



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

**“FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA
MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
A ESCALA DOMICILIARIA“**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORA:

CHILCÓN ALTAMIRANO MARDELY

ASESOR:

Mg. RODAS CABANILLAS JOSÉ LUIS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

PERÚ - 2017

PAGINA DEL JURADO

.....
Dr. José Elías Ponce Ayala
Presidente

.....
Mgr. José Modesto Vaques Vásquez
Secretario (a)

.....
Mgr. Cesar Augusto Zatta Silva
Vocal

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a mi familia quienes estuvieron incondicionalmente en todo momento, brindándome apoyo moral y económico y que gracias a ellos logré concluir con satisfacción mi formación profesional.

Para mis padres por ser mi motivo de seguir adelante, a mi hermana que es un ejemplo a seguir y a mis abuelos, quienes siempre me impulsaron a seguir esforzándome siendo parte de mi formación académica.

Mardely.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por cada paso siendo posible gracias a su fortaleza y misericordia otorgándome las herramientas imprescindibles de salud y sabiduría.

A mis asesores que han sido mi guía en este tiempo empleado al desarrollo de la presente investigación y a todos los que contribuyeron a apoyarme en esta etapa de formación.

Autora.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO, estudiante de décimo ciclo de la escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, identificada con DNI 71250131 con la tesis titulada "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He representado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los datos, que se presenten en la tesis se constituirá en aportes a la realidad investigada.



MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

71250131

Pimentel - Chiclayo 2017

PRESENTACION

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo filial Chiclayo, tengo a bien a presentar antes ustedes señores miembros del jurado la tesis titulada “FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA” con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental.

La problemática escogida fue la del pueblo joven Chaquil ubicado en la ciudad de Cutervo donde se presenta problemas con la calidad de agua destinada para consumo humano generando distintas enfermedades gastrointestinales a la población de dicho pueblo joven, por lo que se construyó un filtro lento de arena a escala domiciliaria siendo una alternativa de solución accesible, de fácil construcción y mantenimiento, además cabe resaltar que el material filtrante fue extraído de la rivera de un río cercado a la ciudad de Cutervo.

La investigación contiene seis partes: Introducción, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones y Recomendaciones, siendo complementada con anexos.

Este trabajo constituye las ganas y el esfuerzo afianzado durante el periodo profesional esperado lograr las metas a corto, mediano y largo plazo.

Se espera que este trabajo sea tomado para futuras investigaciones sirviendo de motivación para generar nuevos conocimientos y resolver problemas en la sociedad.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| PAGINA DEL JURADO | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD | v |
| PRESENTACION | vi |
| ÍNDICE | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| ÍNDICE DE GRAFICOS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| RESUMEN | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| I. INTRODUCCIÓN | 16 |
| 1.1 Realidad Problemática | 16 |
| 1.2 Trabajos previos..... | 17 |
| 1.3 Teorías relacionadas al tema | 20 |
| 1.3.1 Calidad de agua..... | 20 |
| 1.4 Marco conceptual:..... | 23 |
| 1.4.1. Filtros lentos de arena | 23 |
| 1.4.2 Funcionamientos del filtro..... | 24 |
| 1.4.3 Mecanismos de transporte..... | 25 |
| 1.4.4 Mecanismo biológico de la desinfección | 25 |
| 1.4.5 Mecanismo de adherencia..... | 26 |
| 1.4.6 Requerimientos para la instalación | 26 |
| 1.4.7 Pretratamiento | 27 |
| 1.4.7.1 Prefiltros..... | 27 |
| 1.4.8 Pos tratamiento | 27 |
| 1.4.8.1 Cloración..... | 27 |
| 1.5 Formulación del Problema | 28 |
| 1.6 Justificación del estudio..... | 28 |
| 1.7 Hipótesis | 28 |
| 1.8 Objetivo General..... | 28 |
| 1.9 Objetivos Específicos | 28 |
| II. MÉTODO..... | 29 |
| 2.1 Diseño de Investigación | 29 |

| | |
|---|----|
| 2.2 Variables, Operacionalización | 29 |
| 2.3 Población y muestra | 31 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez | 31 |
| 2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos: | 31 |
| 2.4.1.1. Técnica de fichaje: | 31 |
| 2.4.1.2 Técnica de campo | 31 |
| 2.4.2 Validez: | 33 |
| 2.5 Métodos de análisis de datos | 33 |
| 2.6. Aspectos técnicos | 33 |
| 2.6.1 Herramientas | 33 |
| 2.6.2 Materiales usados para el armado del filtro | 33 |
| 2.6.2.1. Entrada de agua parte externa del filtro | 33 |
| 2.6.2.2. Difusor de agua | 33 |
| 2.6.2.3. Salida del agua parte externa del filtro | 34 |
| 2.6.2.4. Limpieza parte externa del filtro | 34 |
| 2.6.2.5. Limpieza interna del filtro. | 34 |
| 2.6.4 Instrucciones | 34 |
| 2.6.4.1. Antes del armado del filtro | 34 |
| 2.6.4.2. Armado de los accesorios para el filtro | 35 |
| 2.6.4.3. Para recortar el círculo de la malla fina y gruesa | 36 |
| 2.6.4.4. Lavado del material filtrante: | 37 |
| 2.6.4.5. Armado del filtro | 37 |
| 2.7 Aspectos éticos | 39 |
| III. RESULTADOS | 39 |
| 3.1 Análisis estadísticos | 48 |
| IV DISCUSION. | 53 |
| V. CONCLUSIONES | 56 |
| VI. RECOMENDACIONES | 57 |
| VII. REFERENCIAS | 57 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE TESIS | 59 |
| VII ANEXOS | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N° 01 Matriz De Operacionalización De Variables | 30 |
| Tabla N° 02 Análisis Físicos, Químicos Y Microbiológicos | 40 |
| TABLA N° 03 MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 60 |

ÍNDICE DE GRAFICOS

| | |
|---|-----------|
| GRÁFICO N° 01 Diseño Del Filtro Lento De Arena | 38 |
| GRÁFICO N° 02 Análisis Físicos Del Agua Conductividad Eléctrica..... | 43 |
| GRÁFICO N° 03 Análisis Físico Del Agua Solidos Totales Disueltos | 44 |
| GRÁFICO N° 04 Análisis Físico Del Agua Turbiedad | 45 |
| GRÁFICO N° 05 Análisis Microbiológicos Coliformes Totales..... | 46 |
| GRÁFICO N° 06 Análisis Microbiológicos Coliformes Fecales | 47 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA N° 01 Extracción del material filtrante del rio Sucse | 61 |
| FIGURA N° 02 Selección de la arena fina y gruesa | 61 |
| FIGURA N° 03 Cernido de la arena gruesa y fina..... | 62 |
| FIGURA N° 04 Lavado de las piedras grandes de 4 cm de diámetro | 62 |
| FIGURA N° 05 Lavado de la piedra pequeña de 2.5 – 1.8 de diámetro | 63 |
| FIGURA N° 06 Gravilla de 1 cm de diámetro | 63 |
| FIGURA N° 07 Lavado de la arena gruesa y fina | 64 |
| FIGURA N° 08 Perforación del tanque hacia una altura de 4 cm desde la base para la salida de agua o limpieza del filtro..... | 64 |
| FIGURA N° 09 Perforación del tubo de 15 cm con una broca de 0,5 milímetros se realizó dos filas con una distancia de 1 cm..... | 65 |
| FIGURA N° 10 Se incorporó el tubo de 15 cm por el interior que servirá como salida del agua y limpieza del filtro | 65 |
| FIGURA N° 11 Se realizó perforaciones a los tubos de 39 cm y 1 de 26 cm con una broca de 0,5 milímetros a una distancia de 1 cm para el difusor del agua. | 66 |
| FIGURA N° 12 Armado y pegado del difusor de agua..... | 66 |
| FIGURA N° 13 Armado y pegado de la entrada de agua al filtro | 67 |
| FIGURA N° 14 Armado y pegado de la salida de agua o limpieza del filtro .. | 67 |
| FIGURA N° 15 Armado y pagado de la salida del agua (abastecimiento del agua filtrada)..... | 68 |
| FIGURA N° 16 Llenado de los 10 cm de la primera capa filtrante con la piedras de 4 a 5 cm de diámetro..... | 68 |
| FIGURA N° 17 Llenado de la primera capa con ayuda de un palo de madera señalando los 10 cm | 69 |
| FIGURA N° 18 Colocación de la primera malla plástica gruesa después de la primera capa filtrante para evitar el paso de arena..... | 69 |
| FIGURA N° 19 Llenado de la segunda capa de 5 cm de piedra pequeña con un diámetro de 2.5 a 1.8 cm | 70 |
| FIGURA N° 20 Llenado de los 5 cm de la segunda capa filtrante | 70 |
| FIGURA N° 21 Ubicación de la malla plástica gruesa y fina después de cada capa filtrante llenada..... | 71 |

| | |
|--|-----------|
| FIGURA N° 22 Llenado de la tercera capa filtrante con gravilla de 1cm de diámetro | 71 |
| FIGURA N° 23 Llenado de los 5 cm de la tercera capa con gravilla de 1cm de diámetro | 72 |
| FIGURA N° 24 Incorporación de la cuarta capa filtrante con una altura de 10 cm conformada por arena gruesa lavada..... | 72 |
| FIGURA N° 25 Toma de medida de 25 cm de altura para el llenado de la última capa filtrante conformada por arena fina | 73 |
| FIGURA N° 26 Ubicación de la última malla plástica fina para evitar el paso de la arena fina hacia el final del filtro | 73 |
| FIGURA N° 27 Incorporación de la última capa filtrante conformada por la arena fina con una altura de 25 cm..... | 74 |
| FIGURA N° 28 Toma de medida de los 7 cm del llenado de agua para la formación de la capa biológica | 74 |
| FIGURA N° 29 Llenado de agua hasta los 7 cm después de la arena fina con ayuda de la bolla la cual controla hasta el nivel que debe llegar el agua. | 75 |
| FIGURA N° 30 Paso del agua para el llenado de los 7 cm por las perforaciones que se realizó al difusor de agua para evitar el movimiento de la arena y causar obstrucciones en el filtro..... | 75 |
| FIGURA N° 31 Recolección del agua filtrada | 76 |
| FIGURA N° 32 Primera semana de formación de la capa bilógica | 76 |
| FIGURA N° 33 Segunda semana de formación de la capa biológica | 77 |
| FIGURA N° 34 Tercera semana de formación de la capa bilógica | 77 |
| FIGURA N° 35 Cuarta semana de formación de la capa biológica..... | 78 |
| FIGURA N° 36 Quinta semana de formación de la capa biológica..... | 78 |
| FIGURA N° 37 Sexta y séptima semana de formación de la capa biológica . | 79 |
| FIGURA N° 38 Toma de muestra del agua sin tratamiento (no filtrada) | 79 |
| FIGURA N° 39 Toma de muestra del agua tratada (filtrada) | 80 |
| FIGURA N° 40 Uso del cloro al 5% para realizar la cloración del agua..... | 80 |
| FIGURA N° 41 Cloración del agua después de la filtración 2 gotas de cloro/ litro | 81 |
| FIGURA N° 42 Coliformes totales en agua sin tratamiento (agua no filtrada)81 | |

| | |
|--|----|
| FIGURA N° 43 Coliformes fecales en agua sin tratamiento (agua no filtrada) | 82 |
| | 82 |
| FIGURA N° 44 Coliformes totales del agua filtrada en la sexta semana..... | 82 |
| FIGURA N° 45 Coliformes fecales del agua filtrada en la sexta semana..... | 83 |
| FIGURA N° 46 Coliformes totales del agua filtrada y clorada en la séptima semana..... | 83 |
| FIGURA N° 47 Coliformes fecales del agua filtrada y clorada en la séptima semana..... | 84 |
| FIGURA N° 48 Sistema de filtración por membrana para determinar coliformes fecales y totales..... | 84 |
| FIGURA N° 49 Siembra de la muestra para determinar las unidades formadoras de coliformes totales y fecales..... | 85 |
| FIGURA N° 50 Instrumentos para analizar los parámetros fisicoquímicos del agua..... | 85 |
| FIGURA N° 51 Validación de resultados agua sin tratamiento..... | 86 |
| FIGURA N° 52 Validación de resultado primera semana de filtración..... | 87 |
| FIGURA N° 53 Validación de resultados segunda semana de filtración..... | 88 |
| FIGURA N° 54 Validación de resultados tercera semana de filtración..... | 89 |
| FIGURA N° 55 Validación de resultados cuarta semana de filtración..... | 90 |
| FIGURA N° 56 Validación de resultados quinta semana de filtración..... | 91 |
| FIGURA N° 57 Validación de resultados sexta semana de filtración..... | 92 |
| FIGURA N° 58 Validación de resultados séptima semana de filtración y cloración..... | 93 |

RESUMEN

En la presente investigación refleja la problemática del pueblo joven Chaquil de la ciudad de Cutervo, donde los pobladores de este pueblo joven carecen de una agua de calidad, ya que el agua destinada para el consumo humano no cuenta con ningún tratamiento previo, el agua es abastecida a los domicilios de 27 familias directamente por tuberías de la captación denominada El Nogal, causando así enfermedades gastrointestinales en la población por el consumo de dicha agua, siendo los más afectados ancianos y niños.

El diseño metodológico que se utilizó es no experimental longitudinal de regresión, con un muestreo no probabilístico por conveniencia, con una población infinita conformada por la Captación denominada el Nogal, se tomó 8 muestras de agua de 1 litro cada una, cada 7 días durante 2 meses se construyó un filtro lento de arena conformado por el material filtrante como piedras de 5-4 cm, piedra pequeña de 2.5- 1.8, gravilla de 1cm, arena gruesa y arena fina extraída del río Sucse cercano a la ciudad de Cutervo, se analizaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos a cada una de las muestras, las cuales determinaron la calidad del agua antes y después del filtro lento de arena.

Los resultados obtenidos fueron: para STD y TURBIEDAD tuvieron un comportamiento logarítmico con parámetro $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -19,212$) y $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -14,038$), respectivamente, en cuanto COLIFORMES TOTALES Y FECALES tuvieron un comportamiento lineal con parámetro $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -1,731$) y $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -1,462$) concluyendo que a mayor tiempo es menor la concentración de los parámetros analizados.

Palabras claves: filtro lento de arena, calidad de agua, estándares de calidad ambiental

ABSTRACT

In the present investigation it reflects the problematic of the young people Chaquil of the city of Cutervo, where the inhabitants of this young town lack a quality water, since the water destined for the human consumption does not count on any previous treatment, the water is supplied to the homes of 27 families directly by pipes of the catchment called El Nogal, thus causing gastrointestinal diseases in the population due to the consumption of said water, with the elderly and children being the most affected.

The methodological design that was used is not experimental longitudinal regression, with a non-probabilistic sampling for convenience, with an infinite population formed by the collection called the Walnut, it was taken 8 water samples of 1 liter each, every 7 days for 2 a slow sand filter formed by filtering material such as 5-4 cm stones, small 2.5-1.8 stone, 1cm gravel, coarse sand and fine sand extracted from the Sucse river near the city of Cutervo were analyzed. physical, chemical and microbiological parameters to each of the samples, which determined the quality of the water before and after the slow sand filter.

The results obtained were: for STD and TURBIDITY they had a logarithmic behavior with parameter $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -19,212$) and $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -14,038$), respectively, as TOTAL COLIFORMS AND FECALES had a linear behavior with parameter $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -1.731$) and $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -1.462$) concluding that the concentration of the analyzed parameters is lower.

Keywords: slow sand filter, slow sand filter, water quality

I. INTRODUCCIÓN

El problema principal a nivel mundial es por la falta de agua, ya que por las actividades extractivas del ser humano se han venido contaminando las distintas fuentes de agua destinada para el consumo de la población siendo los más afectados con esta problemática las personas que carecen de recursos para poder subsistir, por lo que es primordial mejorar la calidad del agua destinada a consumo humano.

El Perú cuenta con abundante agua, lamentablemente en algunas regiones su calidad es deficiente. Por lo que se considera uno del problema más grave que sufre el país, ya que perjudica a hacer un uso eficiente del recurso, principalmente en cantidad y calidad, afectando la salud de los seres humanos, además de las actividades agrícolas y pecuarias (ANA 2013)

Por otro lado las autoridades tanto nacionales como locales no toman las medidas correctivas para contribuir con el mejoramiento de la calidad de agua y así mejorar el estilo de vida de las personas, considerando que es un recurso natural indispensable para lograr la supervivencia, generando así enfermedades en las poblaciones más vulnerables como en zonas rurales afectando mayormente a ancianos y niños.

