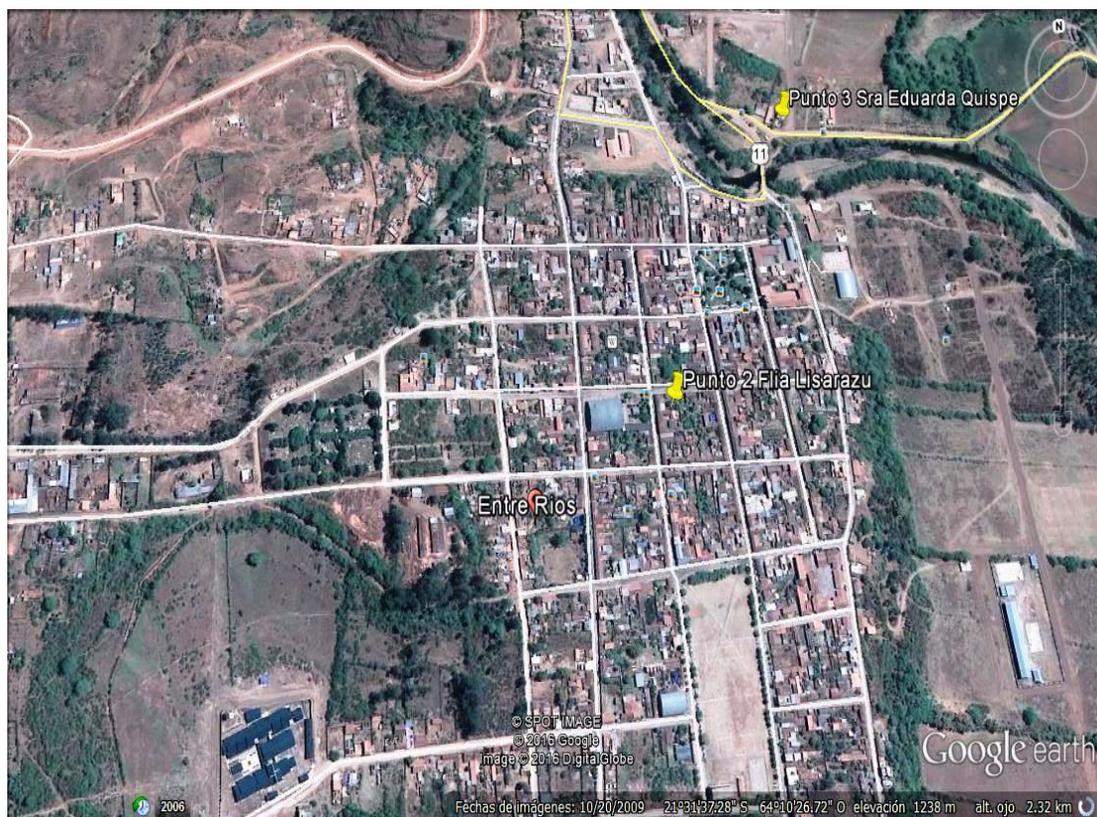
Punto 3

La muestra N° 3 se tomó en el barrio Banda Mealla en el domicilio de la señora Eduarda Quispe ubicado en el camino que va desde entre ríos hacia la comunidad de

LISARAZU) Y PUNTO DE MUESTREO 3 (SRA EDUARDA QUISPE)

Fuente: Unidad de Catastro Alcaldía municipal de Entre Ríos

FOTOGRAFÍA N° 2. UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTRO 2 (FAMILIA LISARAZU) Y PUNTO DE MUESTREO 3 (SRA EDUARDA QUISPE)



Fuente: imágenes proporcionadas por Google Earth

CAPÍTULO III

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA OBRA DE TOMA RIO TRANCAS (mes de Septiembre)

El análisis físico químico se realizó a 50 m aguas arriba de la obra de toma de aguas crudas del Rio Trancas.

Los resultados obtenidos de la muestra para el análisis físico - químico, tomada a 50 metros aguas arriba de la obra de toma, dieron resultados satisfactorios en comparación de la Norma Boliviana NB 512 de requisitos para agua potable, cuantitativamente los resultados se encuentra dentro del rango medio entre el límite máximo aceptable y el límite inferior. Con estos resultados se puede afirmar que, las aguas crudas del Rio Trancas tienen la calidad necesaria desde el punto del análisis fisicoquímico para ser fuente de abastecimiento para agua potable. Con previo tratamiento fisicoquímico, para la eliminación de sólidos en suspensión, y sobre todo el tratamiento químico que consiste en la aplicación del proceso de cloración, como requiere la mencionada norma, para eliminación de las presencias microbiológicas y así garantizar la salud poblacional.

Los resultados microbiológicos que se obtuvieron con el parámetro de Coliformes termo resistentes dio como resultado un valor de 12 UFC/100ml, en relación a las Norma Boliviana 512 la misma que indica un valor máximo aceptable de “0” UFC/100 ml por consiguiente dichas aguas presentan contaminación bacteriana, por lo que se debe desinfectar antes del consumo humano.

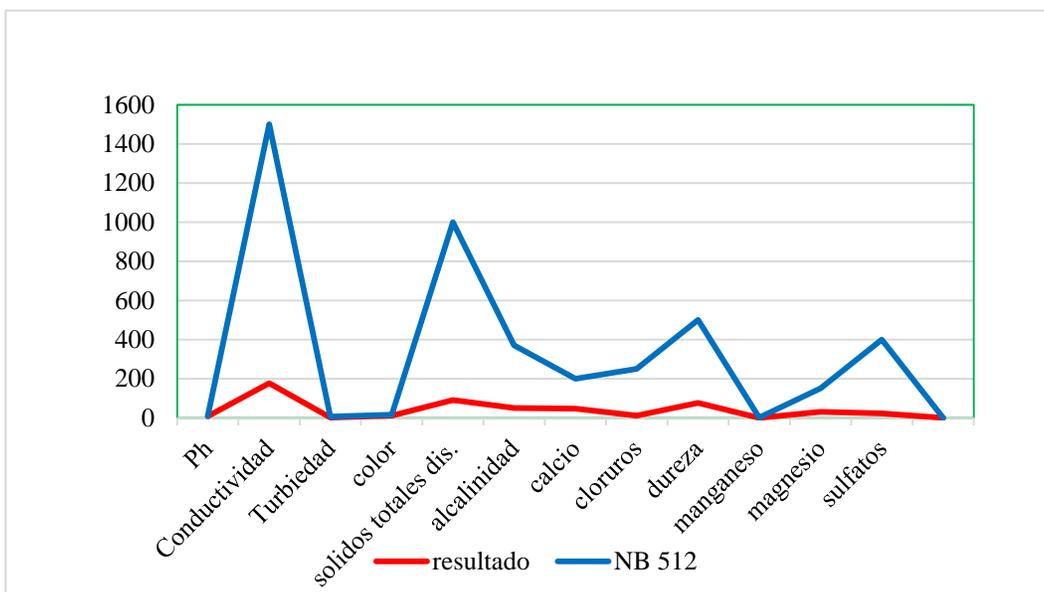
CUADRO 6. Resultados de análisis Físico Químico y Microbiológico de la obra de toma y comparación con la NB 512 (Mes de septiembre)

Solicitante	Rodolfo Camacho Palacios			
Zona	Provincia O`connor – Moreta			MUESTRA No. 1
Lugar	Aguas Arriba de la captación principal			
Fuente	Rio Trancas			
Muestreador Tesista:	Rodolfo Camacho Palacios			
Fecha y hora toma de muestra	13/09/2015 Hrs 15:20 pm			
Fecha y hora Recepción de muestra	14/09/2015 Hrs 09:10 am			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor máximo acceptable
pH (25°C)		Electrométrico	7,06	9
Conductividad	uS/cm	Electrométrico	177,0	1500
Turbiedad	UNT	Nefelometrico	0,56	5
Coliformes termo resistentes	UFC/100ml	Filtro membrana	12,0	0 UFC/100 ml
Color	U.C.V	Comparación visual Esc. Co-Pt	10,00	15 UCV
Solidos Totales Disueltos	mg/l	Electrométrico	90,00	1000 mg/l

Alcalinidad	mg/l Ca CO ₃	Vol. H ₂ SO ₄	49,19	370 mg/l CaCO ₃
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor máximo acceptable
Calcio	mg/l Ca CO ₃	Vol. - EDTA	45,80	200,0 mg/l
Cloruros	mg/l	Argentometrico - Vol.	11,23	250,0 mg/l
Dureza	mg/l Ca CO ₃	Vol. - EDTA	76,40	500,0 mg/l CaCO ₃
Manganeso	mg/l	Espectrofotométrico	0,001	0,1 mg/l
Magnesio	mg/l Ca CO ₃	Calculo	30,60	150,0 mg/l
Sulfatos	mg/l	Espectrofotométrico	21,50	400,0 mg/l
Observaciones	Los resultados obtenidos corresponden a la muestra obtenida en laboratorio.			

Fuente: Laboratorio de COSAALT.