En tal sentido La filtración lenta de arena se considera una alternativa de solución, fácil construcción, monitoreo y adaptación principalmente por las comunidades rurales que carecen de un abastecimiento de agua de calidad destinada para consumo humano. Además en dichas comunidades o pueblos jóvenes existen limitaciones económicas, de ubicación geográfica y educativa. Este sistema posee una eficiencia de más del 95 % de efectividad en microorganismos patógenos y en remoción de material orgánico causantes de enfermedades gastrointestinales, es considerado como una alternativa económica, ambiental, socialmente sostenible y accesible para mejorar la calidad de agua a nivel domiciliario en las comunidades del país y la región (TORRES Camilo, Villanueva Sonia 2014)

1.1 Realidad Problemática

En las zonas rurales unos de los problemas significativos es la falta de abastecimiento de servicios básicos de agua potable y alcantarillado, por lo que los

pobladores consumen agua de dudosa procedencia afectando así a su salud contrayendo distintas enfermedades causadas por distintos contaminantes como virus, bacterias, protozoarios, parásitos como es el caso de La asociación Jardines de la Paz ubicado en el pueblo joven Chaquil a una distancia de 20 minutos de la ciudad de Cutervo, donde los pobladores consumen agua sin ningún tratamiento previo y mucho menos no se cuenta con tecnologías limpias agregadas en las captaciones de agua

En tal sentido es necesario mejorar la calidad del agua para consumo humano cumpliendo con las normativas ambientales vigentes como son los estándares de calidad ambiental MINAM, DS. 004-2017 y el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S 031-2010-SA y así evitando enfermedades causadas por distintos microorganismos y contaminantes presentes en el agua, siendo los más afectados niños y ancianos.

La aplicación de un filtro lento de arena a escala domiciliaria En el pueblo joven Chaquil, es una alternativa de solución accesible y económica ya que los materiales son extraídos de ríos y quebradas que hay en la zona son piedras de 5 y 3 cm, arena de 2 y 5 mm y accesorios como tuberías y llaves además es de fácil construcción operación y mantenimiento, que consiste en el paso del agua por una serie de capas en relación al tiempo ayudando así a mejorar la calidad de agua eliminando virus, bacterias, protozoarios, parásitos y otros organismos hidrobiológicos que afecten a la salud.

1.2 Trabajos previos

Luego de analizar y revisar distintas investigaciones relacionadas al tema se optó por los siguientes:

(RIVAS María, GARCIA Wendy 2016) El presente estudio se llevó a cabo en, el corregimiento de San José de Playón en María la Baja Cartagena dicha comunidad no cuenta con un sistema de tratamiento para agua potable reflejando un problema significativo en Colombia.

En esta investigación se, implemento filtros de arena a escala de laboratorio y en la escuela de Playón, se usó agua de los pozos profundos y del embalse de Arroyo Grande. Se inició con un diagnóstico de la calidad de agua y se demostró que no

es apta para consumo humano. Posteriormente se implementaron sistemas de tratamiento a escala de laboratorio que consistían en filtros lentos de arena acompañados por filtración con grava y cloración, como pre y pos tratamiento, evaluando, Coliformes fecales, turbidez color y, pH. La investigación realizada fue de tipo experimental y estudio de caso ya que se desarrollaron ensayos de laboratorio usando sistemas de filtros lentos de arena implementados a escala de laboratorio, se variaron los tratamientos adicionales en cada sistema, se analizaron parámetros como, color, turbidez coliformes fecales y pH. Las muestras fueron instantáneas o en el sitio, ya que son muestras discretas que fueron tomadas aleatoriamente con relación al tiempo y lugar. Se tomaron dos muestras de un litro del agua una muestra corresponde a agua extraída de uno de los pozos profundos de uso público y la segunda a el agua de la red de tuberías, proveniente del embalse Arroyo Grande, y la segunda

Los resultados fueron que se logró la remoción Coliformes fecales y de turbidez por encima del 90.00%. Se obtuvo un mayor porcentaje de remoción en los sistemas donde se utilizó pre filtro de grava como pretratamiento para luego pasar por el filtro lento de arena obteniendo valores de 90.98 %. El pH de los efluentes de los sistemas de tratamiento se mantuvo siempre en el rango estipulado en la resolución 2115 de 2007, esto es, entre 6.50 y 9.00 unidades, En cuanto a color del agua del embalse disminuyó considerablemente en todos los sistemas de tratamiento, para todos los sistemas se obtuvo un alto porcentaje de remoción de coliformes fecales, alcanzando el 100.00% de remoción en siete de los ocho sistemas analizados, e incluso en el sistema S3 en el cual se encontró presencia de coliformes en el agua tratada, se obtuvo un alto porcentaje, de 99.65 %.esto gracias al pos tratamiento (cloración) que se incorporo

(MORALES Diana, PAZ María 2015) la problemática de esta investigación radica en las comunidades como la parroquia El Progreso, cantón Nabón Ecuador donde se carece de agua potable por lo que se evaluó los filtros de bioarena ya instalados el problema radica en que algunos de los filtros fueron mal instalados y carecen de mantenimiento por parte del gobierno quien brindo estos filtros.

Se realizaron análisis de la calidad del agua de parámetros microbiológicos y físico químicos. Se evaluaron 17 filtros de bioarena instalados y en funcionamiento

en Campanacucho, Yaritzagua, Rambrán, y Gañarin, se procesaron un total de 102 muestras, 34 por semana por un periodo de tres semanas del mes de marzo de 2015. Se manejaron parámetros físico – químicos como pH, conductividad, turbiedad, sólidos totales disueltos, color, dureza total, alcalinidad total y compuesta en cuanto a microbiológicos se analizaron coliformes totales y fecales antes y después del filtro. Este tuvo un diseño no experimental, descriptivo, prospectivo de corte longitudinal Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante los programas Microsoft Excel 2013 y SPSS v.18.0 para Windows.

Los resultados más significativos se obtuvo en época de lluvia, se mostró el porcentaje de incremento para parámetros microbiológicos el porcentaje de remoción fue de 90,07% y 82,35% para coliformes fecales y de 86,58% y 65,79% para coliformes totales; sin embargo, no se cumple con la normativa de referencia en cuanto a parámetros físico – químicos fue de 25,09% y 36,96% para color , 36,02% y 54,66% para alcalinidad total y , 43,11% y 58,15% para turbiedad siendo parámetros de consideración ya que tampoco cumplen con la normativa.

(BARRIENTOS, Honorio; [et al]) La comunidad de Kuychiro es una de las caminadas en el Perú que presenta altos índices de , pobreza, siendo los más afectados los niños, quienes padecen de desnutrición y enfermedades estomacales causadas por el agua y los bajos niveles educativos, Los principales contaminantes de este río son generados por los pobladores quienes utilizan pozo negro o ciego , los desperdicios orgánicos e inorgánicos son desechados por los pobladores en un 100% y el sistema de desagüe que es desembocado en el mismo río en un 88% y el 12%. Teniendo como consecuencia la proliferación de Coliformes fecales y totales en porcentajes elevados.

Por lo que diseñaron un filtro lento de arena para mejorar la calidad de agua de la población que fue monitoreado por 20 días en donde se analizaron parámetros físicos químicos y microbiológicos los cuales fueron comparados con los parámetros establecidos por la OMS organización mundial de salud y después de pasar por el filtro mejoro en gran proporción. Se tomaron 3 muestras la primera en 5 días, la segunda en 10 días y la tercera en 20 días esta última se incorporó un pos tratamiento de cloro se comparó la relación que se tiene entre la cantidad de Coliformes totales y Termotolerantes versus el tiempo

Los resultados microbiológicos demostraron que la contaminación presente contaminación bajo en un porcentaje considerable de 80,91% en remoción de Coliformes Totales y en un 67,39% en Coliformes Termotolerantes en cuanto a los análisis físico químicos analizados, se consideró como principal parámetro la DUREZA siendo efectivo en un 3% se comprobó que si cumplen con las normas técnicas para el consumo humano por la OMS (Organización Mundial de la Salud) El filtro lento de arena permitió obtener la cantidad de agua descontaminada de 282, 53 litros durante 12 horas, contando con una caudal del afluente 1,2 l/s.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Calidad de agua

(Según ORELLANA, Jorge 2005) señala que la calidad del agua es evaluada de acuerdo al uso que se le dará al agua, Por lo general la calidad se juzga como el grado en el cual se ajusta a los estándares físicos, químicos y biológicos fijados por normas nacionales e internacionales. Los requisitos de calidad para consumo humano o el uso a fin determinan si se requiere tratamiento y qué procesos se deben aplicar para alcanzar la calidad deseada. Los estándares de calidad también se usan para vigilar los procesos de tratamiento y corregirlos de ser necesario.

Los ensayos que evalúan dichos parámetros de calidad, deben tener aceptación universal a fin de que sean posibles las comparaciones con los estándares de calidad. El autor considera las siguientes dimensiones e indicadores.

- ✓ **Parámetros organolépticos**
- ✓ Color
- ✓ Turbiedad
- ✓ Olor
- ✓ Sabor
- ✓ **Parámetros físico-químicos**
- ✓ Residuos secos
- ✓ pH
- ✓ **Parámetros microbiológicos**
- ✓ Coliformes totales

- ✓ Coliformes fecales

(Según AGUILAR Alonso 2010) señala que la calidad de agua se mide por el diagnóstico de una alteración de la misma para la cual se requieren mediciones específicas como los compuestos orgánicos tóxicos los metales pesados, un grupo de bacterias, considerando el uso con el que se le dará a dicha agua. Considera las siguientes dimensiones e indicadores

a. Características físicas

- ✓ **Sólidos** es medidos según el tamaño y estado, son clasificados por sus características químicas en sedimentables, suspendidos, coloidales o disueltos.
- ✓ **Turbidez** también llamada grado de claridad, en esta dimensión se verifica el paso de la luz a través del agua.
- ✓ **Olor**, es un indicador de materia orgánica que se encuentra en descomposición, también la presencia de minerales en el agua.
- ✓ **Temperatura**
- ✓ **Color**, es un indicador de materia orgánica en descomposición.

b. Características químicas: se relaciona con la presencia de iones como magnesio, calcio, o plomo,

- **pH.** Permite determinar las condiciones de neutralidad, acidez o alcalinidad del agua.
- **Conductividad.** Parámetro permite medir la habilidad de una solución para transportar corriente eléctrica.

c. Características biológicas permite medir las poblaciones de microorganismos acuáticos que son los causantes de la calidad del agua, además estos microorganismos pueden transmitir enfermedades patógenas. Estos microorganismos se relacionan directamente a desechos animales o humanos, que son depositados de una manera inadecuada, se encuentran en proximidad con los cuerpos de agua superficiales o sistemas de agua subterránea

- **Coliformes fecales**
- **Coliformes totales**

(SEGÚN la OMS organización mundial de la salud 2006) El agua que es destinada para consumo humano es denominada agua potable, la OMS menciona que, el agua que es consumida durante toda la vida no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud, cabe resaltar que si el agua consumida no es potable se puede contraer enfermedades gastrointestinales, afectando directamente a los ancianos, lactantes y los niños de corta edad. El uso del agua potable es adecuado para todos los usos domésticos, incluida la higiene personal. La OMS considera las siguientes dimensiones e indicadores.

a. Parámetros físicos

- **Sólidos disueltos totales** mide la concentración de SDT se ha establecido que deben ser menor que 600 mg/l para considerarse de buena calidad, a concentraciones mayores como aproximadamente 1000 mg/l la calidad del agua es considerada como mala.
- **Color** indica que el agua destinada consumo humano no debe tener ningún color apreciable.
- **Turbidez** mide la presencia de partículas de materia inorgánica se considera que menor que 5 UNT es aceptada para consumo humano

b. Parámetros químicos

- **pH** potencial hidrogeno.

c. Parámetros microbiológicos

- **Escherichia coli y bacterias Coliformes Termotolerantes** estas bacterias que se encuentran en el agua, son generadas por las heces humanas o de animales, son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C

(Según DIGESA dirección general de salud ambiental 2011) la calidad de agua que es abastecida por el proveedor debe ser la más óptima, se debe regir a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano establecidos. Establece las siguientes dimensiones e indicadores.

a. Parámetros microbiológicos

- **Bacterias Coliformes Totales.**
UM: UFC/100 mL a 35°C, con un LMP: 0
- **E. Coli**
UM: UFC/100 mL a 44,5°C con un LMP 0
- **Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.**
UM: UFC/100 mL a 44,5°C con un LMP 0
- **b. parámetros organolépticos**
- **Olor**
Sin UM, con un LMP: aceptable
- **Sabor**
Sin UM, con un LMP: aceptable
- **Color**
Sin UM, con un LMP: aceptable
- **Turbiedad**
UM: UNT, con un LMP 5
- **pH**
UM: valor de pH con LMP de 6,5 a 8,5
- **Conductividad (25°C)**
UM: $\mu\text{mho/cm}$, con un LMP de 1500
- **Sólidos totales disueltos**
UM: mgL^{-1} , con LMP de 1000

1.4 Marco conceptual:

1.4.1. Filtros lentos de arena

(Según National Environmental Services Center) La filtración lenta con arena es un proceso simple y fiable. Son filtros económicamente viables se requiere de un mantenimiento adecuado

El proceso de filtración se realiza de la siguiente manera primero el agua no tratada pasa lentamente a través de una cama porosa de arena, hasta llegar al fondo del filtro, construido adecuadamente en un tanque que consta de una cama de arena fina, una capa de arena gruesa, una capa de piedras de distintos tamaños que soporta la arena, un sistema de sub drenajes para

recoger el agua filtrada, una llave o regulador del flujo para controlar la filtración. En este proceso no es añadido ningún químico.

(Según National Environmental Services Center) este novedoso y sencillo sistema se utiliza principalmente para eliminar la turbiedad del agua, siempre y cuando esta maneje una turbiedad menor a 50 unidades nefelométricas de turbiedad, si se diseña y se realiza un adecuado mantenimiento, puede ser considerado como un sistema de desinfección del agua. La filtración lenta de arena (FLA) consiste en un conjunto de procesos biológicos físicos que eliminan los microorganismos patógenos presentes en el agua no apta para consumo humano

(SEGÚN la OMS organización mundial de la salud 2006) en los FLA el arena utilizada son de distintas dimensiones (con partículas de tamaño efectivo de 0,15 a 0,3 mm). En estos filtros el agua fluye hacia abajo, la turbidez y los microorganismos son eliminados en los primeros centímetros de la arena ya que se forma una capa biológica, conocida como *schmutzdecke*, en la superficie del filtro, siendo eficaz en la eliminación de los microorganismos.

El agua tratada es recolectada en la parte baja del filtro. Periódicamente, se retiran y sustituyen los primeros centímetros de arena que contienen los sólidos acumulados.

El caudal unitario de agua a través de los filtros lentos de arena es de 0,1 a 0,3 m³/(m²·h).

Los filtros lentos de arena se recomiendan aplicar en aguas de turbidez baja o aguas sometidas a filtración previa. Son utilizados para separar algas y microorganismos, incluidos los protozoos o filtración gruesa, y así lograr la reducción de la turbidez.

1.4.2 Funcionamientos del filtro

El agua que ingresa al FLA permanece sobre el medio filtrante entre 3 y 12 horas, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas. En el tiempo indicado anteriormente, las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión se sedimentan y las partículas más ligeras tienden a aglutinarse, generando su remoción posterior durante la filtración.**(Según TORRES Camilo, VILLANUEVA, Sonia 2014)**

En la capa superior del FLA se encuentra la arena fina donde se forma una capa constituida por material orgánico, denominada schmutzdecke o “piel de filtro”, estos microorganismos atrapan, digieren y degradan la materia orgánica presente en el agua, conformado por algas, plankton, diatomeas, protozoarios y bacterias contenidas en el agua sin tratar, (**Según TORRES Camilo, VILLANUEVA, Sonia 2014**)

1.4.3 Mecanismos de transporte

(**Según TORRES Camilo, VILLANUEVA, Sonia 2014**) en esta etapa el agua es descontaminada por los procesos hidráulicos que ocurre mediante la colisión (choque) entre las partículas contenidas en el agua sin tratar y la arena.

- **Cernido:** en este mecanismo, las partículas de mayor tamaño que logran pasan por los espacios pequeños, son atrapadas en la parte superior del FLA.
- **Intercepción:** este mecanismo genera que las partículas colisionen con los granos de arena.
- **Sedimentación:** en este mecanismo las partículas son atraídas por la gravedad hacia los granos de arena, generando su colisión.
- **Difusión:** se produce cuando la trayectoria de la partícula es modificada por micro variaciones de energía térmica en el agua, provocando su colisión con los granos de arena.
- **Flujo intersticial:** este mecanismo hace referencia a las colisiones entre partículas y el arena, generado cambios continuos en la dirección del flujo, generando mayor oportunidad de colisión

1.4.4 Mecanismo biológico de la desinfección

El efecto generado por el mecanismo de adherencia y el mecanismo biológico ayuda a la remoción total de partículas.

La producción del schmutzdecke en cantidad suficiente hace que el FLA sea un tratamiento de desinfección.

En este proceso la formación de la película biológica del filtro, son causadas por las bacterias depredadoras de materia orgánica y pueden multiplicarse en forma selectiva, lo que contribuye a la maduración de un FLA puede

demorar de dos a cuatro semanas. (**Según Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental**)

1.4.5 Mecanismo de adherencia

Este mecanismo se genera por las partículas que han colisionado con los granos de arena, formando la película biológica que crece sobre la superficie del FLA. (**Según Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental**)

1.4.6 Requerimientos para la instalación

Se debe considerar los siguientes requisitos para su instalación del FLA

a. Ubicación

- Para la instalación de un FLA, el lugar debe estar alejado de los niños o animales, debe estar ubicado en un punto accesible para su construcción, operación y mantenimiento.

b. Aspectos relacionados con la comunidad

- Se debe tener en cuenta las costumbres y creencias de las personas que pueden afectar la instalación del FLA.
- Se debe tener en cuenta la facilidad de abastecimiento del material de la Zona para su adaptación del FLA
- Se debe tener en cuenta la incidencia de enfermedades causadas por el consumo del agua

c. Concepción del sistema

- El filtro lento de arena debe estar operativo en forma continua, para la generación de la capa biológica

d. Condiciones del agua cruda

- **Temperatura:** en el filtro lento de arena cuando se opera a menos de 5°C puede reducir 50% ya que puede afectar a la formación de la capa biológica
- **Concentraciones altas de turbiedad:** se recomienda que la turbiedad del agua antes del filtro lento de arena sea menor de 50 NTU para evitar obstrucciones o enlodamiento en el medio filtrante.

e. Material filtrante

Es necesario considerar que los materiales son extraídos de un río o quebrada donde no haya presencia de materia orgánica o contaminación para evitar la obstrucción o deterioro del filtro lento de arena

f. Criterios para el monitoreo y evaluación

Se debe tener en cuenta como principales parámetros la turbiedad y la carga microbiana para determinar la calidad del agua antes y después del filtro lento de arena. Los pretratamientos como prefiltro con grava son realizados con el objetivo de reducir la turbiedad, mientras que el del filtro lento es reducir la contaminación. Cuando sólo se cuenta con un filtro lento, éste debe cumplir los dos objetivos.

Se debe considerar la toma de muestras del agua sin tratamiento y después del tratamiento para determinar la calidad de agua (**Según Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental**)

1.4.7 Pretratamiento

1.4.7.1 Prefiltros

Los prefiltro con medio de filtración de grava gruesa o piedras pueden tratar eficazmente aguas de turbidez alta (>50 UNT). Antes de someter el agua como a filtros lentos de arena. Con el fin de eliminar partículas mediante sedimentación por gravedad. (**SEGÚN la OMS organización mundial de la salud 2006**)

1.4.8 Pos tratamiento

1.4.8.1 Cloración

La cloración puede realizarse mediante gas cloro licuado, solución de hipoclorito sódico o gránulos de hipoclorito cálcico, y mediante generadores de cloro *in situ*. El gas cloro licuado se suministra comprimido en recipientes a presión. Un clorador extrae el gas del cilindro y lo añade al agua de forma dosificada, simultáneamente controlando y midiendo el caudal de gas. La solución de hipoclorito sódico se dosifica mediante una bomba dosificadora eléctrica de desplazamiento positivo o mediante un sistema de suministro por gravedad. El hipoclorito cálcico debe disolverse en una porción de agua y luego mezclarse con el caudal principal. El cloro, ya sea en forma de gas

cloro de un cilindro, de hipoclorito sódico o de hipoclorito cálcico, se disuelve en el agua y forma ión hipoclorito (OCl-) y ácido hipocloroso (HOCl). **(SEGÚN la OMS organización mundial de la salud 2006)**

1.5 Formulación del Problema

¿Con el filtro lento de arena en función al tiempo se mejorará significativamente la calidad de agua para consumo humano a escala domiciliaria?

1.6 Justificación del estudio

La presente investigación está dirigido a la población del Barrio Chaquil ya que dicho barrio no cuenta con el servicio básico de agua potable, contrayendo así enfermedades causadas por el agua en mal estado siendo los más afectado los niños del mismo barrio.

Por otro lado los pobladores carecen de un nivel económico adecuado, en tal sentido se propondrá la utilización de filtros lentos de arena a escala domiciliaria siendo una alternativa económica y fácil de aplicar para así mejorar la calidad de agua para consumo humano y prevenir enfermedades causadas por el estado en que se consume dichas aguas.

1.7 Hipótesis

Con el filtro lento de arena en función al tiempo mejorara significativamente la calidad de agua para consumo humano a escala domiciliaria

1.8 Objetivo General

Determinar si con el filtro lento de arena en función al tiempo mejorará significativamente la calidad de agua para consumo humano a escala domiciliaria

1.9 Objetivos Específicos

- Analizar los parámetros físico, químico y microbiológico del agua para consumo humano del pueblo joven Chaquil Cutervo
- Seleccionar los pretratamiento o pos tratamientos después de haber analizado el estado del agua para consumo humano del pueblo joven Chaquil Cutervo
- Predecir en función al tiempo el comportamiento de los parámetros del agua para consumo humano.

- Comparar la calidad del agua superficial para consumo humano del pueblo joven Chaquil Cutervo antes y después del filtro lento de arena con los ECA

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

No experimental, longitudinal

2.2 Variables, Operacionalización

Variable dependiente: calidad de agua

| VARIABLE | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORE S | Unidad de medida | Rango |
|------------------------|--|--|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|
| CALIDAD DE AGUA | De acuerdo al uso que se le dará al agua, son los requisitos de calidad de la misma. Por lo común la calidad se juzga como el grado en el cual se ajusta a los estándares físicos, químicos y biológicos fijados por normas nacionales e internacionales | Para mejorar la calidad de agua para consumo humano se aplicó un filtro lento de arena a escala domiciliaria en el barrio Chaquil, para dicha agua se analizaran los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos según la legislación ambiental vigente. | Parámetros físicos | Sólidos totales disueltos | Mg/L | ≤1000 |
| | | | | Turbidez | UNT | ≤5 |
| | | | Parámetros químicos | PH. | Valor de pH | de 6,5 a 8,5 |
| | | | | Conductividad. | µmho/cm | ≤1500 |
| | | | Parámetros microbiológicos | Coliformes totales | UFC/100 mL a 35°C | ≤50 |
| | | | | Colifores fecales | UFC/100 mL a 44,5°C | ≤20 |

Tabla Nº 01 Matriz De Operacionalización De Variables

2.3 Población y muestra

Población: agua de la Captación denominada el Nogal

Muestra: 8 muestras de 1 litro cada una

Muestreo: no probabilístico por conveniencia

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez

2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

2.4.1.1. Técnica de fichaje:

- **Fichas textuales:** permitió copiar textualmente un fragmento de un libro o de las investigaciones al tema.
- **Fichas bibliográficas:** ayudo a copiar los datos de las fuentes obtenidas para mi investigación
- **Fichas de resumen:** permitió registrar conceptos, ideas, etc. de las fuentes de investigación revisadas

2.4.1.2 Técnica de campo

- **Para toma de muestras:** se realizó siguiendo el manual de **Exequiel Fernández** donde menciona las siguientes pautas:
 - ✓ la muestra debe ser obtenida desde una llave de grifo en buen estado y de uso frecuente, se deja correr el agua durante 1 min, y luego se procede a tomar la muestra.
 - ✓ Después de haber tomado la muestra se debe transportar al laboratorio lo más antes posible para ser analizada.
- **Conservación de las muestras**

Las muestras se deben conservar en la forma siguiente:

a. Durante el traslado

Las muestras deben ser transportadas en un cooler, en estado de refrigeración a 10°C se recomienda antes de las 6 horas, después de la toma de muestra

- ❖ Se tomaron 7 muestras de 1 litro cada una antes y después del filtro lento de arena para analizar cada parámetro de

calidad de agua para consumo humano para los cuales se utilizaron los siguientes materiales:

- ✓ Frascos estériles
 - ✓ Cajas de Refrigeración (cooler)
 - ✓ Guardapolvo
 - ✓ Guantes, Mascarilla
 - ✓ Gorro, etc.
- **Para el análisis físico, químico y microbiológico de agua para consumo humano:** los parámetros analizados fueron realizados según los manuales de **Díaz de Santos, 1999** como se detalla a continuación
 - ✓ **Físicos**
 - **Turbidez**

El método más usado es Nefelometría o turbidimetría. De Jackson. Su unidad de medida es Unidades nefelométricas de turbiedad UTN
 - **Temperatura:** el método más usado es Termometría. Unidades: °C.
 - ✓ **químicos**
 - **pH:** es la medida del potencial hidrogeno
 - **Conductividad:**
 - ✓ **Microbiológicos:**
 - **Coliformes fecales**
 - **Coliformes totales**

El empleo más común es de Filtración por Membrana (FM) más medio de cultivo para coliformes totales o ambientales (37°C x24 horas agar m-ENDO LES) y fecales o termo tolerantes (44.5°C-M-FC AGAR X 24 HORAS).
 - ❖ Para esta investigación se utilizaron instrumentos de laboratorio como:
 - ✓ pHmetro
 - ✓ turbidímetro
 - ✓ conductímetro
 - ✓ medidor de sólidos totales disueltos
 - ✓ termómetro
 - ✓ Placas Petri

- ✓ Estufa,etc

2.4.2 Validez: la validación fue realizada por el laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Cutervo DESA donde se realizaron los análisis físicos, químicos y microbiológicos.

2.5 Métodos de análisis de datos

Se utilizaron tablas y gráficos que fueron procesados por el programa SPSS y Excel

2.6. Aspectos técnicos

2.6.1 Herramientas

- Broca de 0,5 milímetros
- Teflón
- Pegamento PVC
- Nivel
- Tanque de plástico de 60 litros
- Malla gruesa plástica
- Malla fina plástica

2.6.2 Materiales usados para el armado del filtro

2.6.2.1. Entrada de agua parte externa del filtro

- 1 unión mixta $\frac{3}{4}$ pulg.
- 1 adaptador $\frac{3}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pulg.
- 1 unión mixta $\frac{1}{2}$ pulg.
- 1 llave de paso $\frac{1}{2}$ pulg.
- 2 adaptadores de $\frac{1}{2}$ pulg.
- Tubo de matriz $\frac{1}{2}$ pulg con sus adaptadores $\frac{1}{2}$ pulg.

2.6.2.2. Difusor de agua

- 4 codos $\frac{1}{2}$ pulg.
- 3 tubos $\frac{1}{2}$ pulg: 2 de 39 cm y 1 tubo de 26 cm.
- 2 reducciones de $\frac{3}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pulg
- 2 pedazos de tubo de $\frac{3}{4}$ pulg de 5cm.
- 1 T de $\frac{3}{4}$ de enchufe
- 1 llave chep con bolla $\frac{3}{4}$ pulg.

2.6.2.3. Salida del agua parte externa del filtro

- 1 tubo visor transparente
- 1 tubo de ½ pulg de 47 cm
- 1 adaptador mixto de ½ pulg.
- 1 T rosca ½ pulg.
- 1 caño para salida de agua

2.6.2.4. Limpieza parte externa del filtro

- 1 unión con hilo ½ pulg.
- 1 adaptador mixto de ½ pulg.
- 1 T simple de enchufe de ½ pulg.
- 1 adaptador mixto ½ pulg.
- 1 llave de paso ½ pulg.

2.6.2.5. Limpieza interna del filtro.

- 1 unión mixta de ½ pulg.
- 1 tubo de ½ pulg de 15 cm.
- 1 tampón con enchufe de ½ pulg

2.6.4 Instrucciones

2.6.4.1. Antes del armado del filtro

Es importante tener todos los materiales a la misma medida como se indica a continuación:

a. Para el difusor del agua

- Para realizar el armado del difusor de agua se utilizó la broca de 0,5 milímetros con la que se perforo los 3 tubos de ½ pulg, 2 de 39 cm y 1 de 26 cm, cada tubo fue perforado con una distancia de 2 cm para evitar que la caída del agua mueva la arena y causando obstrucciones.
- Luego de haber perforado los 3 tubos en línea recta se unió los 4 codos con teflón.
- Para el lado del difusor que es conectado directamente con la entrada del agua se realizó con la unión de las reducciones de ¾ a ½ pulg para ambos lados.

- Seguidamente se colocó los 2 pedazos de tubo de $\frac{3}{4}$ de pulg de igual manera para ambos lados.
- Y por último se unió el difusor con 1 T de $\frac{3}{4}$ de enchufe.
- La bolla o flotador fue instalada en la T de $\frac{3}{4}$ de pulg con una inclinación formando un Angulo de 45° .

b. Para el tubo de limpieza interna

Se perforo un tubo de 15 cm con 2 filas de igual manera de la broca de 0,5 milímetros junto con el tampón en las 7 esquinas.

2.6.4.2. Armado de los accesorios para el filtro

a. entrada de agua parte externa de filtro

Para la entrada del agua se utilizó un tubo matriz de $\frac{1}{2}$ pulg seguido de 1 llave de paso con sus 2 adaptadores continuando con el mismo tubo de matriz de $\frac{1}{2}$ pulg hasta 1 Codo de $\frac{1}{2}$ pulg junto con 1 unión simple de $\frac{1}{2}$ pulg adaptado a $\frac{3}{4}$ unida con 1 unión mixta, embonado con un pedazo de tubo de 5 cm de $\frac{3}{4}$ luego se ha unido con un niple de rosca de $\frac{3}{4}$ pulg para salir con una manguera adaptada con un ajuste de $\frac{3}{4}$ para permitir el paso del agua directamente al tanque embonándose con un ajuste.

b. Difusor del agua

Una vez conectado la manguera hacia la llave de la bolla que conduce al difusor, el mismo que está compuesto por los siguientes accesorios:

- Empezando con 1 T simple de $\frac{3}{4}$ pulg unida a 2 reducciones de $\frac{3}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pulg por ambos lados para conectarse a 2 codos de $\frac{1}{2}$ pulg por ambos extremos para proyectarse con 2 tubos de $\frac{1}{2}$ pulg de 39 cm previamente perforado con una broca de 0,5 milímetros a una distancia de 2 cm
- Por ultimo para cerrar el difusor en forma de rectángulo se unió con 2 codos de $\frac{1}{2}$ pulg y un tubo de 26 cm de $\frac{1}{2}$ pulg el mismo que también esta perforado con una broca de la misa dimensión.

c. Limpieza interna, externa y salida del agua del filtro

Se perforó un agujero a la altura de 4cm, medida desde la base del tanque en el que se conectó un tubo de $\frac{1}{2}$ pulg de 15 cm con un tampón de $\frac{1}{2}$ pulg que se encuentra en la parte interior del filtro, previamente perforado con dos filas de

agujeros de la dimensión de 0,5 milímetros a una distancia de 1 cm, de la misma manera el tampón fue perforado con los mismas dimensiones.

El tubo de ½ pulg de 15 cm fue conectado con un adaptador mixto

Siguiendo con la parte externa del filtro se conectó 1 unión de rosca de ½ pulg, seguido de 1 adaptador mixto de ½ pulg, embonándose con un pedazo de tubo de 5 cm para unirse a 1 T de ½ pulg que a la vez se ha conectado a una adaptador mixto de ½ pulg, seguido de su llave de paso, indicando que en la T se conectó 1 tubo de ½ pulg de 47 cm para la salida hacia un adaptador mixto que se une a 1 T de rosca para la llave de grifo y para el tubo visor.