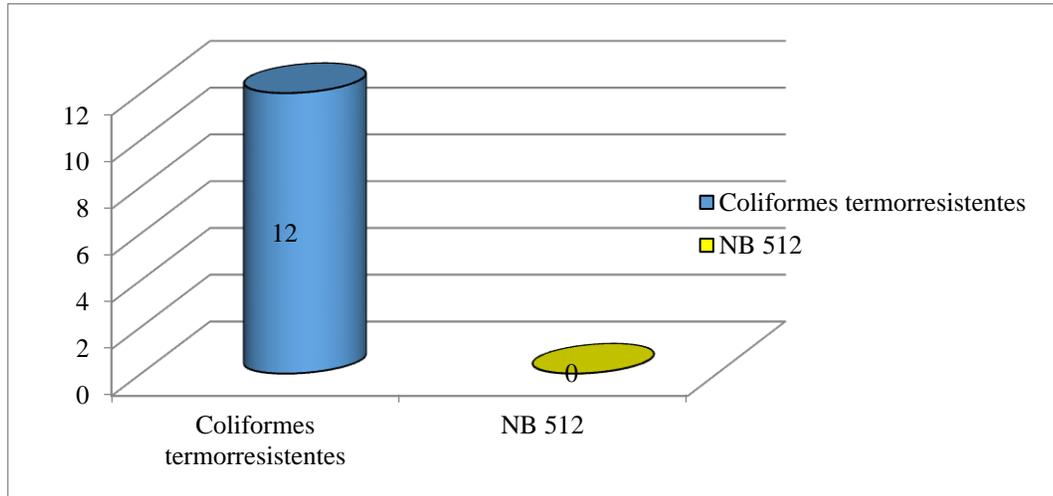
GRÁFICA N° 1. RESULTADOS EN ÉPOCA DE ESTIAJE OBRA DE TOMA



PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 2. RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS EN LA OBRA DE TOMA ÉPOCA DE ESTIAJE



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

En la gráfica 2 se muestran dos líneas una línea roja que representa los resultados obtenidos en laboratorio de los análisis fisicoquímicos y una línea azul que representa el límite permitido por la norma, donde se puede apreciar que todos los parámetros medidos se encuentran dentro del rango permitido por la NB 512 requisitos para agua potable.

En la gráfica 3 se puede apreciar el resultado de los coliformes termorresistentes en la columna de color azul y el color amarillo representa la NB 512.

DISCUSIÓN.- Los resultados de la gráfica 2 y 3 representan la muestra tomada en el mes de septiembre en las aguas crudas de la obra de toma vale decir en época de estiaje, la gráfica 3 nos muestra un valor muy por encima de la NB 512 tomando en cuenta de que la misma indica un valor de 0 UFC/100ml para el parámetro de coliformes termo resistentes y el resultado que se obtuvo en el análisis fue de 12 UFC/100ml.

CONCLUSIÓN.- Las aguas crudas del rio trancas que se captan para la población de Entre Ríos son aptas para ser consideradas como fuente de abastecimiento según los parámetros físico químicos pero también contienen presencias de microorganismos bacteriológicos.

3.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA OBRA DE TOMA (mes de diciembre)

3.2.1 Resultado del análisis Físico Químico obtenido en época de lluvia

El análisis físico – químico al igual que el muestreo en la época de estiaje se lo realizó a 50 m aguas arriba de la obra de toma de aguas crudas del Rio Trancas esto con la finalidad de poder comparar los resultados tanto de la época de estiaje con los resultados de la época de lluvia.

Los resultados obtenidos de la muestra para el análisis físico - químico, tomada a 50 metros aguas arriba de la obra de toma, dieron resultados satisfactorios en comparación de la Norma Boliviana **NB 512** de requisitos para agua potable, cuantitativamente los resultados se encuentra dentro del rango medio entre el límite máximo aceptable y el límite inferior. Con estos resultados se puede afirmar que, las aguas crudas del Rio Trancas tienen la calidad necesaria desde el punto del análisis fisicoquímico para ser fuente de abastecimiento para agua potable. Con previo tratamiento fisicoquímico, para la eliminación de sólidos en suspensión, y sobre todo el tratamiento químico que consiste en la aplicación del proceso de cloración, como requiere la mencionada norma, para eliminación de las presencias microbiológicas y así garantizar la salud poblacional.

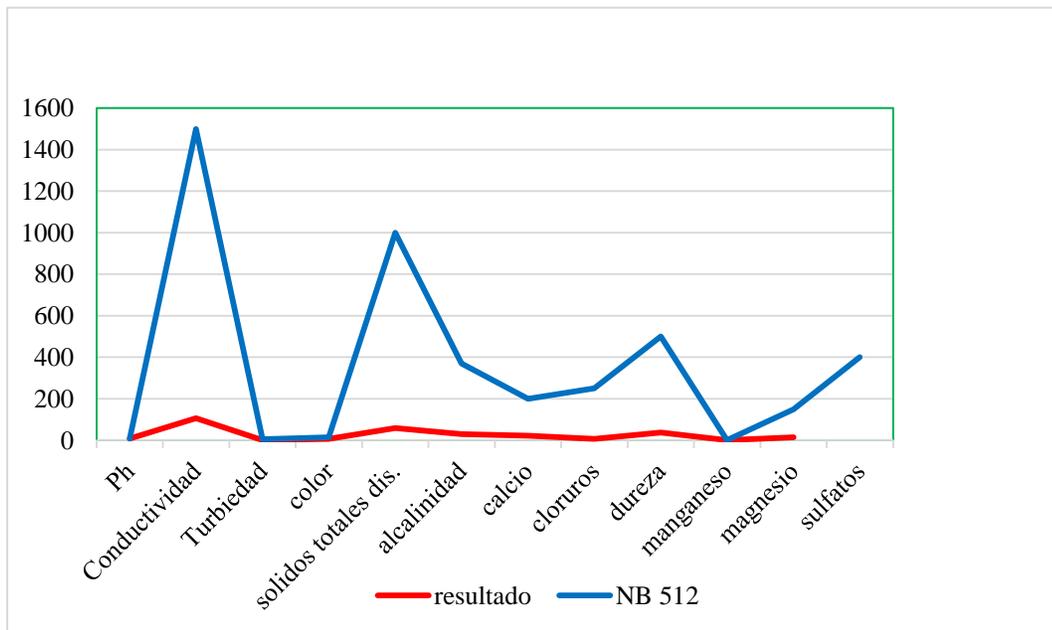
CUADRO 7. Resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico de la obra de toma y comparación con la NB 512 (mes de diciembre)

Solicitante	Rodolfo Camacho Palacios			
Zona	Provincia O'Connor – Moreta	MUESTRA No. 1		
Lugar	Aguas Arriba de la captación principal			
Fuente	Rio Trancas			
Apariencia	Cristalina			
Muestreador Tesista: Rodolfo Camacho Palacios				
Fecha y hora toma de muestra	21/12/2015 Hrs 09:20 am			
Fecha y hora Recepción de muestra	21/12/2015 Hrs 17:00 pm			
Parámetro	Unidad	Técnica	Resultado	NB 512 valor máximo aceptable
pH (24,2°C)		Electrométrico	7,62	6,5 – 9,0
Conductividad	uS/cm	Electrométrico	106,0	1500
Turbiedad	UNT	Nefelometrico	0,90	5
Coliformes termo resistentes	UFC/100ml	Filtro membrana	45,0	0 UFC/100 ml
Color	U.C.V	SM 2120 B	7	15 UCV
Sol. Totales Disueltos	mg/l	SM 2510 B	58,3	1000 mg/l
Alcalinidad	mg/l Ca CO ₃ /l	SM 2320 B	29,1	370 mg/l CaCO ₃
Calcio	mg/l Ca CO ₃	SM 3500 – Ca D	22,41	200,0 mg/l
Cloruros	mg/l	SM 4500- Cl B	6,42	250,0 mg/l
Dureza	mg/l Ca CO ₃	SM 2340 C	37,35	500,0 mg/l CaCO ₃
Manganeso	mg/l	8149 - HACH	Nd	0,1 mg/l

Parámetro	Unidad	Técnica	Resultado	NB 512 valor máximo aceptable
Magnesio	mg/l Ca CO ₃	SM 3500 – Mg E	14,94	150,0 mg/l
Sulfatos	mg/l	SM 4500 – S04 E	0,28	400,0 mg/l
Observaciones	Los resultados obtenidos corresponden a la muestra obtenida en laboratorio.			

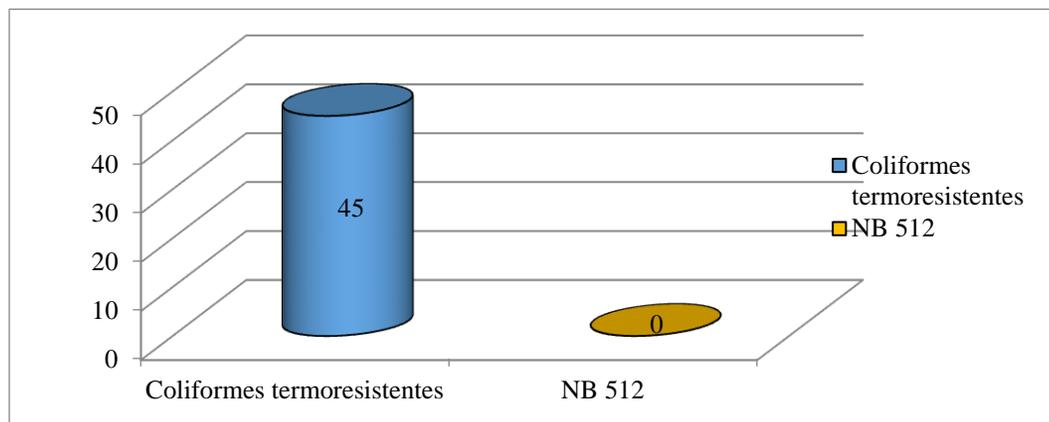
Fuente: Laboratorio de COSAALT.

GRÁFICA N° 3. RESULTADOS EN ÉPOCA DE LLUVIA BARRIO BANDA MEALLA SRA. EDUARDA QUISPE PARÁMETROS DE CONTROL FÍSICO QUÍMICOS



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 4. RESULTADO PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS EN LA OBRA DE TOMA ÉPOCA DE LLUVIA



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

En la gráfica 4 se muestran dos líneas una línea roja que representa los resultados obtenidos en laboratorio de los análisis fisicoquímicos y una línea azul que representa el límite permitido por la norma, donde se puede apreciar que todos los parámetros medidos se encuentran dentro del rango permitido por la NB 512 requisitos para agua potable.

En la gráfica 3 se puede apreciar el resultado de los coliformes termoresistentes en la columna de color azul y el color amarillo representa la NB 512.

DISCUSIÓN.- Los resultados se encuentran cuantitativamente dentro del rango medio entre el límite máximo aceptable y el límite inferior según lo establecido por la NB 512, con estos datos nueva mente se ratifica que el agua que se capta para la población de entre ríos cuenta con la calidad mínima para ser fuente de abastecimiento de dicha población.

La grafica 4 nos sigue indicando el grado de contaminación que existe en las aguas que llegan a la obra de toma esta vez con un valor de **45 UFC/100ml** para el parámetro de coliformes termo resistentes.

CONCLUSIÓN.- Las aguas crudas del río trancas que se captan para la población de Entre Ríos son aptas para ser consideradas como fuente de abastecimiento según los parámetros físico químicos pero el incremento de la contaminación por coliformes termo resistentes es mayor en el mes de Diciembre.

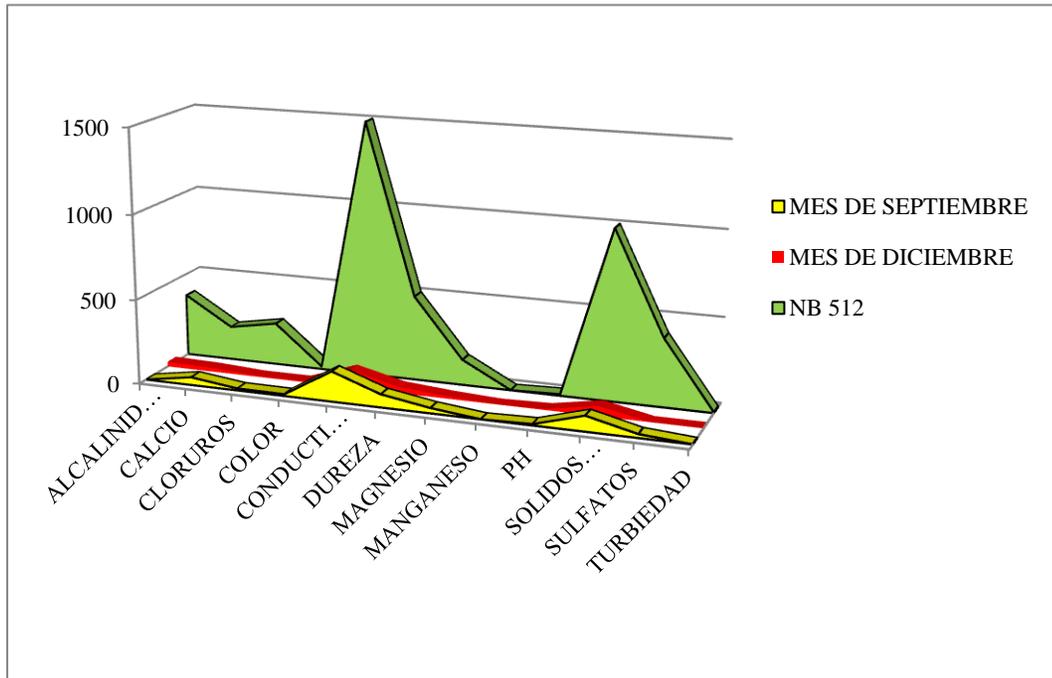
3.3 RESULTADOS DE LA DIFERENCIA ENTRE LOS MESES DE SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE OBRA DE TOMA

CUADRO 8. Comparación de los resultados obtenidos en laboratorio en los meses de Septiembre y Diciembre en la obra de toma parámetros Físico Químicos

PARÁMETROS	UNIDAD	MES DE SEPTIEMBRE	MES DE DICIEMBRE	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	49,19	29,1	370
Calcio	mg/l CaCO ₃	45,80	22,41	200
Cloruros	mg/l Cl	11,23	6,42	250
Color	UCV	10,00	7	15
Conductividad	uS/cm	177,0	106,0	1500
Dureza	mg/l CaCO ₃	76,40	37,35	500
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30,60	14,94	150
Manganeso	mg/l Mn	0,001	nd	0,1
PH		7,06	7,62	9,0
Sólidos totales disueltos	mg/l	90,00	58,3	1000
Sulfatos	mg/l SO ₄	21,50	0,28	400
Turbiedad	UNNT	0,56	0,90	5

Fuente: Elaboración Propia.

GRÁFICA N° 5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO EN LOS MESES DE SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE Y LA NB 512



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DEL CUADRO Y LA GRÁFICA

El cuadro 6 y la gráfica 5 nos refleja los dos resultados obtenidos en la obra de toma en los meses de septiembre y diciembre para los parámetros físico químicos donde claramente se nota que hubo una disminución de los contaminantes en el mes de diciembre y ambos resultados tanto en el mes de septiembre como en el mes de diciembre se encuentran en un rango medio entre el límite máximo aceptable y el límite inferior según los establecido por la NB 512.

CONCLUSIÓN.- después de las primeras lluvias se reducen la concentración de los contaminantes medidos en los parámetros físicos químicos en las aguas del río trancas, esto debido a que se incrementa el caudal de dichas aguas y se produce un lavaje de forma natural.

3.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL BARRIO CAÑAVERAL Y BANDA MEALLA (mes de Septiembre)

3.4.1 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO (BARRIO CAÑAVERAL)

Los resultados obtenidos de la muestra para el análisis físico - químico, fue tomada en el domicilio de la familia Lizarazu ubicado entre las calles alianza y sucre barrio cañaveral del municipio de Entre Ríos, dieron resultados satisfactorios en comparación de la Norma Boliviana **NB 512** de requisitos para agua potable, cuantitativamente los resultados se encuentra dentro del rango medio entre el límite máximo aceptable y el límite inferior.

3.4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico se realizó de la muestra tomada en el barrio cañaveral en el domicilio de la familia Lizarazu en un grifo de uso doméstico.

El valor que arrojó el análisis de laboratorio con el parámetro de coliformes termo resistentes fue de 74 UFC/100ml en relación a las Norma Boliviana 512 la misma que indica un valor máximo aceptable de "0" UFC/100 ml por consiguiente dichas aguas presentan contaminación bacteriana, por lo que se debe desinfectar antes del consumo humano.

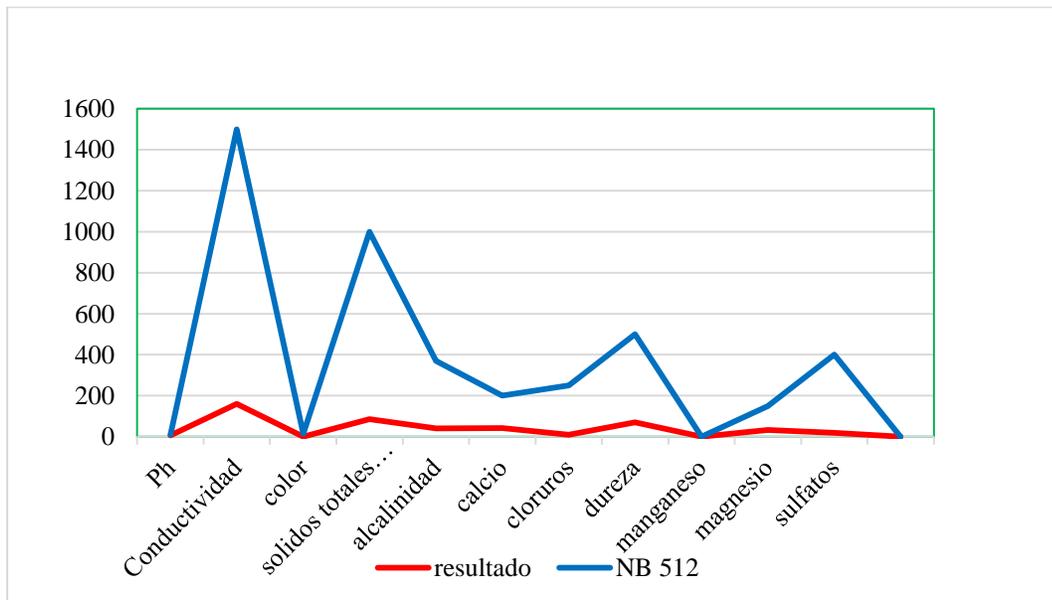
CUADRO 9. Resultados del análisis Físico Químico y Microbiológico en el domicilio de la familia Lisarazu y comparación con la NB 512 (mes de septiembre)

Solicitante	Rodolfo Camacho Palacios			
Zona	Provincia O`connor	MUESTRA No. 2		
Lugar	Barrio Cañaverl – Domicilio familia Lisarazu			
Fuente	Grifo			
Muestreador Tesista:	Rodolfo Camacho Palacios			
Fecha y hora toma de muestra	13/09/2015 Hrs 16:00 pm			
Fecha y hora Recepción de muestra	14/09/2015 Hrs 09:10 am			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor máximo aceptable
pH (25°C)		Electrométrico	6,91	9
Conductividad	uS/cm	Electrométrico	160,2	1500
Turbiedad	UNT	Nefelometrico	0,42	5
Coliformes termo resistentes	UFC/100ml	Filtro membrana	74,0	0 UFC/100 ml
Color	U.C.V	Comparación visual Esc. Co-Pt	9,02	15 UCV
Sol. Totales Disueltos	mg/l	Electrométrico	85,00	1000 mg/l
Alcalinidad	mg/l Ca CO ₃	Vol. H2S04	40.23	370 mg/l CaCO ₃
Calcio	mg/l Ca CO ₃	Vol. - EDTA	42,50	200,0 mg/l
Cloruros	mg/l	Argentometrico – Vol.	10,32	250,0 mg/l
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor

				máximo aceptable
Dureza	mg/l Ca CO ₃	Vol. - EDTA	70,30	500,0 mg/l CaCO ₃
Manganeso	mg/l	Espectrofotométrico	0,001	0,1 mg/l
Magnesio	mg/l Ca CO ₃	Calculo	32,20	150,0 mg/l
Sulfatos	mg/l	Espectrofotométrico	19,50	400,0 mg/l
Observaciones	Los resultados obtenidos corresponden a la muestra obtenida en laboratorio.			