- ❖ Dicho proceso de filtración finaliza con la recepción del líquido elemento en un tanque que es de calidad óptima para el consumo humano.

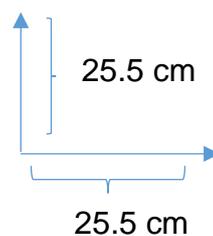
2.6.4.3. Para recortar el círculo de la malla fina y gruesa

Para lograr recortar exactamente el círculo de las mallas se sacó el diámetro aproximado llenando para cada capa con el material filtrante.

- Después de haber llenado la piedra grande de 4 – 5 cm se colocó una malla plástica gruesa para evitar el paso de la piedra pequeña y del resto de material que se antecede.

Diámetro: 51 cm

- Se dobló la malla en 4 partes con 25.5 cm de largo:



- Posteriormente de haber colocado la piedra pequeña de 2.5 x 1.8 cm también se colocó una malla gruesa con el mismo diámetro.
- Después se volvió a colocar una malla fina entre la arena gruesa y la gravilla de 1 cm
- Por ultimo para evitar el paso de la arena fina hacia la haría gruesa se aplicó una malla fina con el mismo diámetro.

- ❖ Cada vez que se llenó las capas del filtro lento de arena se colocó una malla plástica dependiendo del material para evitar el paso de la arena hacia el final y así evitar la obstrucción del paso del agua.

2.6.4.4. Lavado del material filtrante:

Todos los materiales fueron extraídos del río de la comunidad de sucre que es el más próximo a la provincia de Cutervo:

a. Piedra grande de 4 a 5 cm y piedra pequeña de 2.5 x 1.8 cm y gravilla de 1 cm:

Para realizar el lavado de estos materiales se lavó por separado en recipientes grandes con abundante agua hasta eliminar sedimentos, polvo, materia orgánica, etc. que pueden afectar el funcionamiento del filtro.

Para mayor efectividad se agregó lejía al 3 %

b. Arena gruesa y fina

Se lavó la arena gruesa y fina en un recipiente grande con la 4 parte de agua (más agua que arena) aproximadamente 10 veces con el fin de eliminar materia orgánica, polvo, tierra entre otros sedimento.

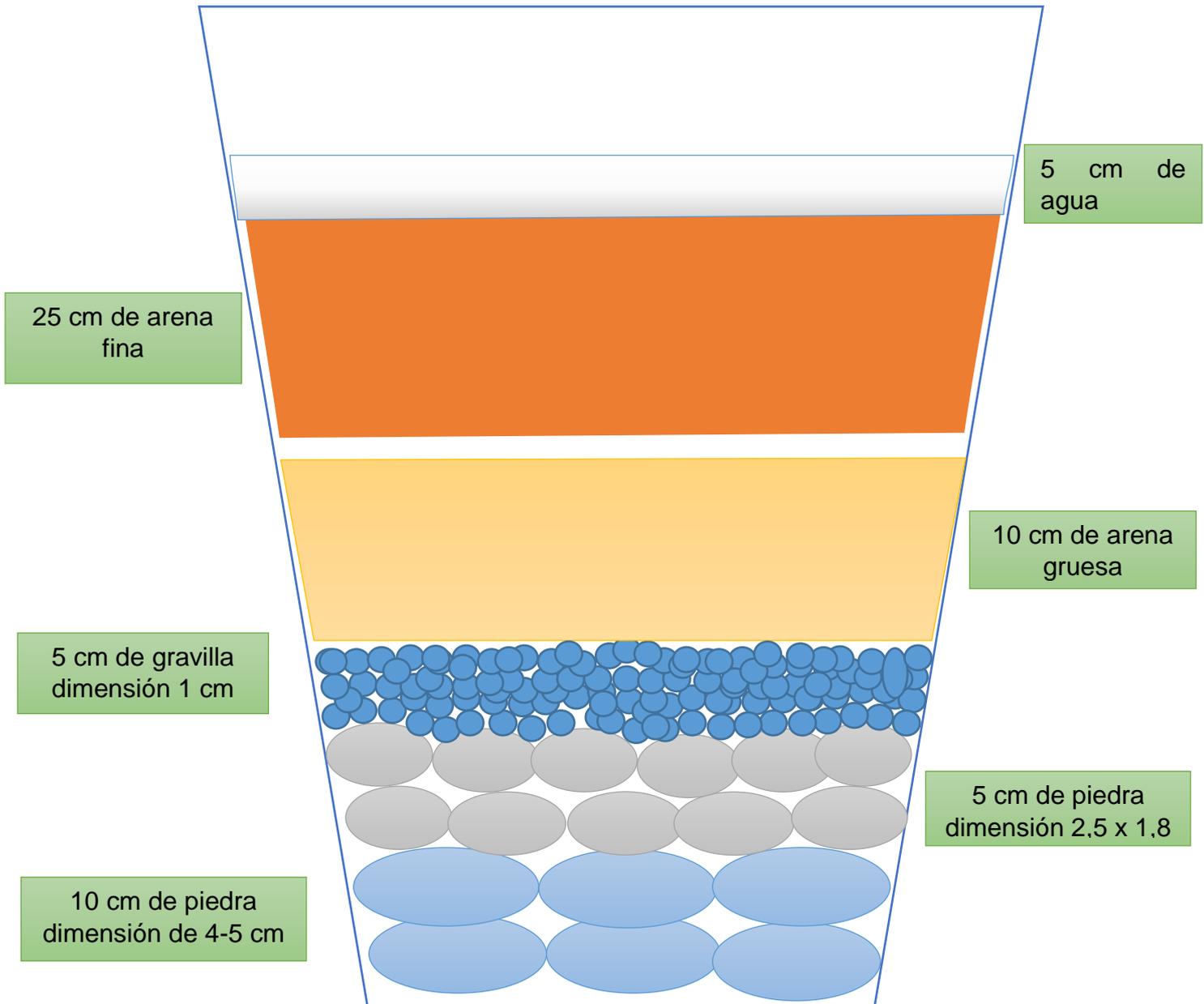
2.6.4.5. Armado del filtro

Ya una vez instalado las tuberías y accesorios descritos anteriormente se procedió a llenar capa con las medidas indicadas a continuación:

- Para llenar la primera capa del filtro se realizó con la piedra de 4 – 5 cm con una altura de 10 cm,
- Seguido de la piedra grande se colocó una malla gruesa
- Posteriormente se colocó la piedra pequeña de 2.5 x 1.8 cm con una altura de 5 cm
- Nuevamente se colocó una malla gruesa
- Siguiendo con el llenado del filtro se colocó la piedra más pequeña o gravilla de 1 cm con una altura de 5 cm
- Luego se colocó una malla fina
- Posteriormente se llenó con la arena gruesa con una altura de 10 cm
- Nuevamente se colocó una última malla plástica fina

- Y por último y más importante se llenó con arena fina a una altura de 25 cm
- ❖ Una vez ya funcionando el filtro se llenó hasta 5cm por encima de la capa de arena fina.

GRÁFICO N° 01 Diseño Del Filtro Lento De Arena



2.7 Aspectos éticos

Los resultados de esta investigación serán verídicos y la toma de muestras serán tomados con veracidad y honestidad, en todo momento la información será fidedigna, la instalación de un filtro de arena será in situ siendo analizada con los parámetros de calidad de agua para consumo humano respaldando el carácter científico de la investigación.

III. RESULTADOS

Tabla N° 02 Análisis Físicos, Químicos Y Microbiológicos

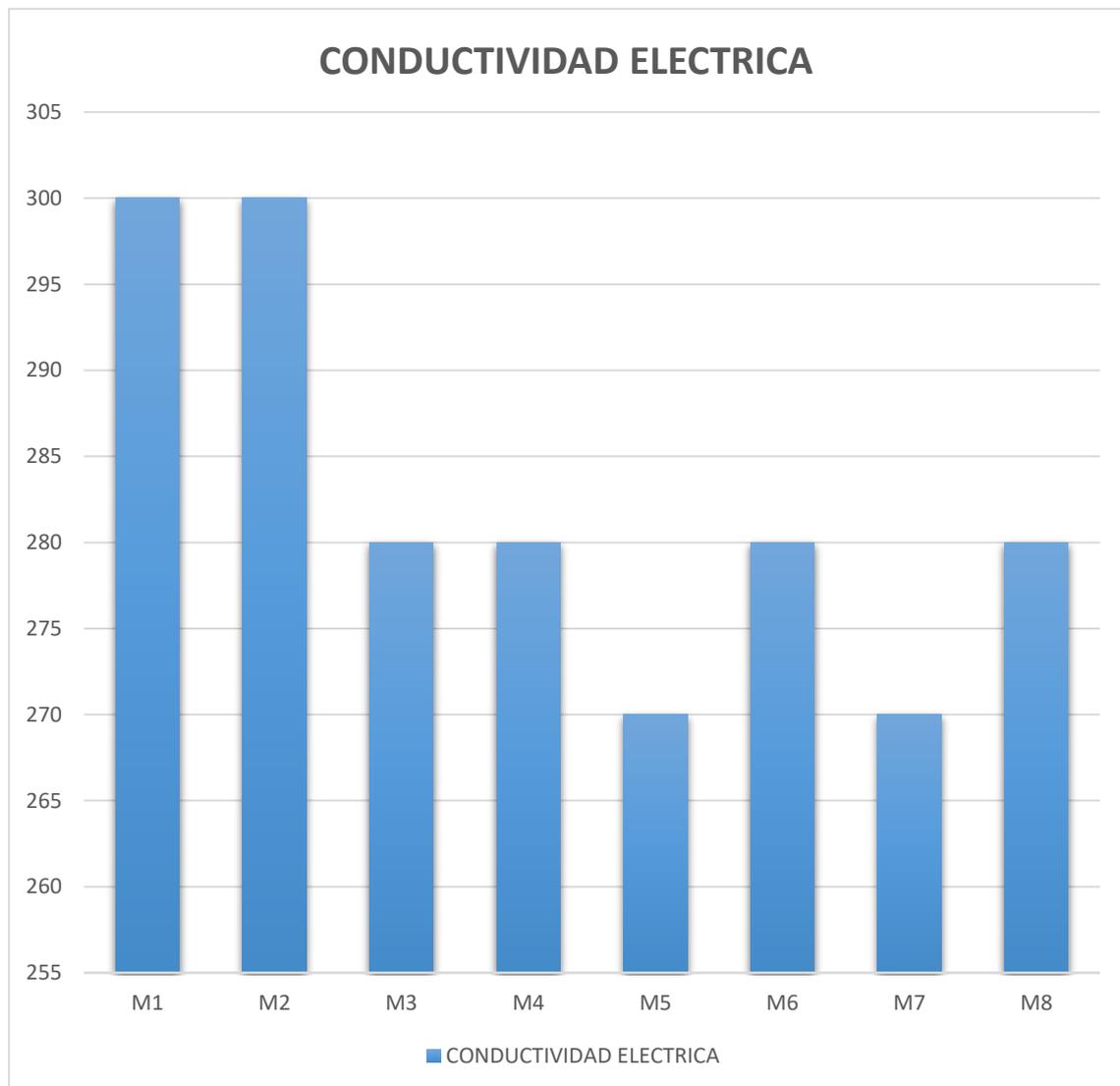
| PARÁMETROS | SIN TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | | | | | | ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | MUESTRA 1 Sin filtro | MUESTRA 2 Con filtro | MUESTRA 3 Con filtro | MUESTRA 4 Con filtro | MUESTRA 5 Con filtro | MUESTRA 6 Con filtro | MUESTRA 7 Con filtro | MUESTRA 8 Con filtro y cloración | ECA |
| OLOR | Aceptable | Aceptable |
| Ph | 8.0 | 7.6 | 6.5 | 7.1 | 6.5 | 6.6 | 6.5 | 6.5 | 6.5-8.5 |

| | | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| CONDUCTI VIDAD ELÉCTRIC A μs/cm | 300 uS/cm | 300 uS/cm | 280 uS/cm | 280 uS/cm | 270 uS/cm | 280 uS/cm | 270 uS/cm | 280 uS/cm | 1500 uS/cm |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTO S mg/l | 166 mg/l | 114 mg/l | 113 mg/l | 109 mg/l | 100 mg/l | 97mg/l | 90 mg/l | 85 mg/l | 100mg/l |
| TURBIDEZ | 50 NTU | 33.33 NTU | 9.10 NTU | 7.20 NTU | 3.84 NTU | 0.30 NTU | 0.09 NTU | 0.07 NTU | 5 NTU |
| TEMPERAT URA °C | 20.1 | 20.2 | 20.1 | 19.6 | 19.6 | 20.1 | 19.6 | 20.1 | Δ 3 °C |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|-----------------|
| COLIFORMES TOTALES | 0,8X10 ² 80UFC | 0,7X10 ² 70 UFC | 0,65X10 ² 65 UFC | 0,5X10 ² 50 UFC | 0,4X10 ² 40 UFC | 0,2X10 ² 20 UFC | 0,1X10 ² 10 UFC | 0 UFC | 50 NMP/100ml |
| COLIFORMES FECALES | 0,7X10 ² 70 UFC | 0,6X10 ² 60 UFC | 0,5X10 ² 50 UFC | 0,35X10 ² 35 UFC | 0,3X10 ² 30 UFC | 0,2X10 ² 20 UFC | 0,7X10 ² 7 UFC | 0 UFC | 20 NMP/100ml |

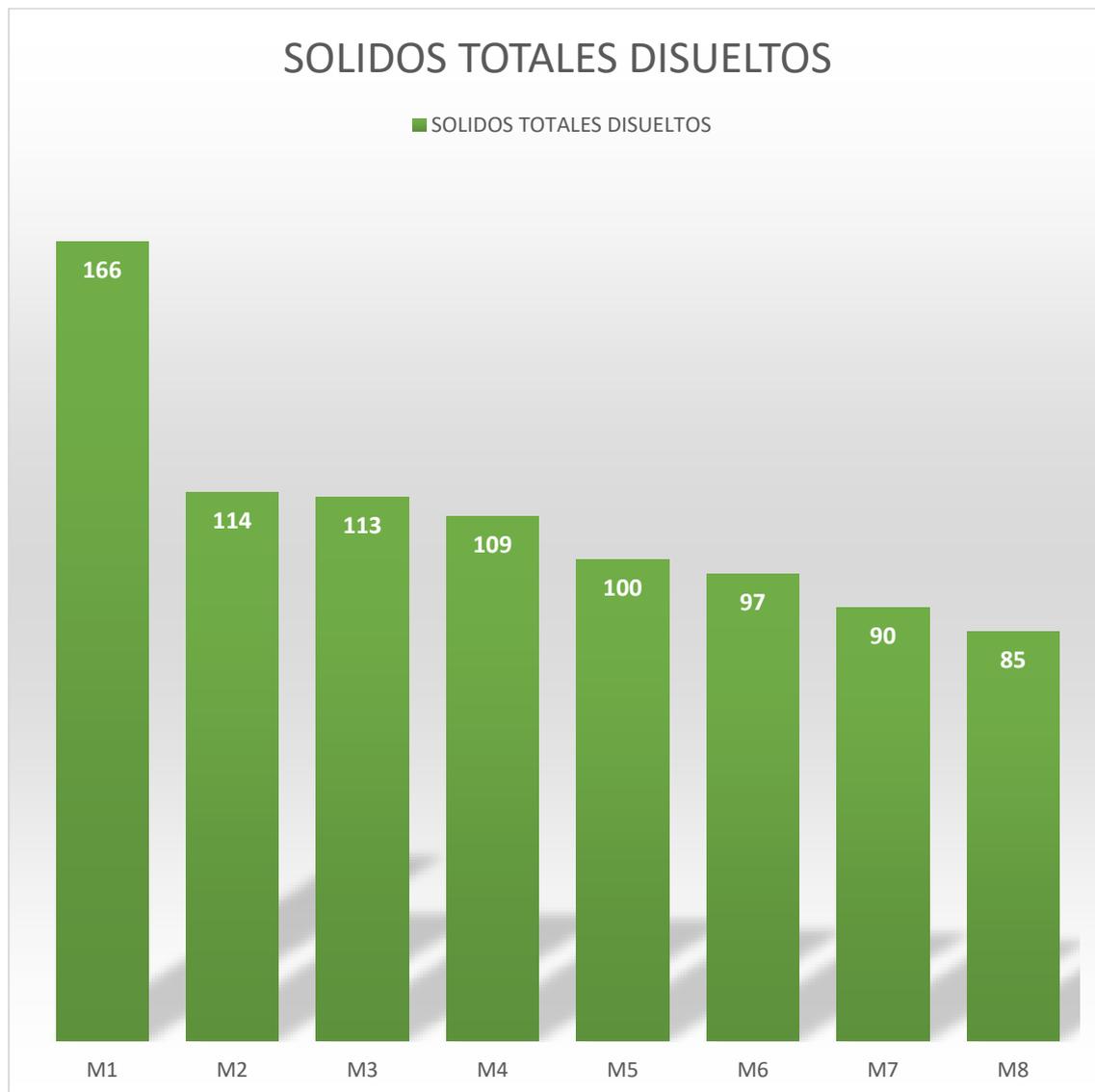
Interpretación: En la comparación de los parámetros de calidad de agua de las muestras de la asociación jardines de la paz se obtuvo que en la muestra N°1 sin tratamiento tiene una turbiedad fuera de los ECA en cuanto a Coliformes totales se muestra una reducción total de las Coliformes incluyendo el pos tratamiento que es la cloración, con los otros parámetros analizados si se cumplieron los ECA antes y después del filtro lento de arena, se obtuvo una agua de calidad apta para consumo humano

GRÁFICO N° 02 Análisis Físicos Del Agua Conductividad Eléctrica



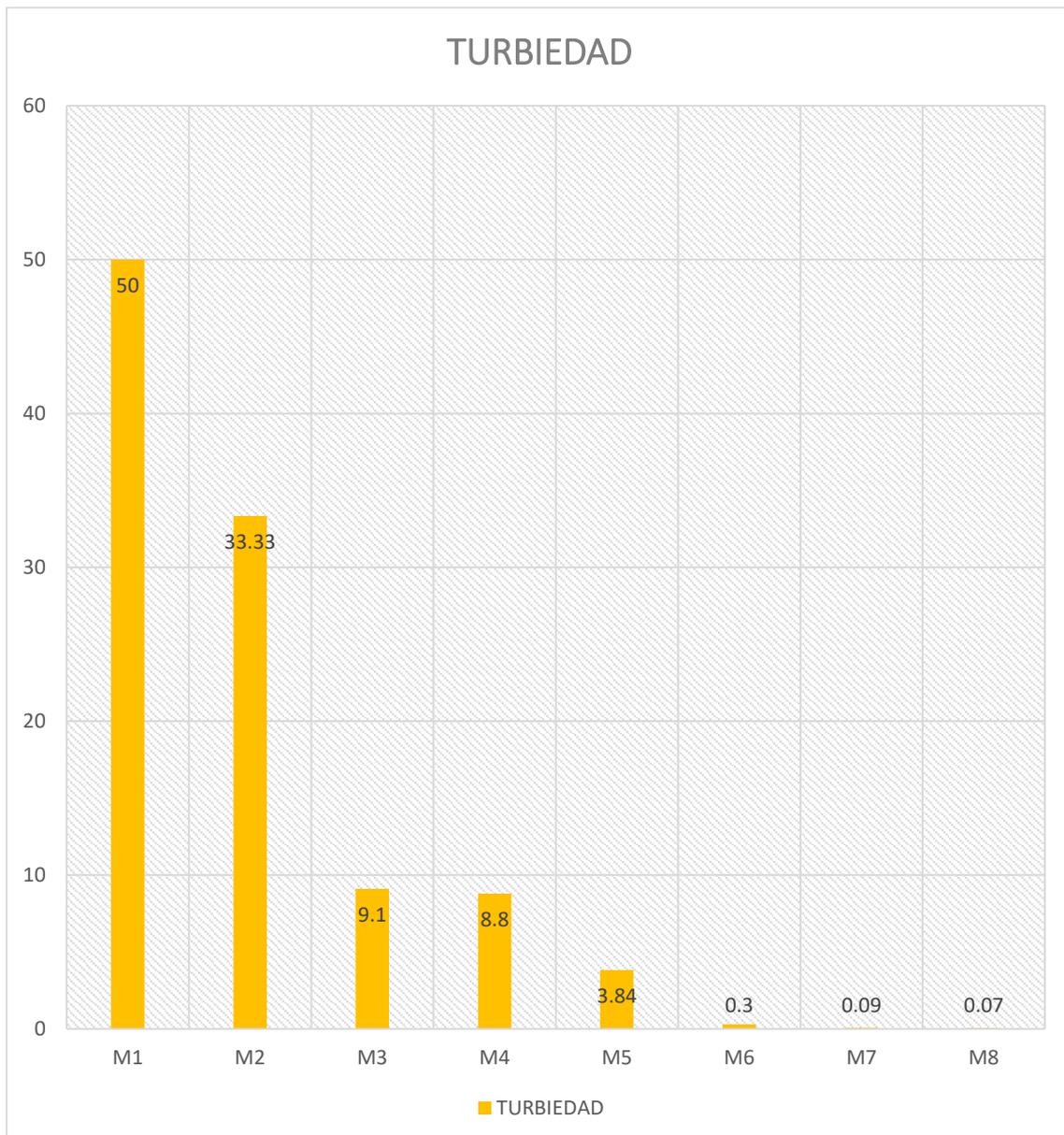
INTERPRETACION: En la gráfica 01 se muestran valores de CONDUCTIVIDAD ELECTRICA para las muestras analizadas, observando que la muestra N°1 Y 2 presenta el valor mayor con 300 $\mu\text{s}/\text{cm}$, el menor valor lo presentó las muestras N° 5 y N° 7 con 270 $\mu\text{s}/\text{cm}$ encontrándose dentro de los ECA

GRÁFICO N° 03 Análisis Físico Del Agua Solidos Totales Disueltos



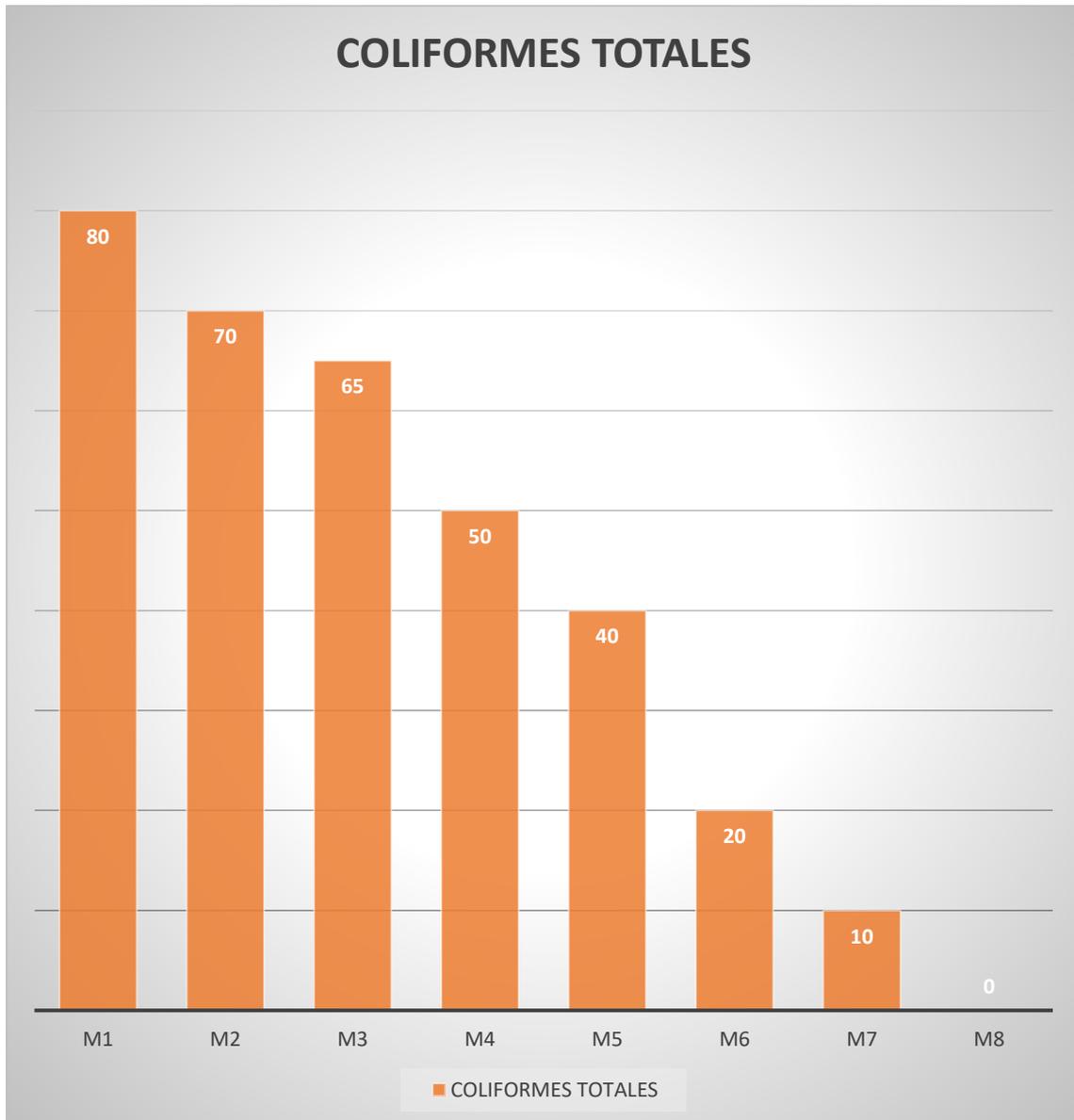
INTERPRETACION: En la gráfica 02 se muestran valores de SOLIDOS TOTALES DISUELTOS para las muestras analizadas, observando que la muestra N°1 presenta el valor mayor con 166mg/l, el menor valor lo presentó las muestra N° 8 con 85 mg/l encontrándose dentro de los ECA

GRÁFICO N° 04 Análisis Físico Del Agua Turbiedad



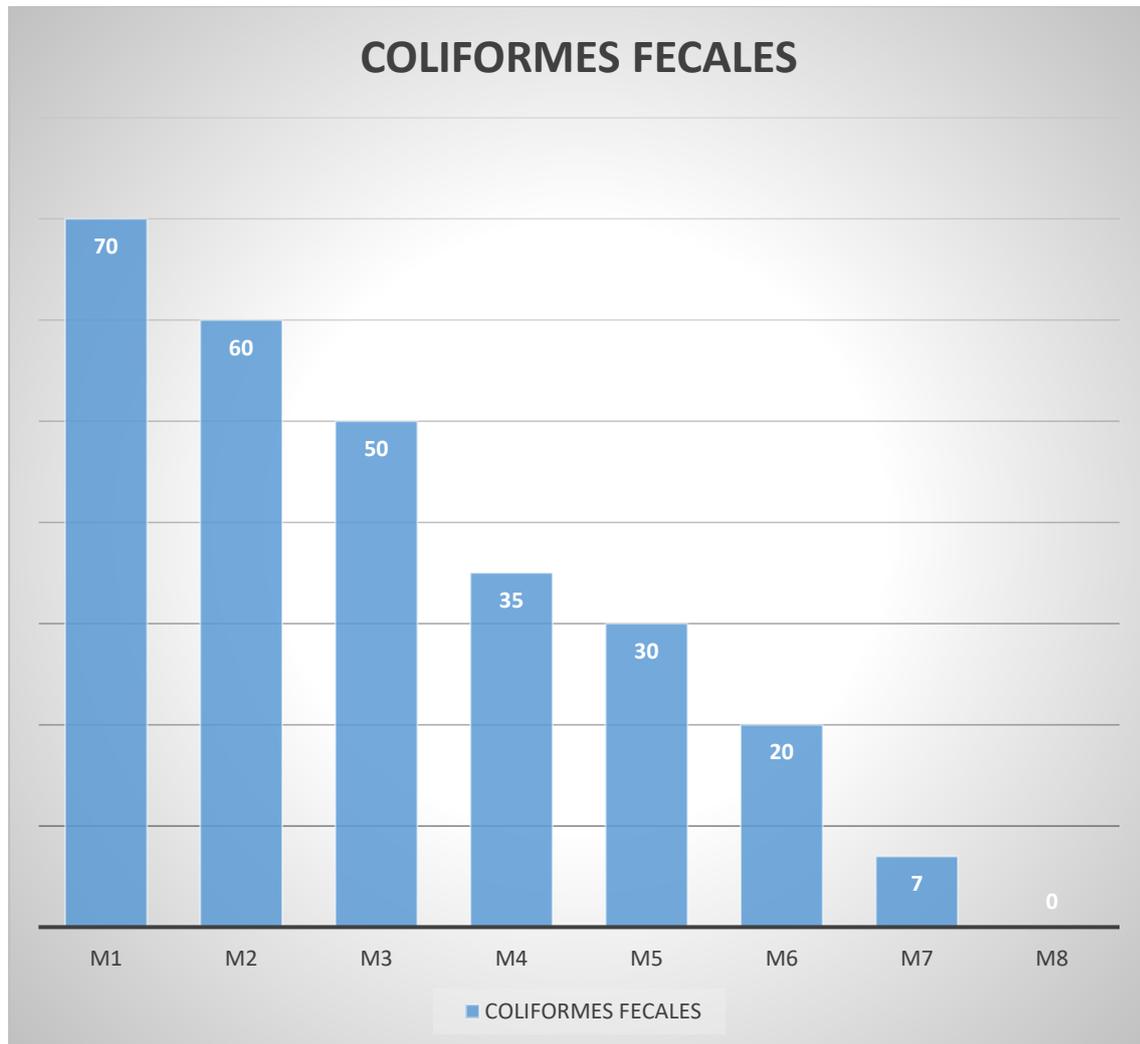
INTERPRETACION: En la gráfica 03 se muestran valores de TURBIEDAD para las muestras analizadas, observando que la muestra N°1 sin tratamiento presenta el valor mayor con 50 NTU, el menor valor lo presentó la muestra N° 8 con 0,07 NTU después del filtro lento de arena y pos tratamiento

GRÁFICO N° 05 Análisis Microbiológicos Coliformes Totales



INTERPRETACION: En la gráfica 04 se muestran valores de COLIFORMES TOTALES para las muestras analizadas, observando que la muestra N°1 presenta el valor mayor con 80 UFC/100 ML, el menor valor lo presentó las muestra N° 8 con 0 UFC/100 ML después del filtro además de la cloración

GRÁFICO N° 06 Análisis Microbiológicos Coliformes Fecales



INTERPRETACION: En la gráfica 05 se muestran valores de COLIFORMES FECALES para las muestras analizadas, observando que la muestra N°1 presenta el valor mayor con 70 UFC/100 ML, el menor valor lo presentó las muestra N° 8 con 0 UFC/100 ML después del filtro además de la cloración

3.1 Análisis estadísticos

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS:

Modelo logarítmico

| R | R cuadrado | R cuadrado corregida | Error típico de la estimación |
|------|------------|----------------------|-------------------------------|
| ,980 | ,960 | ,953 | 5,481 |

La variable independiente es TIEMPO.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

INTERPRETACION:

$R^2 = 0.946$ es decir el 96.0% de las varianzas de la concentración de la turbiedad en NTU son explicados por los cambios de Tiempo (Cada 7 Días).

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Regresión | 4271,271 | 1 | 4271,271 | 142,194 | ,000 |
| Residual | 180,229 | 6 | 30,038 | | |
| Total | 4451,500 | 7 | | | |

La variable independiente es TIEMPO.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

- Comprobando la validación de modelo de regresión del comportamiento de los SOLIDOS TOTALES DISUELTOS :

Prueba p-valor

H0: $\beta_0 = \beta_1 = 0$

H1: $\beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$

La prueba *p-valor* si $\alpha > p$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa, en este caso para Los sólidos totales disueltos $p=0.000$ y el $\alpha=0.05$, donde p es menor a 0,5 rechazando la H_0 por lo tanto según el análisis de varianza el modelo sirve para predecir la concentración de solidos totales disueltos en función del tiempo.