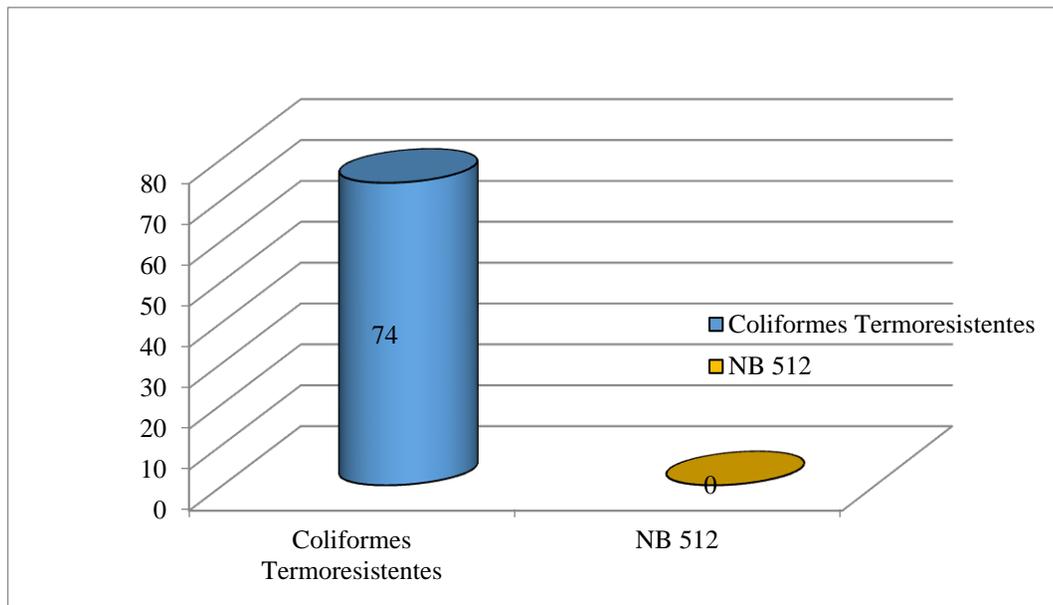
Fuente: Laboratorio de COSAALT.

GRÁFICA N° 6. RESULTADOS EN ÉPOCA DE ESTIAJE BARRIO CAÑAVERAL FAMILIA LISARAZU PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS



Fuente: Elaboración Propia.

GRÁFICA N° 7. RESULTADOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS FAMILIA LISARAZU (ÉPOCA DE ESTIAJE)



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

En la gráfica 6 se muestran dos líneas una línea roja que representa los resultados obtenidos en laboratorio de los análisis físicoquímicos y una línea azul que representa el límite permitido por la NB 512, donde se puede apreciar que todos los parámetros medidos se encuentran dentro del rango permitido por la NB 512 requisitos para agua potable.

En la gráfica 7 se puede apreciar el resultado de los coliformes termorresistentes en la columna de color azul y el color amarillo representa la NB 512.

DISCUSIÓN.- La gráfica 7 nos muestra los resultados de los parámetros físicos químicos obtenidos en el mes de septiembre en el domicilio de la familia Lisarazu, dichos resultados se encuentran cuantitativamente dentro del rango medio entre el límite máximo aceptable y el límite inferior según lo que establece la NB 512.

La grafica 8 señala un resultado de **74 UFC/100ml** para el análisis microbiológico en el domicilio de la familia Lisarazu dicho resultado es mayor en comparación al que se obtuvo en la obra de toma, tomando en cuenta de que el muestreo se lo realizo en la misma fecha en la obra de toma del rio trancas como en este domicilio, el incremento de este valor de coliformes termorresistentes se debe a que en dicho domicilio se

cuenta con un tanque elevado de almacenamiento el mismo que se encuentra sin tapa y se pudo evidenciar la presencia de heces fecales de aves (palomas).

CONCLUSIÓN.- el valor tan elevado de 74 **UFC/100ml** en comparación al resultado de la obra de toma se debe a la presencia de agentes ajenos al agua en este caso las heces de las aves, por otra parte considerando los parámetros físico químicos los resultados se encuentran dentro de lo que establece la NB 512.

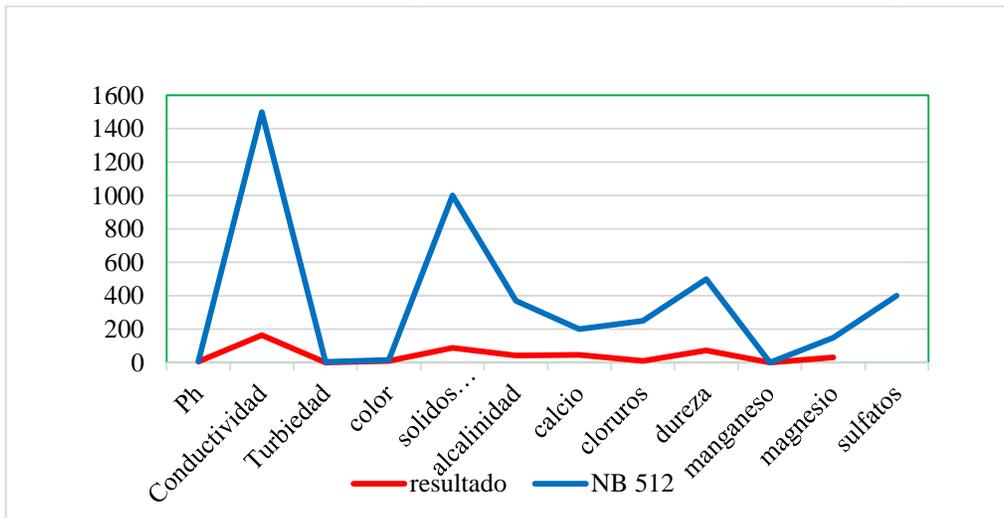
CUADRO 10. Resultados de análisis microbiológico en el domicilio de la Sra. Eduarda Quispe y comparación con la NB 512 (mes de septiembre)

Solicitante	Rodolfo Camacho Palacios			
Zona	Provincia O'Connor	MUESTRA No. 3		
Lugar	Barrio Banda Mealla – Domicilio Sra. Eduarda Quispe			
Fuente	Grifo			
Muestreador Tesista:	Rodolfo Camacho Palacios			
Fecha y hora toma de muestra	13/09/2015 Hrs 16:35 pm			
Fecha y hora Recepción de muestra	14/09/2015 Hrs 09:10 am			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor máximo aceptable
pH (25°C)		Electrométrico	6,00	9
Conductividad	uS/cm	Electrométrico	165,2	1500
Turbiedad	UNT	Nefelometrico	0,39	5
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor máximo aceptable
Coliformes termorresistentes	UFC/100ml	Filtro membrana	65,0	0 UFC/100 ml
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor máximo

				acceptable
Color	U.C.V	Comparación visual Esc. Co-Pt	10,02	15 UCV
Sol. Totales Disueltos	mg/l	Electrométrico	89,01	1000 mg/l
Alcalinidad	mg/l Ca CO ₃	Vol. H2SO4	42,01	370 mg/l CaCO ₃
Calcio	mg/l Ca CO ₃	Vol. - EDTA	47,20	200,0 mg/l
Cloruros	mg/l	Argentometrico – Vol.	10,02	250,0 mg/l
Dureza	mg/l Ca CO ₃	Vol. - EDTA	72,10	500,0 mg/l CaCO ₃
Manganeso	mg/l	Espectrofotométrico	0,001	0,1 mg/l
Magnesio	mg/l Ca CO ₃	Calculo	30,30	150,0 mg/l
Sulfatos	mg/l	Espectrofotométrico	21,50	400,0 mg/l

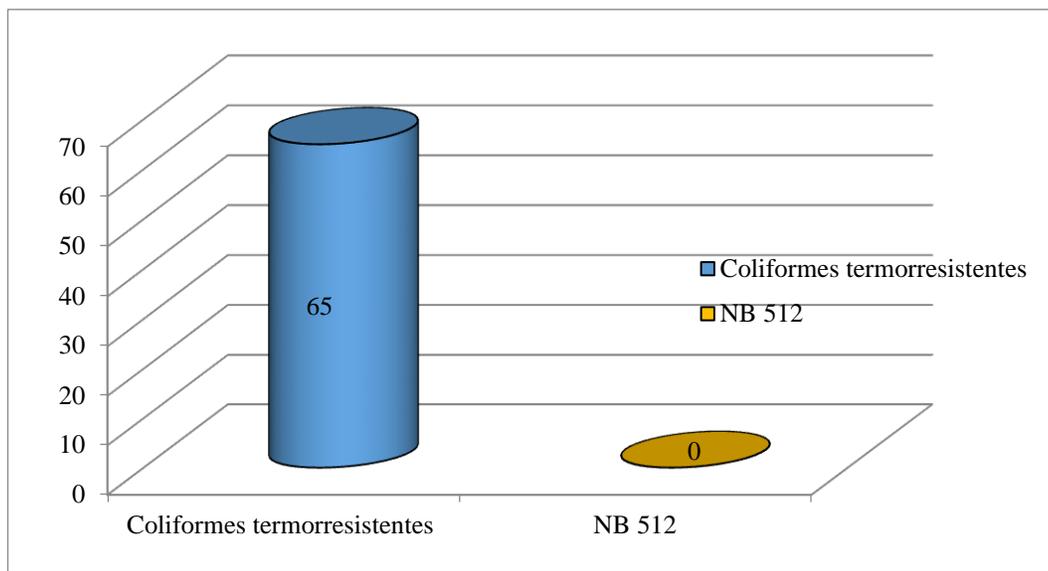
Fuente: Laboratorio de COSAALT.