Coeficientes

| | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|-------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------|---------|------|
| | B | Error típico | Beta | | |
| ln(TIEMPO) | -19,212 | 1,611 | -,980 | -11,925 | ,000 |
| (Constante) | 162,435 | 4,863 | | 33,403 | ,000 |

La variable dependiente es SOLIDOS TOTALES DISUELTOS

- INTERPRETACION:**

Y= solidos totales disueltos

X= tiempo semanal

$\ln Y = \ln(162,435) - 19,212 \ln x$

Cuando el logaritmo del tiempo se incrementa en 7 días el logaritmo de los sólidos totales disueltos disminuye en 19,212 mg/l como promedio.

TURBIEDAD

Modelo logarítmico

Resumen del modelo

| R | R cuadrado | R cuadrado corregida | Error típico de la estimación |
|------|------------|----------------------|-------------------------------|
| ,973 | ,946 | ,937 | 4,652 |

La variable independiente es TIEMPO.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

- INTERPRETACION:**

R^2 el 94.6% de las varianzas de la concentración de la turbiedad en NTU son explicados por los cambios de Tiempo (Cada 7 Días).

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Regresión | 2280,374 | 1 | 2280,374 | 105,383 | ,000 |
| Residual | 129,833 | 6 | 21,639 | | |
| Total | 2410,207 | 7 | | | |

La variable independiente es TIEMPO.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

- Comprobando la validación de modelo de regresión del comportamiento de LA TURBIEDAD :

Prueba p-valor

H0: $\beta_0 = \beta_1 = 0$

H1: $\beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$

La prueba *p-valor* sí $\alpha > p$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa, en este caso para La turbiedad $p=0.000$ y el $\alpha=0.05$, donde p es menor a 0,5 rechazando la H_0 por lo tanto según el análisis de varianza el modelo sirve para predecir la concentración de turbiedad en función del tiempo.

Coeficientes

| | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|-------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------|---------|------|
| | B | Error típico | Beta | | |
| ln(TIEMPO) | -14,038 | 1,367 | -,973 | -10,266 | ,000 |
| (Constante) | 51,852 | 4,127 | | 12,563 | ,000 |

La variable dependiente es TURBIEDAD.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

- **INTERPRETACION:**

Y= Turbiedad

X= tiempo semanal

$$\ln Y = \ln 51,852 - \ln 14,038 \ln x$$

Cuando el logaritmo del tiempo se incrementa en 7 días el logaritmo de la turbiedad disminuye en 14,038 NTU como promedio.

COLIFORMES TOTALES

Modelo regresión lineal

Resumen del modelo

| R | R cuadrado | R cuadrado corregida | Error típico de la estimación |
|------|------------|----------------------|-------------------------------|
| ,994 | ,988 | ,986 | 3,502 |

La variable independiente es TIEMPO.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

INTERPRETACION:

R^2 el 98,8% de las varianzas de las Coliformes totales son explicados por el cambio de tiempo (cada 7 días)

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Regresión | 6023,285 | 1 | 6023,285 | 491,097 | ,000 |
| Residual | 73,590 | 6 | 12,265 | | |
| Total | 6096,875 | 7 | | | |

La variable independiente es TIEMPO.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

- Comprobando la validación de modelo de regresión del comportamiento de Las COLIFORMES TOTALES :

Prueba p-valor

$H_0: \beta_0 = \beta_1 = 0$

$H_1: \beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$

La prueba *p-valor* si $\alpha > p$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa, en este caso para los Coliformes totales $p=0.000$ y el $\alpha=0.05$, donde p es menor a 0,5 rechazando la H_0 por lo tanto según el análisis de varianza el modelo sirve para predecir la concentración de las Coliformes totales en función del tiempo.

Coeficientes

| | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|--------------------|--------------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------|--------------|
| | B | Error típico | Beta | | |
| TIEMPO (Constante) | -1,731 84,504 | ,078 2,288 | -,994 | -22,161 36,939 | ,000 ,000 |

La variable dependiente es COLIFORMES TOTALES.
Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

INTERPRETACION:

Y= Coliformes totales

X= tiempo semanal

$\hat{Y} = b_0 + bX$

$Y = 84,504 - 1,731X$

Cuando el tiempo se incrementa en 7 días las Coliformes totales disminuye en 1,731 UFC/100 ml como promedio.

COLIFORMES FECALES

MODELO DE REGRESION LINEAL

Resumen del modelo

| R | R cuadrado | R cuadrado corregida | Error típico de la estimación |
|------|------------|----------------------|-------------------------------|
| ,997 | ,993 | ,992 | 2,174 |

La variable independiente es TIEMPO.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

INTERPRETACION:

R^2 el 99,3% de las varianzas de las Coliformes fecales son explicados por el cambio de tiempo en 7 días

ANOVA

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Regresión | 4297,641 | 1 | 4297,641 | 909,262 | ,000 |
| Residual | 28,359 | 6 | 4,727 | | |
| Total | 4326,000 | 7 | | | |

La variable independiente es TIEMPO.

Fuente: Datos estadísticos procesados del SPSS 21, 2017

- Comprobando la validación de modelo de regresión del comportamiento de Las COLIFORMES FECALES :

Prueba p-valor

H0: $\beta_0 = \beta_1 = 0$

H1: $\beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$

La prueba *p-valor* si $\alpha > p$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alternativa, en este caso para los Coliformes fecales $p=0.000$ y el $\alpha=0.05$, donde p es menor a 0,5 rechazando la H₀ por lo tanto según el análisis de varianza el modelo sirve para predecir la concentración de las Coliformes fecales en función del tiempo

Coeficientes

| | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|-------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------|---------|------|
| | B | Error típico | Beta | | |
| TIEMPO | -1,462 | ,048 | -,997 | -30,154 | ,000 |
| (Constante) | 70,009 | 1,420 | | 49,297 | ,000 |

INTERPRETACION:

Y= Coliformes fecales

X= tiempo semanal

$$\hat{Y} = b_0 + bX$$

$$Y = 70,009 - 1,462X$$

Cuando el tiempo se incrementa en 7 días las Coliformes fecales disminuye en 1,462 UFC/100 ml como promedio.

IV DISCUSION.

- Según (RIVAS María, GARCIA Wendy 2016) la investigación realizada fue de tipo experimental y estudio de caso. Las muestras tomadas corresponden a muestras instantáneas o en el sitio, ya que son muestras discretas que

fueron tomadas aleatoriamente con relación al tiempo y lugar, Se tomaron dos muestras de un litro del agua una muestra de agua de la red de tuberías, proveniente del embalse Arroyo Grande, y la segunda muestra corresponde a agua extraída de uno de los pozos profundos, Según (**MORALES Diana, PAZ María 2015**) en su investigación tuvo un diseño no experimental, descriptivo, prospectivo de corte longitudinal evaluándose 17 filtros de bioarena instalados y en funcionamiento con un total de 102 muestras, 34 por semana durante tres meses , **BARRIENTOS, Honorio; [et al]**) en su investigación purificación de agua por medio de filtros lentos de arena en la comunidad de kuychiro cusco Se tomaron 3 muestras la primera en 5 días, la segunda en 10 días y la tercera en 20 días esta última se incorporó un pos tratamiento de cloro fue monitoreado por 20 días y en mi investigación el diseño metodológico que se utilizó es no experimental longitudinal de regresión, con un muestreo no probabilístico por conveniencia, con una población infinita conformada por la Captación denominada el Nogal, se tomó 8 muestras de agua de 1 litro cada una, cada 7 días durante 2 meses se construyó un filtro lento de arena conformado por el material filtrante como piedras de 5-4 cm, piedra pequeña de 2.5- 1.8, gravilla de 1cm, arena gruesa y arena fina

- En la investigación de **RIVAS María, GARCIA Wendy 2016** se implementaron sistemas de tratamiento a escala de laboratorio que consistían en filtros lentos de arena acompañados por filtración con grava y cloración, como pre y pos tratamiento, evaluando pH, Coliformes fecales, color y turbidez, en la investigación de **MORALES Diana, PAZ María 2015** se evaluó los filtros de bioarena ya instalados, se realizaron análisis de la calidad del agua, dureza total, sólidos totales disueltos, pH, conductividad, turbiedad, color, alcalinidad total y compuesta y microbiológicos Coliformes fecales y totales, en la investigación de **BARRIENTOS, Honorio; [et al]**) se diseñó un filtro lento de arena donde se analizó principalmente dureza, Coliformes totales y Coliformes fecales. Y en mi investigación se construyó un filtro lento de arena a escala domiciliaria en función al tiempo, donde se analizaron parámetros como pH, temperatura, conductividad eléctrica, solidos totales disueltos, turbiedad, coliformes totales y coliformes fecales.

- Los resultados más relevantes en la investigación de **RIVAS María, GARCIA Wendy 2016** fue que se logró la remoción de turbidez y Coliformes fecales por encima del 90.00%. El mayor porcentaje de remoción fue en los sistemas en que se usó prefiltro de grava como pretratamiento y filtro lento de arena, con valores de 90.98 % tomando el agua del embalse como afluente y de 61.96 % con el agua de pozo como afluente. En cuanto a color aparente del agua del embalse disminuyó considerablemente en todos los sistemas de tratamiento, el pH de los efluentes de los sistemas de tratamiento se mantuvo siempre en el rango, entre 6.50 y 9.00 unidades, para todos los sistemas se obtuvo un alto porcentaje de remoción de coliformes fecales, alcanzando el 100.00% de remoción en siete de los ocho sistemas analizados, e incluso en el sistema S3 en el cual se encontró presencia de coliformes en el agua tratada, se obtuvo un alto porcentaje, de 99.65 %.esto gracias al pos tratamiento (cloración) que se incorporó, en la investigación de **MORALES Diana, PAZ María 2015** Los resultados más relevantes se obtuvieron en época de lluvia se analizaron los parámetros y se observó incremento en el porcentaje de remoción en cuanto a físico – químicos fue de 25,09% y 36,96% para color, 43,11% y 58,15% para turbiedad y 36,02% para alcalinidad total, se determinó que dichos parámetros no cumplen con la normativa. Por el contrario, para parámetros microbiológicos, se observó que el porcentaje de remoción fue 65,79% para coliformes totales y 90,07% para coliformes fecales, en la investigación de **BARRIENTOS, Honorio; [et al])** para la DUREZA fue efectivo en un 3% del agua Los análisis microbiológicos demostraron que la contaminación presente en el agua bajo en un porcentaje considerable en un 67,39% en Coliformes Termotolerantes y en un 80,91% en remoción de Coliformes Totales El FLA permitió obtener de 282, 53 litros de agua descontaminada durante 12 horas, contando con una caudal del afluente 1,2 l/s. y en mi investigación los parámetros analizados fueron pH manteniéndose constante entre los rangos de 6.5 y 8.5 establecidos por los ECA, la conductividad eléctrica de igual manera se mantuvo entre los rangos de 300 $\mu\text{s/cm}$ y 280 $\mu\text{s/cm}$ encontrándose dentro de los ECA para STD y TURBIEDAD tuvieron un comportamiento logarítmico con parámetro $B1 \neq 0, B1 < 0$ ($b1 = -19,212$) y $B1 \neq 0, B1 < 0$ ($b1 = -14,038$),

respectivamente, en cuanto COLIFORMES TOTALES Y FECALES tuvieron un comportamiento lineal con parámetro $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -1,731$) y $B1 \neq 0$, $B1 < 0$ ($b1 = -1,462$) por lo que se puede decir que a mayor tiempo es menor la concentración de los parámetros analizados.

V. CONCLUSIONES

- En esta investigación se analizaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos como pH, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, temperatura, Coliformes totales y Coliformes fecales, disminuyendo significativamente los sólidos totales disueltos de 166mg/l a 85 mg/l, en cuanto a turbiedad de igual manera se vio una disminución significativa de 50 NTU hasta 0,07 NTU, en Coliformes totales se vio una gran disminución de 80 UFC/100 ml hasta 0 UFC/100 ml incorporando un pos tratamiento (Cloración), de igual manera en Coliformes fecales se empezó con 70 UFC/100ml disminuyendo hasta 0 UFC/100 ml .
- Se seleccionó un pos tratamiento (cloración) ya que en la muestra 7 se encontró 10 UFC/100 ml, después de la aplicación de la cloración se disminuyó considerablemente llegando a 0 UFC de Coliformes totales, y en Coliformes fecales se encontró 7 UFC/100ml en la muestra 7 y después del pos tratamiento se disminuyó a 0 UFC/100ml en cuanto a los parámetros físicos no hubo una alteración significativa después de la cloración.
- En cuanto al comportamiento de los parámetros analizados para STD y TURBIEDAD tuvieron un comportamiento logarítmico, en cuanto COLIFORMES TOTALES Y FECALES tuvieron un comportamiento lineal por lo que se puede decir que a mayor tiempo es menor la concentración de los parámetros analizados.
- Se compararon los parámetros físicos, químicos y microbiológicos antes y después del filtro lento de arena donde se obtuvo que los parámetros analizados que estaban fuera de los ECA como turbiedad y Coliformes totales fueron disminuidos considerablemente después de la aplicación del filtro lento de arena, en turbiedad se inició con 50 NTU disminuyendo hasta 0,07 y en Coliformes totales de 80 UFC/100 ml hasta 0 UFC/100 ml en

Coliformes fecales se empezó con 70 UFC/100ml disminuyendo hasta 0UFC/100ml incorporada el pos tratamiento (cloración)

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los pobladores del barrio Chaquil la construcción e implementación de los filtros lentos de arena como una tecnología renovable sostenible para mejorar la calidad de agua destinada para consumo humano y así evitar enfermedades gastrointestinales, etc.
- Se recomienda aprovechar los materiales filtrantes accesibles como lo es la arena uno de los principales componentes que realizara la mejora de la calidad de agua destinada para consumo humano el cual es necesario realizar distintos lavados a dicho material para eliminar restos de materia orgánica, tierra, etc. que pueden causar deterioro y obstrucción en el filtro lento de arena.
- Se recomienda realizar un post tratamiento como la cloración para obtener un agua de mejor calidad evitando así enfermedades gastrointestinales causadas por el estado en que se consume dicha agua.

VII. REFERENCIAS

- RIVAS María, GARCIA Wendy 2016: Evaluación de la filtración lenta de arena para la potabilización del agua en el corregimiento de San José De Playón
- MORALES Diana, PAZ María 2015: Evaluación de los biofiltros de arena mediante el análisis de la calidad del agua en comunidades de La Parroquia El Progreso, Cantón Nabón
- BARRIENTOS, Honorio; TELLO, Jonny TITO, Consuelo; PALOMINO, Maribel: purificación de agua por medio de filtros lentos de arena en la comunidad de Kuychiro - Cusco
- ORELLANA, Jorge 2005: Ingeniería Sanitaria- Utn - Frro
- AGUILAR Alonso 2010: Calidad Del Agua Un Enfoque Multidisciplinario Calidad Del Agua México : UNAM, Instituto De Investigaciones Económicas, Isbn 978-607-02-1455-4
- OMS organización mundial de la salud 2006: Guías para la calidad del agua potable

- DIGESA dirección general de salud ambiental 2011: reglamento de la calidad de agua para consumo humano
- Según National Environmental Services Center: tecnología en breve: filtros lentos de arena
- TORRES Camilo, VILLANUEVA Sonia, 2014: manual para el armado, instalación y monitoreo del filtro lento de arena
- Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: filtración lenta capítulo 5
- EXEQUIEL Fernández ,Protocolo Extracción De Muestras Para Análisis Microbiológico Agua Potable
- DÍAZ de Santos, 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales

MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE TESIS

TESIS: FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCION AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MARDELY CHILCON ALTAMIRANO

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | TIPO DE INVESTIGACIÓN | POBLACIÓN | TÉCNICAS | MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS |
|---|---|--|--|-----------------------|--|---|--|
| ¿Con el filtro lento de arena en función al tiempo se mejorará significativamente la calidad de agua para consumo humano a escala domiciliaria? | <ul style="list-style-type: none"> - Analizar los parámetros físico, químico y microbiológico del agua para consumo humano del pueblo joven Chaquil Cutervo • Seleccionar los pretratamiento o pos tratamientos | Con el filtro lento de arena en función al tiempo mejorara significativamente la calidad de agua para consumo humano a escala domiciliaria | <p style="text-align: center;">Variable dependiente: calidad de agua</p> <p style="text-align: center;">Variable independiente: Tiempo</p> | Descriptiva | agua de la Captación denominada el Nogal | <p>técnica de fichaje</p> <p>a. fichas textiles</p> <p>b. fichas bibliográficas</p> <p>c. fichas de resumen</p> <p>técnicas de campo</p> <p>a. toma de muestra</p> <p>b . análisis de laboratorio</p> | Se utilizaron tablas y gráficos que fueron procesados por el programa SPSS y Excel |

| | | | | | | | |
|--|---|--|--|-------------------------------|--|---|--|
| | después de haber analizado el estado del agua para consumo humano del pueblo joven Chaquil Cutervo | | | | | físicos, químicos y microbiológicos | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Comparar la calidad del agua superficial para consumo humano del pueblo joven Chaquil Cutervo antes y después del filtro lento de arena con los ECA | | | DISEÑO | MUESTRA | INSTRUMENTOS | |
| | | | | No experimental, longitudinal | 8 muestras de 1 litro cada una Muestreo: no probabilístico por conveniencia | pHmetro conductímetro termómetro filtro por membrana milipore, entre otros instrumentos de laboratorio | |

TABLA Nº 03 MATRIZ DE CONSISTENCIA

VII ANEXOS



FIGURA N° 01 Extracción del material filtrante del rio Sucse



FIGURA N° 02 Selección de la arena fina y gruesa



FIGURA N° 03 Cernido de la arena gruesa y fina



FIGURA N° 04 Lavado de las piedras grandes de 4 cm de diámetro



FIGURA N° 05 Lavado de la piedra pequeña de 2.5 – 1.8 de diámetro



FIGURA N° 06 Gravilla de 1 cm de diámetro



FIGURA N° 07 Lavado de la arena gruesa y fina



FIGURA N° 08 Perforación del tanque hacia una altura de 4 cm desde la base para la salida de agua o limpieza del filtro.