GRÁFICA N° 8. RESULTADOS EN ÉPOCA DE ESTIAJE BARRIO BANDA MEALLA SRA. EDUARDA QUISPE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 9. RESULTADOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DOMICILIO SRA EDUARDA QUISPE (ÉPOCA DE ESTIAJE)



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

En la gráfica 9 se observa un resultados excesivo de 65 UFC/100ml en comparación con la NB 512, al verificar el domicilio en el muestro en época de lluvia se pudo constatar que el agua que se tomó como muestra en esa vivienda contenía un alto grado de contaminación bacteriológica esto debido a que el tanque de almacenamiento de dicha vivienda nunca se realizó una limpieza interior.

La gráfica 8 al igual que en los anteriores casos también se encuentra dentro de los límites permisibles por la NB 512 desde el punto de vista Físico químico.

3.4.3 Resultado del análisis Microbiológico en el domicilio de la señora Eduarda Quispe (Época de estiaje)

El análisis microbiológico se realizó de la muestra tomada en el barrio banda Mealla en el domicilio de la señora Eduarda Quispe en un grifo de uso doméstico.

El valor que arrojó el análisis de laboratorio con el parámetro de coliformes termo resistentes fue de 65 UFC/100ml en relación a las Norma Boliviana 512 la misma que indica un valor máximo aceptable de “0” UFC/100 ml por consiguiente dichas aguas presentan contaminación bacteriana, por lo que se debe desinfectar antes del consumo humano.

3.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL BARRIO CAÑAVERAL Y BANDA MEALLA (Mes de diciembre)

3.5.1 Resultados del análisis microbiológico en el domicilio de la familia Lizarazu (ÉPOCA DE LLUVIA)

El análisis microbiológico se realizó de la muestra tomada en el barrio cañaveral en fecha en fecha 21 de diciembre de 2015 a horas 10:30 am en el domicilio de la familia Lizarazu en un grifo de uso doméstico.

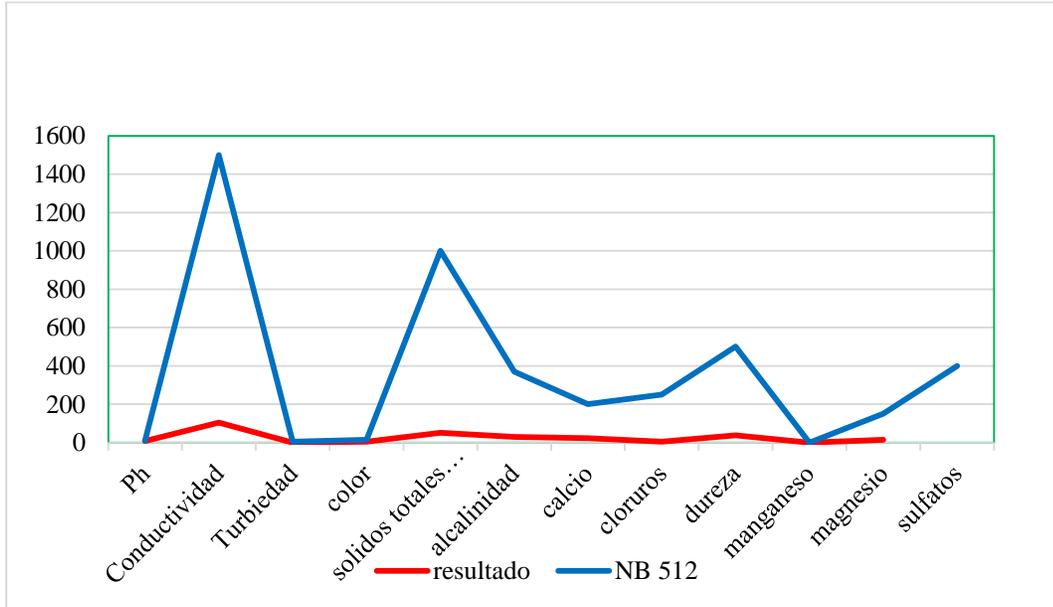
El valor que arrojo el análisis de laboratorio con el parámetro de coliformes termo resistentes fue de **< 1,0 UFC/100ml** en relación a las Norma Boliviana 512 la misma que indica un valor máximo aceptable de **“0” UFC/100 ml** por consiguiente dicha agua no presenta contaminación bacteriana, en comparación a los resultados obtenidos en la época de estiaje disminuyo la contaminación.

CUADRO 11. Resultados del análisis microbiológico en el domicilio de la familia Lisarazu y comparación con la NB 512 (mes de diciembre)

Solicitante	Rodolfo Camacho Palacios			
Zona	Provincia O`connor	MUESTRA No. 2		
Lugar	Barrio Cañaverl – Domicilio familia Lisarazu			
Fuente	Grifo			
Muestreador	Tesista: Rodolfo Camacho Palacios			
Fecha y hora toma de muestra	21/12/2015 Hrs 10:30 am			
Fecha y hora Recepción de muestra	21/12/2015 Hrs 17:00 pm			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor máximo aceptable
pH (24,2°C)		Electrométrico	7,5	6,5 – 9,0
Conductividad	uS/cm	Electrométrico	104,0	1500
Turbiedad	UNT	Nefelometrico	0,42	5
Coliformes Termoresistentes	UFC/100ml	Filtro membrana	<1,0	0 UFC/100 ml
Color	U.C.V	SM 2120 B	5,02	15 UCV
Sol. Totales Disueltos	mg/l	SM 2510 B	51,27	1000 mg/l
Alcalinidad	mg/l Ca CO ₃ /l	SM 2320 B	30,23	370 mg/l CaCO ₃
Calcio	mg/l Ca CO ₃	SM 3500 – Ca D	22,5	200,0 mg/l
Cloruros	mg/l	SM 4500- Cl B	5,20	250,0 mg/l
Dureza Total	mg/l Ca CO ₃	SM 2340 C	38,30	500,0 mg/l CaCO ₃
Manganeso	mg/l	8149 - HACH	0,001	0,1 mg/l
Magnesio	mg/l Ca CO ₃	SM 3500 – Mg E	15,5	150,0 mg/l
Sulfatos	mg/l	SM 4500 – S04 E	0,30	400,0 mg/l
Observaciones	Los resultados obtenidos corresponden a la muestra obtenida en laboratorio.			

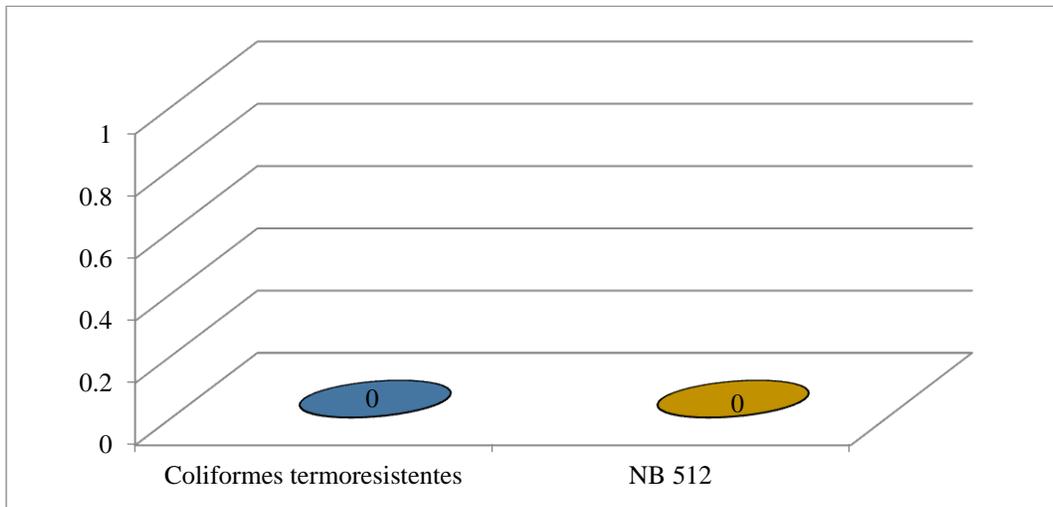
Fuente: Laboratorio de COSAALT.

GRÁFICA N° 10. RESULTADOS EN ÉPOCA DE LLUVIA BARRIO CAÑAVERAL FAMILIA LISARAZU PARÁMETROS DE CONTROL FÍSICO QUÍMICOS



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 11. RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL DOMICILIO DE LA FAMILIA LISARAZU ÉPOCA DE LLUVIA



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

La grafica 11 nos muestra como el parámetro de coliformes termo resistentes y la NB 512 se encuentran en las mismas condiciones y se puede apreciar que hubo una disminución de contaminantes con respecto a los análisis anteriores como es el caso de la época de estiaje en el mismo domicilio y el mismo grifo donde el parámetro de termo resistentes era de **74 UFC/100ml** y ahora indica **0 UFC/100ml** enmarcándose en lo que indica la NB 512.

3.5.2 Análisis Microbiológico en el domicilio de la señora Eduarda Quispe (época de lluvia)

El análisis microbiológico se realizó de la muestra tomada en el barrio banda Mealla en fecha 21 de diciembre de 2015 a horas 11:00 am en el domicilio de la señora Eduarda Quispe en un grifo de uso doméstico.

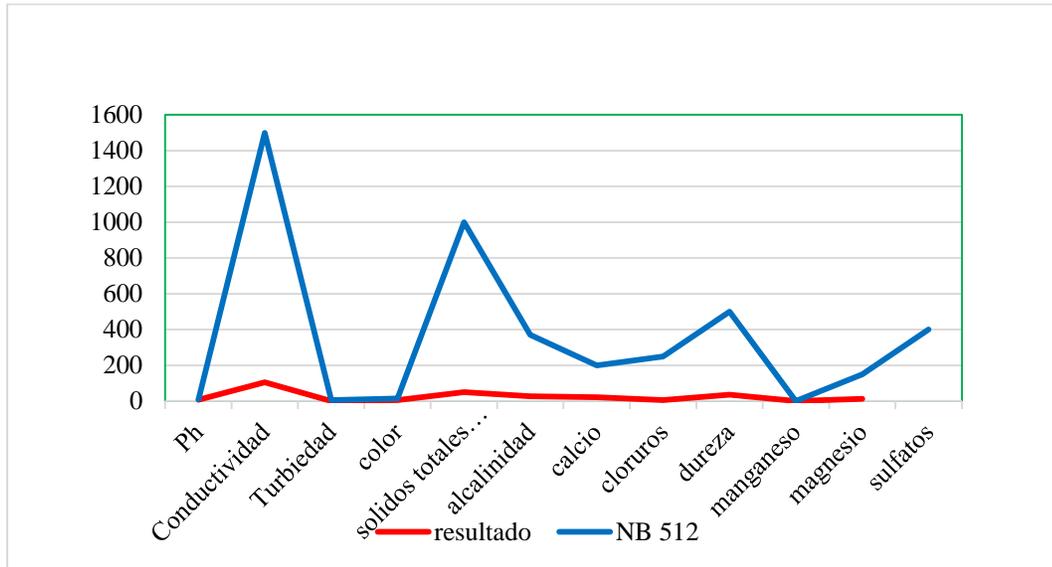
El valor que arrojó el análisis de laboratorio con el parámetro de coliformes termo resistentes fue de **< 1,0 UFC/100ml** en relación a las Norma Boliviana 512 la misma que indica un valor máximo aceptable de **“0” UFC/100 ml** por consiguiente dichas aguas no presentan contaminación bacteriana.

CUADRO 12. Resultados de análisis microbiológico en el domicilio de la Sra. Eduarda Quispe y comparación con la NB 512 (mes de diciembre)

Solicitante	Rodolfo Camacho Palacios			
Zona	Provincia O`connor	MUESTRA No. 3		
Lugar	Barrio Banda Mealla – Domicilio Sra. Eduarda Quispe			
Fuente	Grifo			
Muestreador	Tesista: Rodolfo Camacho Palacios			
Fecha y hora toma de muestra	21/12/2015 Hrs 11:00 am			
Fecha y hora Recepción de muestra	21/12/2015 Hrs 17:00 pm			
Parámetro	Unidad	Método	Resultado	NB 512 valor máximo aceptable
pH (24,2°C)		Electrométrico	7,1	6,5 – 9,0
Conductividad	uS/cm	Electrométrico	105,2	1500
Turbiedad	UNT	Nefelometrico	0,32	5
Coliformes Termorresistentes	UFC/100ml	Filtro membrana	<1,0	0 UFC/100 ml
Color	U.C.V	SM 2120 B	6,02	15 UCV
Sol. Totales Disueltos	mg/l	SM 2510 B	50,27	1000 mg/l
Alcalinidad Total	mg/l Ca CO ₃ /l	SM 2320 B	27,23	370 mg/l CaCO ₃
Calcio	mg/l Ca CO ₃	SM 3500 – Ca D	21,5	200,0 mg/l
Cloruros	mg/l	SM 4500- Cl B	6,20	250,0 mg/l
Dureza Total	mg/l Ca CO ₃	SM 2340 C	36,30	500,0 mg/l CaCO ₃
Manganeso	mg/l	8149 - HACH	0,001	0,1 mg/l
Magnesio	mg/l Ca CO ₃	SM 3500 – Mg E	13,5	150,0 mg/l
Sulfatos	mg/l	SM 4500 – S04 E	0,24	400,0 mg/l
Observaciones	Los resultados obtenidos corresponden a la muestra obtenida en laboratorio.			

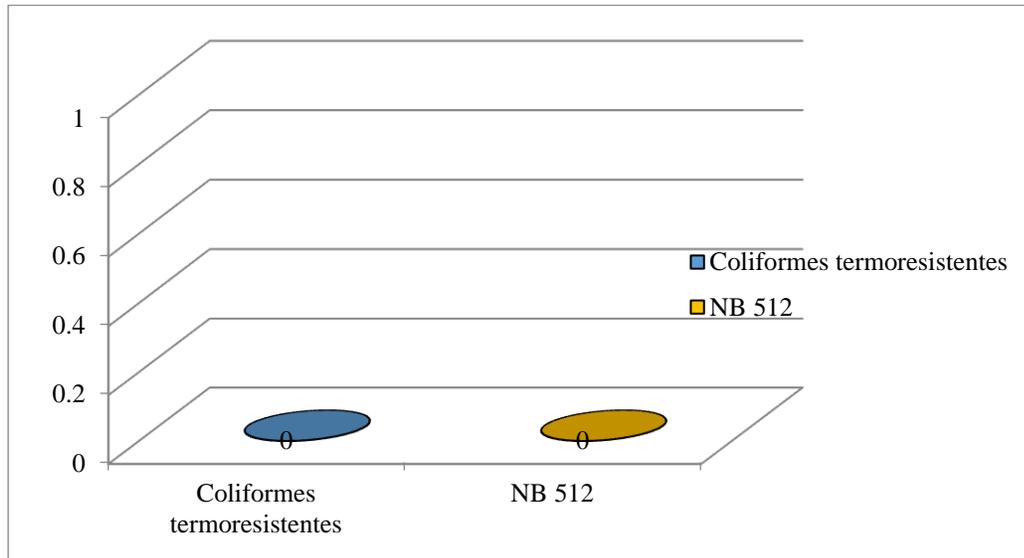
Fuente: Laboratorio de COSAALT.

GRÁFICA N° 12. RESULTADOS EN ÉPOCA DE LLUVIA BARRIO BANDA MEALLA SRA. EDUARDA QUISPE PARÁMETROS DE CONTROL FÍSICO QUÍMICOS



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 13. RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL DOMICILIO DE LA SRA EDUARDA QUISPE ÉPOCA DE LLUVIA



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

La grafica 13 nos muestra al igual que la gráfica 12 como el parámetro de coliformes termo resistentes y la NB 512 se encuentran en las mismas condiciones y se puede apreciar que hubo una disminución de contaminantes con respecto a los análisis anteriores como es el caso de la época de estiaje en el mismo domicilio y el mismo grifo donde el parámetro de termo resistentes era de 65 **UFC/100ml** y ahora indica **0 UFC/100ml** enmarcándose en lo que indica la NB 512.

3.5.3 RESULTADOS DE LA DIFERENCIA ENTRE LOS MESES DE SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE.

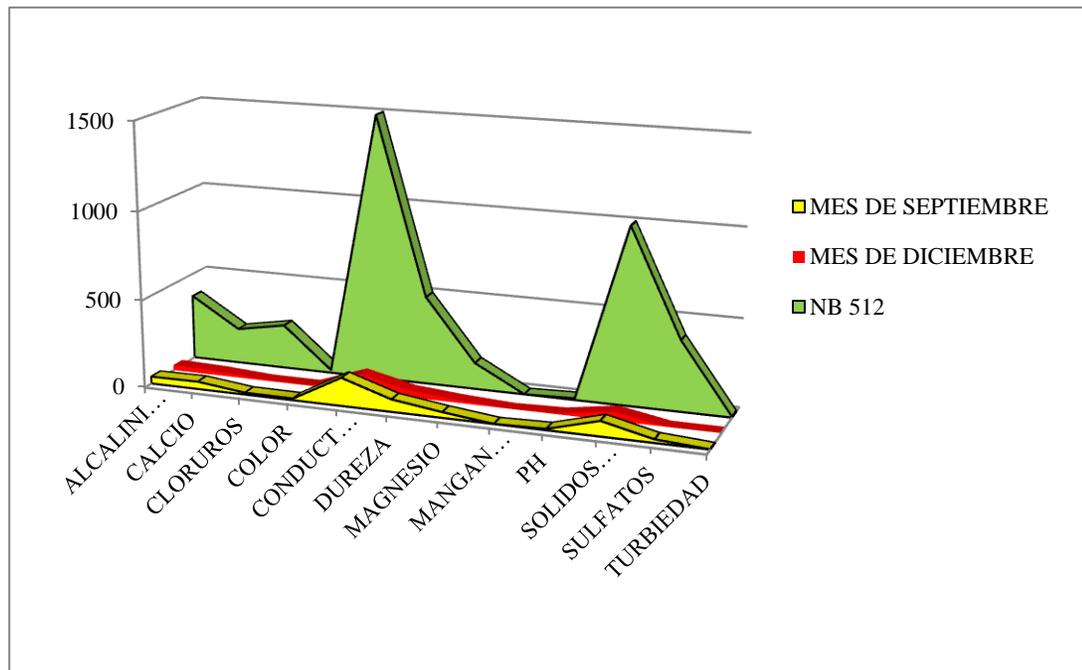
CUADRO 13. Comparación de los resultados obtenidos en laboratorio en los meses de Septiembre y Diciembre en el domicilio de la familia Lisarazu parámetros Físico Químicos

PARÁMETROS	UNIDAD	MES DE SEPTIEMBRE	MES DE DICIEMBRE	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	40,23	30,23	370
Calcio	mg/l CaCO ₃	42,50	22,5	200
Cloruros	mg/l Cl	10,32	5,20	250
Color	UCV	9,02	5,02	15
Conductividad	uS/cm	160,2	104,0	1500
Dureza	mg/l CaCO ₃	70,30	38,30	500
Magnesio	mg/l CaCO ₃	32,20	15,5	150
Manganeso	mg/l Mn	0,001	nd	0,1

PARÁMETROS	UNIDAD	MES DE SEPTIEMBRE	MES DE DICIEMBRE	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512
pH		6,91	7,5	9,0
Sólidos totales disueltos	mg/l	85,00	51,27	1000
Sulfatos	mg/l SO ₄	19,50	0,30	400
Turbiedad	UNT	0,42	0,42	5

Fuente: Elaboración Propia.