FIGURA N° 09 Perforación del tubo de 15 cm con una broca de 0,5 milímetros se realizó dos filas con una distancia de 1 cm.



FIGURA N° 10 Se incorporó el tubo de 15 cm por el interior que servirá como salida del agua y limpieza del filtro



FIGURA N° 11 Se realizó perforaciones a los tubos de 39 cm y 1 de 26 cm con una broca de 0,5 milímetros a una distancia de 1 cm para el difusor del agua.

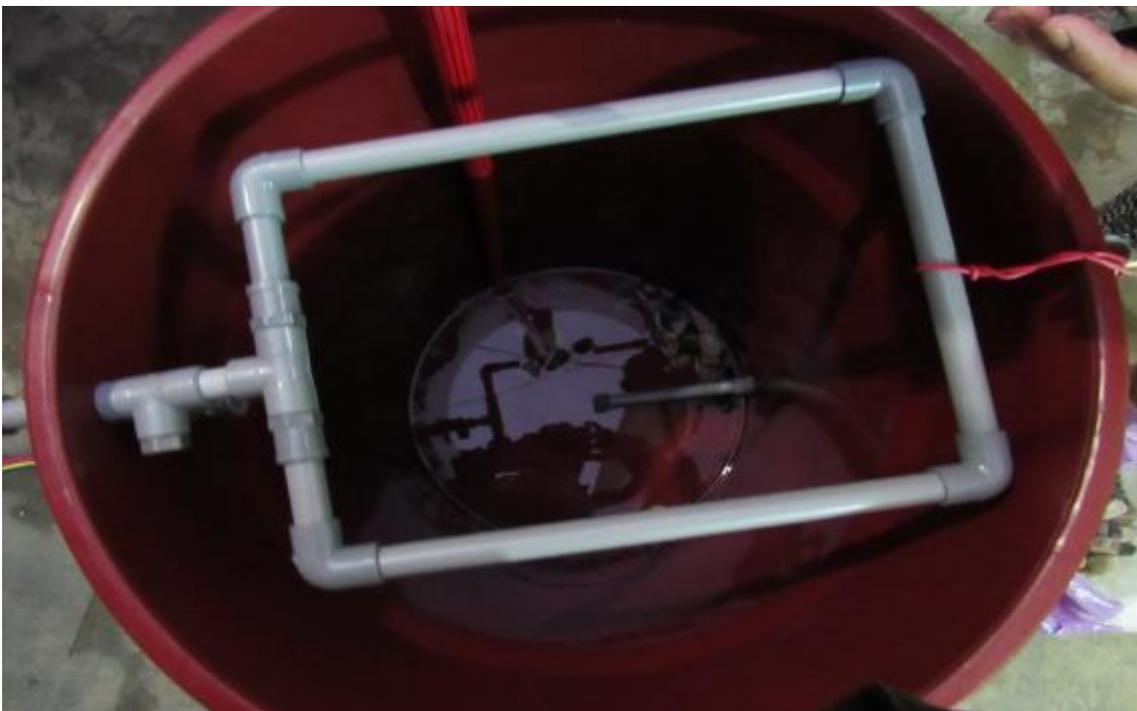


FIGURA N° 12 Armado y pegado del difusor de agua



FIGURA N° 13 Armado y pegado de la entrada de agua al filtro



FIGURA N° 14 Armado y pegado de la salida de agua o limpieza del filtro



FIGURA N° 15 Armado y pagado de la salida del agua (abastecimiento del agua filtrada)



FIGURA N° 16 Llenado de los 10 cm de la primera capa filtrante con la piedras de 4 a 5 cm de diámetro



FIGURA N° 17 Llenado de la primera capa con ayuda de un palo de madera señalando los 10 cm



FIGURA N° 18 Colocación de la primera malla plástica gruesa después de la primera capa filtrante para evitar el paso de arena



FIGURA N° 19 Llenado de la segunda capa de 5 cm de piedra pequeña con un diámetro de 2.5 a 1.8 cm



FIGURA N° 20 Llenado de los 5 cm de la segunda capa filtrante



FIGURA Nº 21 Ubicación de la malla plástica gruesa y fina después de cada capa filtrante llenada



FIGURA Nº 22 Llenado de la tercera capa filtrante con gravilla de 1cm de diámetro



FIGURA N° 23 Llenado de los 5 cm de la tercera capa con gravilla de 1cm de diámetro



FIGURA N° 24 Incorporación de la cuarta capa filtrante con una altura de 10 cm conformada por arena gruesa lavada



FIGURA N° 25 Toma de medida de 25 cm de altura para el llenado de la última capa filtrante conformada por arena fina



FIGURA N° 26 Ubicación de la última malla plástica fina para evitar el paso de la arena fina hacia el final del filtro



FIGURA Nº 27 Incorporación de la última capa filtrante conformada por la arena fina con una altura de 25 cm



FIGURA Nº 28 Toma de medida de los 7 cm del llenado de agua para la formación de la capa biológica



FIGURA N° 29 Llenado de agua hasta los 7 cm después de la arena fina con ayuda de la bolla la cual controla hasta el nivel que debe llegar el agua.



FIGURA N° 30 Paso del agua para el llenado de los 7 cm por las perforaciones que se realizó al difusor de agua para evitar el movimiento de la arena y causar obstrucciones en el filtro.



FIGURA N° 31 Recolección del agua filtrada



FIGURA N° 32 Primera semana de formación de la capa biológica



FIGURA N° 33 Segunda semana de formación de la capa biológica



FIGURA N° 34 Tercera semana de formación de la capa biológica



FIGURA N° 35 Cuarta semana de formación de la capa biológica



FIGURA N° 36 Quinta semana de formación de la capa biológica



FIGURA N° 37 Sexta y séptima semana de formación de la capa biológica



FIGURA N° 38 Toma de muestra del agua sin tratamiento (no filtrada)



FIGURA N° 39 Toma de muestra del agua tratada (filtrada)



FIGURA N° 40 Uso del cloro al 5% para realizar la cloración del agua



FIGURA N° 41 Cloración del agua después de la filtración 2 gotas de cloro/ litro



FIGURA N° 42 Coliformes totales en agua sin tratamiento (agua no filtrada)

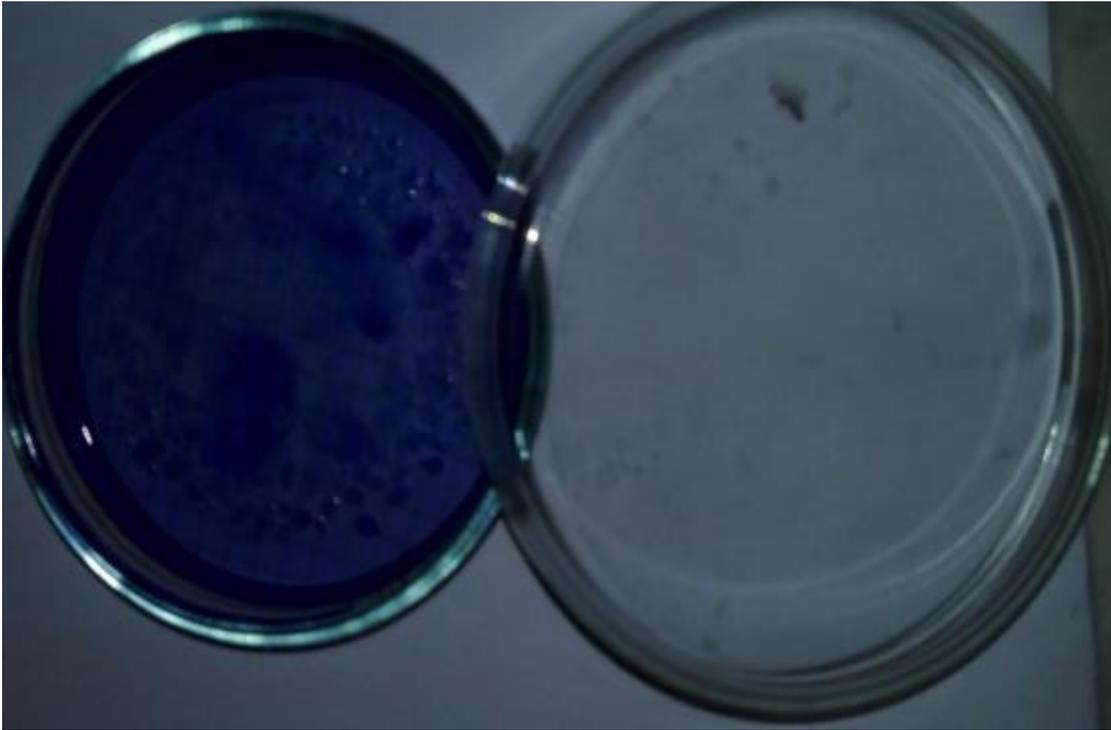


FIGURA N° 43 Coliformes fecales en agua sin tratamiento (agua no filtrada)