GRÁFICA N° 14. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO EN LOS MESES DE SEPTIEMBRE VS DICIEMBRE Y LA



NB 512 (FAMILIA LISARAZU)

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

En la gráfica 14 se exponen los resultados de septiembre vs diciembre con todos sus parámetros físicos químicos donde se denota claramente que los resultados de

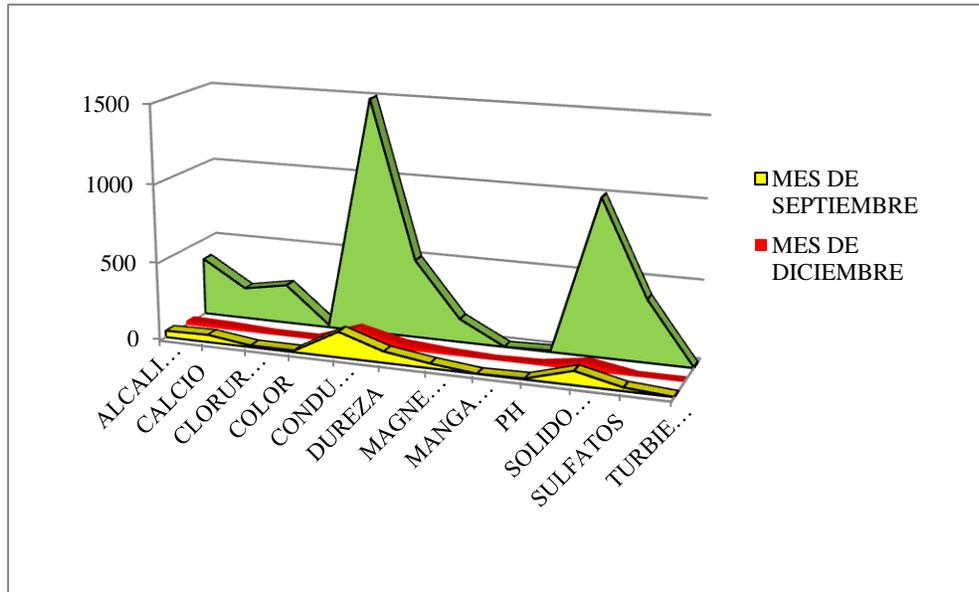
diciembre son inferiores los resultados de septiembre y también ambos resultados tanto de septiembre como de diciembre se encuentran dentro del rango aceptable por la norma boliviana 512.

CUADRO 14. Comparación de los resultados obtenidos en laboratorio en los meses de Septiembre y Diciembre en el domicilio de la señora Eduarda Quispe parámetros Físico Químicos

PARÁMETROS	UNIDAD	MES DE SEPTIEMBRE	MES DE DICIEMBRE	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	42,01	27,23	370
Calcio	mg/l CaCO ₃	47,20	21,5	200
Cloruros	mg/l Cl	10,02	6,20	250
Color	UCV	10,02	6,02	15
Conductividad	uS/cm	165,2	105,2	1500
Dureza	mg/l CaCO ₃	72,10	36,30	500
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30,30	13,5	150
Manganeso	mg/l Mn	0,001	0,001	0,1
pH		6,00	7,1	9,0
Sólidos totales disueltos	mg/l	89,01	50,27	1000
Sulfatos	mg/l SO ₄	21,50	0,24	400
Turbiedad	UNNT	0,39	0,32	5

Fuente: Elaboración Propia.

GRÁFICA N° 15. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO EN LOS MESES DE SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE Y LA NB 512 (SEÑORA EDUARDA QUISPE)

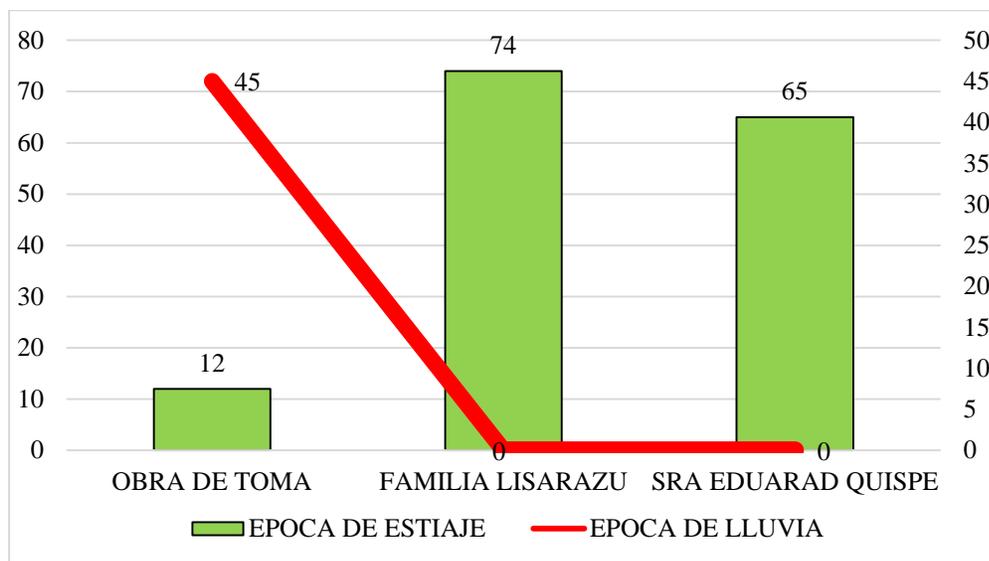


Fuente: Elaboracion propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

En la gráfica 15 se exponen los resultados de septiembre vs diciembre con todos sus parámetros físicos químicos donde se denota claramente que los resultados de diciembre son inferiores los resultados de septiembre y también ambos resultados tanto de septiembre como de diciembre se encuentran dentro del rango aceptable por la norma boliviana 512.

GRÁFICA N° 16. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS EN ÉPOCA DE SEPTIEMBRE Y DICIEMBRE PARÁMETROS TERMO RESISTENTES



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

La gráfica 16 nos muestra los resultados obtenidos en las dos épocas distintas de muestreo tanto en la época de estiaje como también en la época de lluvia, podemos apreciar que en la obra de toma en la época de estiaje se tenía un valor de **12 UFC/100ml** y en la época de lluvia este valor se incrementa a **45 UFC/100ml**.

La muestra tomada en el domicilio de la familia Lizarazu muestra **74 UFC/100ml** en estiaje y un valor de **0 UFC/100ml** claramente se observa una disminución considerable con respecto a la época de lluvia.

Un caso similar ocurre con la representación gráfica de la Sra. Eduarda Quispe que nos muestra un valor de **65 UFC/100ml** en época de estiaje y luego hay un descenso en la época de lluvia mostrando un valor al igual que en el caso anterior de **0 UFC/100ml**, en los dos casos tanto en la familia Lizarazu como en la Sra. Eduarda Quispe los valores obtenidos en la época de lluvia nos indican que ambos resultados se encuentran enmarcados en lo que establece la norma Boliviana 512 la cual nos

señala que el valor máximo aceptable para el parámetro de coliformes termo resistentes es **0 UFC/100ml**.

3.6 RESULTADO DE LA DIFERENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA ENTRE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN LOS BARRIOS CAÑAVERAL-BANDA MEALLA Y LAS AGUAS DEL RIO TRANCAS (OBRA DE TOMA) DESDE EL PUNTO DE VISTA MICROBIOLÓGICO.

3.6.1 Resultados de muestreos del Rio Trancas (Septiembre y Diciembre)

CUADRO 15. Resultados de muestreos del rio trancas (Septiembre y Diciembre)

Resultados de muestreos del rio trancas		
Resultados del mes de Septiembre	Resultados del mes de Diciembre	OBSERVACIÓN
12 UFC/100ml	< 1.0 UFC/100ml	Las aguas del rio trancas demuestran tener mejor calidad desde el punto de vista microbiológico en el mes de diciembre.

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Resultados de muestreos de la red de distribución barrios cañaveral y Banda Mealla (Mes de Septiembre y Diciembre)

La diferencia desde el Barrio Cañaveral hasta el Barrio Banda Mealla es de 9.0 UFC/100ml en la época de estiaje, por lo que se puede determinar, que esta diferencia se debe a mayor concentración de cloro residual en el barrio de Banda Mealla u otros factores afecten el hábitat los medios de cultivos y reproducción de estos microorganismos.

En el mes de diciembre entre los Barrios Cañaveral y Banda Mealla los resultados de laboratorio no presentan diferencia.

CUADRO 16. Resultados de muestreos de la red de distribución barrios Cañaverall y Banda Mealla (Mes de Septiembre y Diciembre)

Resultados de muestreos de la red de distribución			
Barrio Cañaverall	Barrio Banda Mealla	Fecha de muestreo	OBSERVACIÓN
74 UFC/100ml	65 UFC/100ml	13/09/2015	La diferencia desde el Barrio Cañaverall hasta el Barrio Banda Mealla es de 9.0 UFC/100ml en la época de estiaje, por lo que se puede determinar, que esta diferencia se debe a mayor concentración de cloro residual en el barrio de Banda Mealla u otros factores afecten el habitat los medios de cultivos y reproducción de estos microorganismos.
< 1.0 UFC/100ml	< 1.0 UFC/100ml	21/12/2015	En el mes de diciembre entre los Barrios Cañaverall y Banda Mealla los resultados de laboratorio no presentan diferencia.

Fuente: Elaboración propia

3.7 PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PRÁCTICAS PARA MEJORAR EL TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE EN ENTRE RÍOS

3.7.1 Cloración

Tiene alta capacidad de destruir patógenos con rapidez y amplia disponibilidad, su costo es moderado. Al mezclar el cloro con agua, el cloro empieza a reaccionar con ésta, y la contaminación que contiene. El cloro es muy efectivo contra bacterias y virus responsables de muchas enfermedades diarreicas. Sin embargo, los quistes de algunos parásitos como amebas y los huevos de lombrices son muy resistentes al cloro y no es 100% efectivo. Por esta razón, es importante siempre hervir el agua

antes de consumirla, especialmente por parte de los niños. El proceso de desinfección con cloro requiere 30 minutos aproximadamente. El cloro produce una acción desinfectante residual sostenida que es “única entre los desinfectantes de agua en gran escala disponibles”. Otro elemento importante es que se puede implementar en todo el sistema de agua con un tratamiento accesible mediante el uso de hipocloradores; estos consisten en diluir cloro en polvo en agua; esta mezcla, a su vez, se vierte de manera dosificada en reservorios de agua para consumo humano, tal vez como los tanques de almacenamiento en los sistemas que existen. Puede ser una gran alternativa porque favorecería a que el agua que llega a los grifos ya llegara clorada y se empezaría a promover la participación de la ciudadanos en acciones conjuntas a favor de mejorar la calidad del agua para consumo y darle sostenibilidad a las acciones (Gonzales, 2007).

3.7.2 Hipoclorito de Calcio

El hipoclorito de Calcio puro ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) tiene de 60 a 70 por ciento de contenido disponible de cloro y se conserva durante más de un año bajo condiciones normales de almacenamiento. Se les puede obtener en paquetes de 2,3 Kg. y en latas de hasta 45 Kg, también están disponibles en forma granular o de tabletas. Es inestable cuando se expone a la luz solar y a fuentes térmicas (mayor de 50°C). Es un buen desinfectante,

Bactericida, alguicida, funguicida y blanqueador. Altera su composición química cuando es almacenado en lugares húmedos; el producto es higroscópico (Gonzales, 2007).

3.7.3 Luz Ultravioleta

Este proceso incluye la exposición del agua a la radiación UV en un rango que se encuentra entre 240 y 280 nm (nanómetros), obteniéndose la máxima eficiencia desinfectante cerca de los 260 nm. Esta técnica se viene aplicando cada vez más para el tratamiento de aguas residuales, pero su aplicación ha sido muy limitada en el tratamiento de agua para potabilización puesto que no tiene acción residual.

El mecanismo se basa en un fenómeno físico por el cual las ondas cortas de la radiación ultravioleta inciden sobre el material genético (ADN) de los microorganismos y los virus, y los destruye en corto tiempo, sin producir cambios físicos o químicos notables en el agua tratada. Está demostrado que independientemente de la duración y la intensidad de la dosificación, si se suministra la misma energía total, se obtiene el mismo grado de desinfección (Gonzales, 2007).

3.7.4 Ozonización del agua

Es la forma más activa del oxígeno, capaz de destruir virus, bacterias, parásitos, priones, hongos, mohos, esporas y otros muchos contaminantes por oxidación en pocos segundos. Una de las ventajas del ozono es su rapidez, puesto que dada su alta reactividad actúa de forma casi instantánea.

El ozono purifica el agua por oxidación química. Todos los tipos de microbios son destruidos por el ozono, los coloides son desestabilizados por neutralización y los materiales orgánicos disueltos son parcialmente oxidados. El ozono tiene un poder de desinfección de 300 a 3000 veces más rápido que el cloro.

En resumen, podemos concluir que el ozono, en el tratamiento de agua en general, tiene las siguientes ventajas:

1. Elimina el color causado por el hierro o manganeso o la materia carbonosa, los sabores y olores debido a la presencia de materia orgánica.
2. Reduce la turbiedad, el contenido en sólidos en suspensión y las demandas químicas (DQO) y biológicas (DBO) de oxígeno.
3. El ozono es un poderoso desinfectante. No sólo mata las bacterias patógenas sino que, además, inactiva los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección ordinaria con cloro.
4. Si no hay posterior recontaminación, el ozono residual es suficiente para efectuar una desinfección común.
5. El ozono puede ser detectado por el hombre mucho antes de que llegue al nivel tóxico.

6. No produce en el agua aumento en el contenido de sales inorgánicas ni subproductos

nocivos. En definitiva, podemos afirmar que el ozono realiza las siguientes funciones en el agua:

- Degradación de sustancias orgánicas. Desinfección.
- Inactividad de los virus. Mejora sustancial de sabores y olores.
- Eliminación de colores extraños. Eliminación de sales de hierro y manganoso.
- Floculación de materias en suspensión. Eliminación de sustancias tóxicas.

PROPIEDADES DESINFECTANTES

Cuando se habla de agua, el ozono es reconocido como el desinfectante más rápido y potente. El ozono destruye los virus y quistes, los hongos y las toxinas, ya elevadas concentraciones destruye algas y protozoos. El ozono es el desinfectante más rápido y efectivo que existe actuando, entre otras, sobre bacterias de tipo:

- Escherichia Coli.
- Streptococcus Faecalis.
- Clostridium.
- Staphylococcus Aureus (Gonzales, 2007).

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- ❖ Los resultados del análisis Físicoquímico del Río Trancas a 50m aguas arriba de la obra de toma, se encuentran dentro de los valores aceptables por la NB 512, correspondiente a los parámetros mínimos de consumo humano.

Los resultados del laboratorio COSAALT indican que las aguas del Río Trancas a 50 m aguas arriba de la obra de toma dio un resultado de **12 UFC/100ml** para el parámetro de coliformes termorresistentes en época de estiaje (mes de Septiembre) y en época de lluvia (mes de Diciembre) un valor de **45 UFC/100ml**, por lo que estos valores se encuentran por encima de la NB 512 la cual nos indica 0 de UFC sobre 100ml, por lo que estas aguas deben ser tratadas antes de su consumo humano.

- ❖ Los resultados del análisis Físicoquímico en los barrios Cañaverál y Banda Mealla pertenecientes a la red de distribución de la población de Entre Ríos se encuentran dentro de los valores aceptables por la NB 512 correspondiente a los parámetros mínimos de consumo humano.

Desde el punto de vista Microbiológico se obtuvo un resultado de **74 UFC/100ml** en estiaje (mes de Septiembre) y un valor de **0 UFC/100ml** en época de lluvia (mes de Diciembre) estos resultados pertenecen al grifo del domicilio de la familia Lisarazu en el barrio Cañaverál, donde se pudo apreciar in situ que dicho domicilio cuenta con un tanque elevado de almacenamiento de agua y que el mismo se encontraba destapado al momento de la toma de muestra en la época de estiaje, lo que nos sirvió como referencia del por qué ese resultado tan elevado en comparación con la NB 512 en el mes de septiembre.

En el muestreo de la época de lluvia (mes de Diciembre) se realizó la limpieza y se tapó el tanque en el domicilio de la familia Lisarazu y los datos que se

obtuvieron fueron totalmente distintos a los que se obtuvieron en el primer muestreo cumpliendo con lo que especifica la NB 512.

En el domicilio de la señora Eduarda Quispe ubicado en el barrio Banda Mealla mediante el análisis Microbiológico y tomando en cuenta el parámetro de coliformes termo resistentes se obtuvo un resultado de **65 UFC/100ml** en la época de estiaje (mes de Septiembre), y un resultado de **0 UFC/100ml** en la época de lluvia (mes de Diciembre). Con respecto a la NB 512 el resultado de **65 UFC/100ml** en el mes de septiembre se encuentra por encima del valor máximo aceptable y considerando los valores y condiciones de la familia Lisarazu podemos concluir que la muestra se contamina.

- ❖ Según los resultados en los tres puntos de muestreo en las dos épocas del año, en el mes de septiembre podemos aseverar que los tres valores están por encima del valor máximo aceptable de la NB 512 de control básico y para el mes de diciembre el valor del Rio Trancas se encuentra por encima del valor máximo aceptable por la NB 512, los valores para los domicilios de las dos familias cumplen con la NB 512.
- ❖ Desde el punto de vista ambiental sería más amigable usar Ozono para eliminar microorganismos como ser bacterias hongos, virus, parásitos, pero desde el punto de vista de costos utilizar ozono representa una inversión muy costosa tomando en cuenta que los instrumentos ozonizadores para el agua son importados desde Alemania y Francia por lo que adquirirlos resulta muy costoso. Por lo que recomendamos desde el punto de vista de costos y de aspectos técnicos de su uso posterior del agua tratada, usar el hipoclorito de calcio por ser más barato y más fácil de adquirir el producto.

4.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda al Operador del Servicio del abastecimiento de agua potable, realizar con mayor frecuencia el proceso de cloración con la aplicación de la demanda de Cloro especialmente en los meses de agosto y septiembre donde la concentración de los contaminantes es mayor y aplicar la dosis óptima para la obtención de resultados esperados en la red de distribución y que cumplan con lo requerido en la NB 512 de potabilización del agua.
- ❖ Se recomienda a los habitantes de la población de entre ríos principalmente a los que cuentan con tanques de almacenamiento en sus domicilios realizar la limpieza periódica de dichos tanques puesto que con el transcurrir del tiempo se contaminan de sólidos sedimentables como también de bacterias coliformes.
- ❖ Se recomienda al Servicio del abastecimiento de agua potable del municipio, realizar cortes programados del suministro a los barrios de la población en horas de acumulación (0 horas a 6 am) principalmente en época de estiaje (Agosto y Septiembre), esto con la finalidad de obtener mayor acumulación del líquido elemento y poder abastecer durante el día a todos los barrios de Entre Ríos.
- ❖ Se recomienda al operador del servicio del abastecimiento de agua potable, que ponga en funcionamiento los medidores de agua que están instalados en todas las casas de la población de Entre Ríos, para que la población usuaria haga un uso consiente y más reducido del agua para que pueda llegar a todos los habitantes en la población, considerando que la dotación Per cápita de agua potable es un aproximado de 406 l/día por habitante, dado que la mayoría de las personas no utilizan esa cantidad de agua, y por el relieve que presenta la población algunas tienen que lamentar el corte del suministro.
- ❖ Se recomienda a los usuarios del servicio hacer hervir el agua antes de ingerir la misma especialmente la que será usada para la preparación de los alimentos y así evitar malestares estomacales fiebres y diarreas.