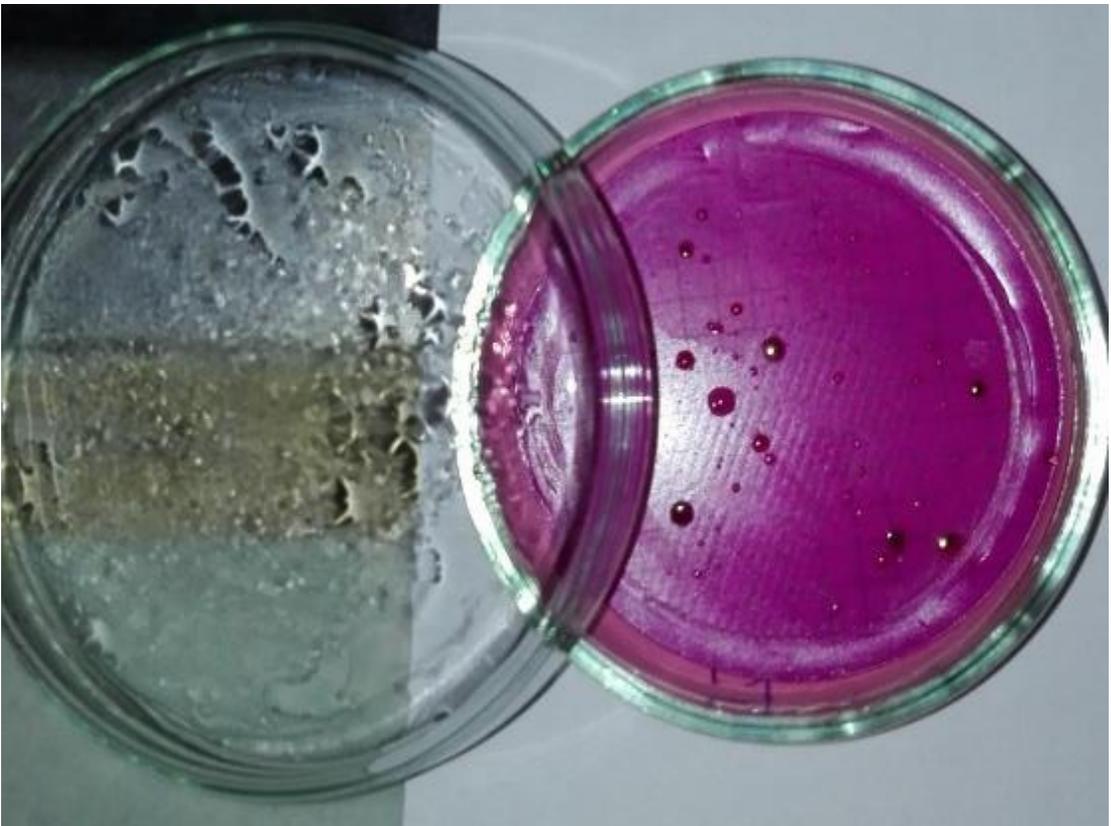


FIGURA N° 44 Coliformes totales del agua filtrada en la sexta semana

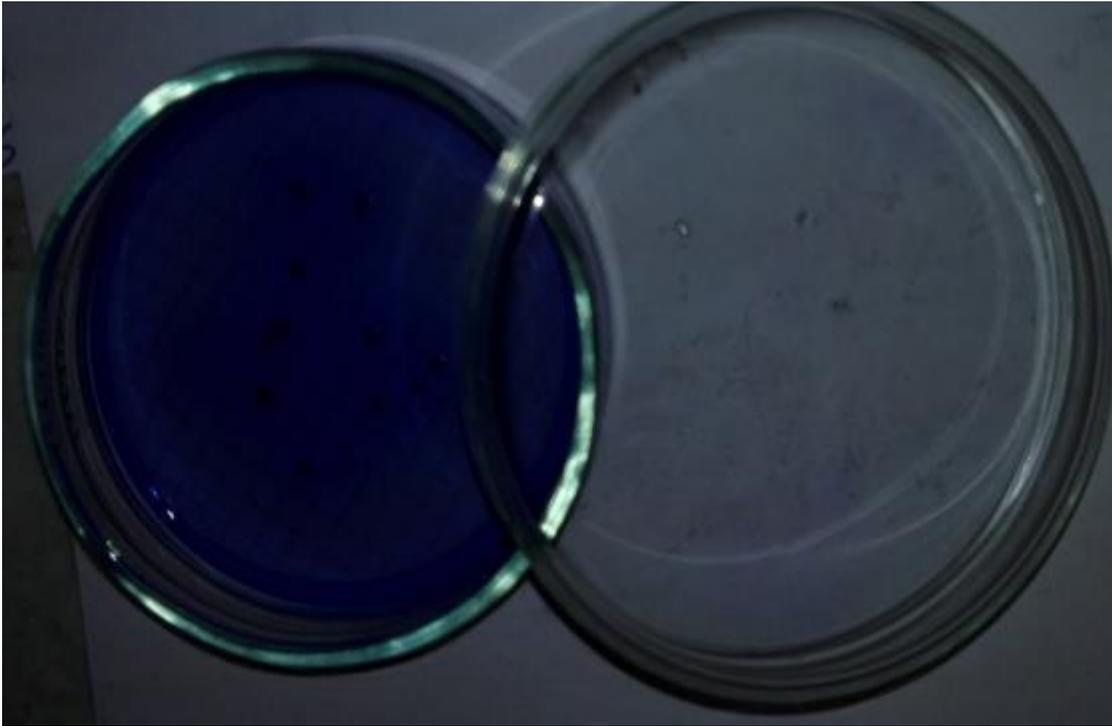


FIGURA N° 45 Coliformes fecales del agua filtrada en la sexta semana

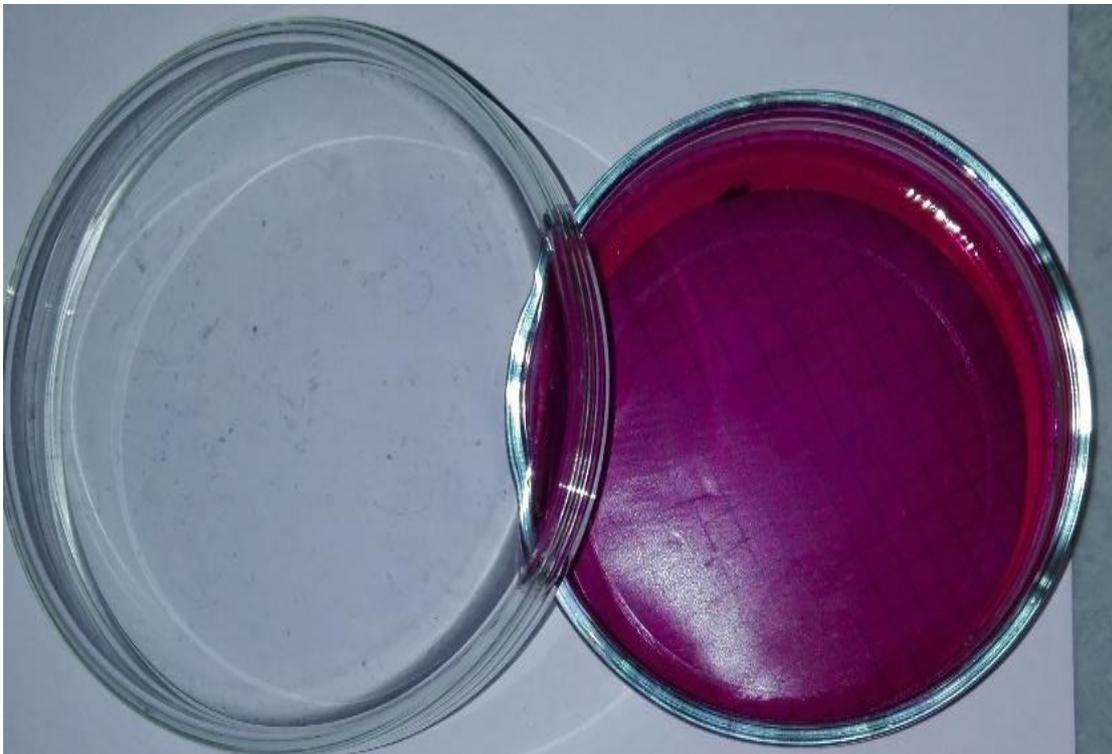


FIGURA N° 46 Coliformes totales del agua filtrada y clorada en la séptima semana

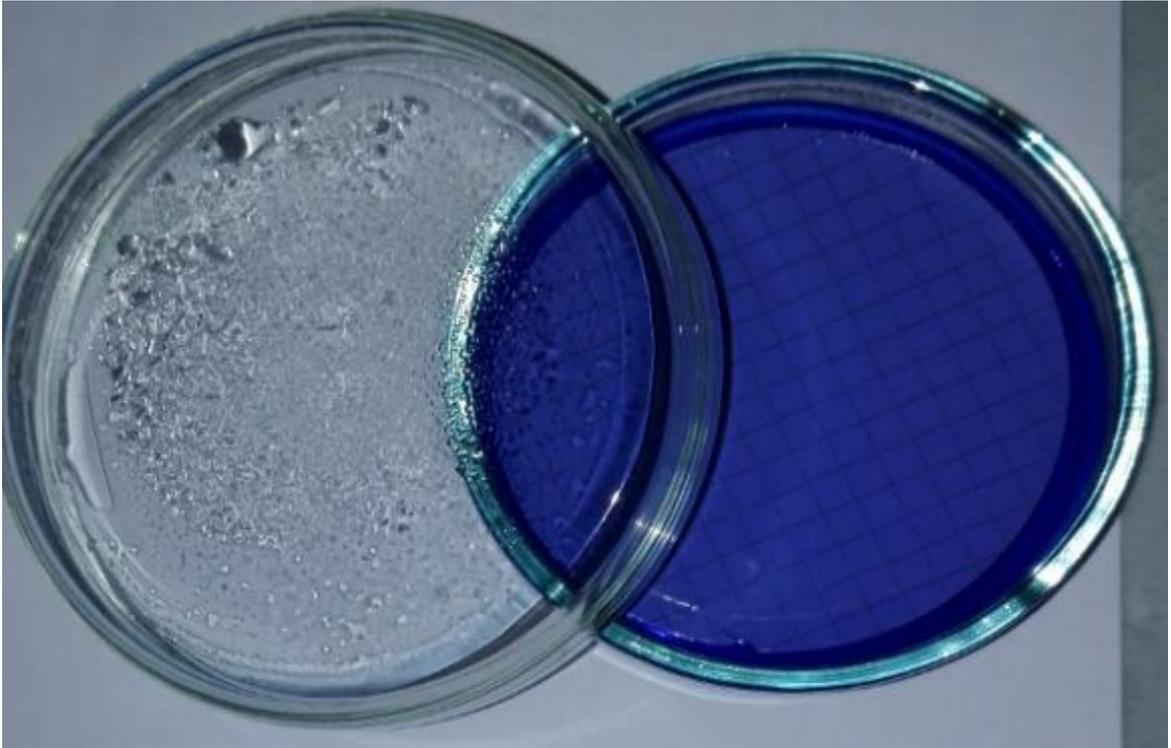


FIGURA N° 47 Coliformes fecales del agua filtrada y clorada en la séptima semana



FIGURA N° 48 Sistema de filtración por membrana para determinar coliformes fecales y totales



FIGURA N° 49 Siembra de la muestra para determinar las unidades formadoras de coliformes totales y fecales



FIGURA N° 50 Instrumentos para analizar los parámetros fisicoquímicos del agua



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITANTE: MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

TESIS: "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" PROVINCIA CUTERVO DEPARTAMENTO CAJAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: agua sin tratamiento (no filtrada)
LUGAR DEL MUESTREO: provincia Cutervo, departamento Cajamarca
NUMERO DE MUESTRAS: 1 muestra de 100 ml recolectada y recibida en óptimas condiciones
FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRA: 06 octubre 2017

ANALISIS SOLICITADOS

RESULTADOS:

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|----------------------------------|-------------------------|
| PH | 8.0 |
| CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$ | 300 uS/cm |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTOS Mg/L | 166 mg/l |
| TURBIEDAD | 50 NTU |
| TEMPERATURA °C | 20.1 |
| COLIFORMES TOTALES UFC/100 mL | 0,8X10 ² UFC |
| COLIFORMES FECALES UFC/100 mL | 0,7X10 ² UFC |

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS NMP: NÚMERO MÁS PROBABLE

METODOS USADOS: se aplicaron para los parámetros medidos los métodos indicados por **STANDARD METHODS for the examination of wáter & wastewater 22^o ed.2012**

- 1. COLOFORMES TOTALES:** filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrana Filter Procedure*)
- 2. COLIFORMES FECALES:** filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure*)
- 3. PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS** se emplearon instrumentos como son PHmetro, conductímetro, medidor de solidos totales disueltos, turbidímetro y termómetro

Cutervo 24 de noviembre del 2017



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 DIRECCION SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO
 Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
 Ing. HUGO FRANCISCO DIAZ BERRIOS
 Responsable Laboratorio - DESA

Jr. B. Dublé N° 458 – Cutervo.

FIGURA N° 51 Validación de resultados agua sin tratamiento



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITANTE: MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

TESIS: "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" PROVINCIA CUTERVO DEPARTAMENTO CAJAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: agua con tratamiento (filtrada)

LUGAR DEL MUESTREO: provincia Cutervo, departamento Cajamarca

NUMERO DE MUESTRAS: 1 muestra de 100 ml recolectada y recibida en óptimas condiciones

FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRA: 13 octubre 2017

ANALISIS SOLICITADOS

RESULTADOS:

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|----------------------------------|-----------------------|
| PH | 7.6 |
| CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$ | 300 uS/cm |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTOS Mg/L | 114 mg/l |
| TURBIEDAD | 33.33 NTU |
| TEMPERATURA °C | 20.2 |
| COLIFORMES TOTALES UFC/100 mL | $0,7 \times 10^2$ UFC |
| COLIFORMES FECALES UFC/100 mL | $0,6 \times 10^2$ UFC |

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS NMP: NÚMERO MÁS PROBABLE

METODOS USADOS: se aplicaron para los parámetros medidos los métodos indicados por STANDARD METHODS for the examination of wáter & wastewater 22^o ed.2012

1. COLOFORMES TOTALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrana Filter Procedure*)

2. COLIFORMES FECALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure*)

3. PARA LOS ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS se emplearon instrumentos como son PHmetro, conductímetro, medidor de solidos totales disueltos, turbidímetro y termómetro

Cutervo 24 de noviembre del 2017



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO
Director Ejecutivo de Salud Ambiental
Ing. HUGO FRANCISCO DIAZ BERRIOS
Responsable Laboratorio - DESA

Jr. B. Dublé N° 458 – Cutervo.

FIGURA N° 52 Validación de resultado primera semana de filtración



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITANTE: MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

TESIS: "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" PROVINCIA CUTERVO DEPARTAMENTO CAJAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: agua con tratamiento (filtrada))

LUGAR DEL MUESTREO: provincia Cutervo, departamento Cajamarca

NUMERO DE MUESTRAS: 1 muestra de 100 ml recolectada y recibida en óptimas condiciones

FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRA: 20 octubre 2017

ANALISIS SOLICITADOS

RESULTADOS:

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|----------------------------------|------------------------|
| PH | 6.5 |
| CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$ | 280 $\mu\text{S/cm}$ |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTOS Mg/L | 113 mg/l |
| TURBIEDAD | 9.10 NTU |
| TEMPERATURA $^{\circ}\text{C}$ | 20.1 |
| COLIFORMES TOTALES UFC/100 mL | $0,65 \times 10^2$ UFC |
| COLIFORMES FECALES UFC/100 mL | $0,5 \times 10^2$ UFC |

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS NMP: NÚMERO MÁS PROBABLE

METODOS USADOS: se aplicaron para los parámetros medidos los métodos indicados por STANDARD METHODS for the examination of wáter & wastewater 22^o ed.2012

1. COLOFORMES TOTALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrana Filter Procedure*)

2. COLIFORMES FECALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrana Filter Procedure*)

3. PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS se emplearon instrumentos como son PHmetro, conductímetro, medidor de solidos totales disueltos, turbidímetro y termómetro

Cutervo 24 de noviembre del 2017



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUTERVO
DIRECCION ESPECIAL DE SALUD AMBIENTAL
Ing. HUGO FRANCISCO DIAZ BERRIOS
Responsable Laboratorio - DESA

Jr. B. Dublé N° 458 – Cutervo.

FIGURA N° 53 Validación de resultados segunda semana de filtración



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITANTE: MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

TESIS: "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" PROVINCIA CUTERVO DEPARTAMENTO CAJAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: agua con tratamiento (filtrada)

LUGAR DEL MUESTREO: provincia Cutervo, departamento Cajamarca

NUMERO DE MUESTRAS: 1 muestra de 100 ml recolectada y recibida en óptimas condiciones

FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRA: 27 octubre 2017

ANALISIS SOLICITADOS

RESULTADOS:

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|----------------------------------|------------------------|
| PH | 7.1 |
| CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$ | 280 $\mu\text{S/cm}$ |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTOS Mg/L | 109 mg/l |
| TURBIEDAD | 7.20 NTU |
| TEMPERATURA $^{\circ}\text{C}$ | 19.6 |
| COLIFORMES TOTALES UFC/100 mL | $0,5 \times 10^2$ UFC |
| COLIFORMES FECALES UFC/100 mL | $0,35 \times 10^2$ UFC |

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS NMP: NÚMERO MÁS PROBABLE

METODOS USADOS: se aplicaron para los parámetros medidos los métodos indicados por STANDARD METHODS for the examination of wáter & wastewater 22^o ed.2012

1. COLOFORMES TOTALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrana Filter Procedure*)

2. COLIFORMES FECALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure*)

3. PARA LOS ANÁLISIS FISIQUÍMICOS se emplearon instrumentos como son PHmetro, conductímetro, medidor de solidos totales disueltos, turbidímetro y termómetro

Cutervo 24 de noviembre del 2017



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Ing. HUGO FRANCISCO DIAZ BERRIOS
Responsable Laboratorio - DESA

Jr. B. Dublé N° 458 – Cutervo.

FIGURA N° 54 Validación de resultados tercera semana de filtración



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITANTE: MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

TESIS: "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" PROVINCIA CUTERVO DEPARTAMENTO CAJAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: agua con tratamiento (filtrada))

LUGAR DEL MUESTREO: provincia Cutervo, departamento Cajamarca

NUMERO DE MUESTRAS: 1 muestra de 100 ml recolectada y recibida en óptimas condiciones

FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRA: 03 noviembre 2017

ANALISIS SOLICITADOS

RESULTADOS:

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|----------------------------------|-----------------------|
| PH | 6.5 |
| CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$ | 270 $\mu\text{S/cm}$ |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTOS Mg/L | 100 mg/l |
| TURBIEDAD | 3.84 NTU |
| TEMPERATURA $^{\circ}\text{C}$ | 19.6 |
| COLIFORMES TOTALES UFC/100 mL | $0,4 \times 10^3$ UFC |
| COLIFORMES FECALES UFC/100 mL | $0,3 \times 10^2$ UFC |

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS NMP: NÚMERO MÁS PROBABLE

METODOS USADOS: se aplicaron para los parámetros medidos los métodos indicados por STANDARD METHODS for the examination of wáter & wastewater 22º ed.2012

1. COLOFORMES TOTALES: filtración por membrana (Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrana Filter Procedure)

2. COLIFORMES FECALES: filtración por membrana (Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure)

3. PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS se emplearon instrumentos como son PHmetro, conductímetro, medidor de solidos totales disueltos, turbidímetro y termómetro

Cutervo 24 de noviembre del 2017



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO
Dirección Regional de Salud Ambiental
Ing. HUGO FRANCISCO DIAZ BERRIOS
Responsable Laboratorio - DESA

Jr. B. Dublé N° 458 – Cutervo.

FIGURA N° 55 Validación de resultados cuarta semana de filtración



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITANTE: MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

TESIS: "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" PROVINCIA CUTERVO DEPARTAMENTO CAJAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: agua con tratamiento (filtrada))

LUGAR DEL MUESTREO: provincia Cutervo, departamento Cajamarca

NUMERO DE MUESTRAS: 1 muestra de 100 ml recolectada y recibida en óptimas condiciones

FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRA: 10 noviembre 2017

ANALISIS SOLICITADOS

RESULTADOS:

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|---|-------------------------|
| PH | 6.6 |
| CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$ | 280 $\mu\text{S/cm}$ |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTOS Mg/L | 97 mg/l |
| TURBIEDAD | 0.30 NTU |
| TEMPERATURA $^{\circ}\text{C}$ | 20.1 |
| COLIFORMES TOTALES UFC/100 mL | 0,2X10 ² UFC |
| COLIFORMES FECALES UFC/100 mL | 0,2X10 ² UFC |

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS NMP: NÚMERO MÁS PROBABLE

METODOS USADOS: se aplicaron para los parámetros medidos los métodos indicados por STANDARD METHODS for the examination of wáter & wastewater 22^o ed.2012

1. COLOFORMES TOTALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrana Filter Procedure*)
2. COLIFORMES FECALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure*)
3. PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS se emplearon instrumentos como son PHmetro, conductímetro, medidor de solidos totales disueltos, turbidímetro y termómetro

Cutervo 24 de noviembre del 2017



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CUTERVO,
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Ing. HUGO FRANCISCO DIAZ BERRIOS
Responsable Laboratorio - DESA

Jr. B. Dublé N° 458 – Cutervo.

FIGURA N° 56 Validación de resultados quinta semana de filtración



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITANTE: MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

TESIS: "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" PROVINCIA CUTERVO DEPARTAMENTO CAJAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: agua con tratamiento (filtrada)

LUGAR DEL MUESTREO: provincia Cutervo, departamento Cajamarca

NUMERO DE MUESTRAS: 1 muestra de 100 ml recolectada y recibida en óptimas condiciones

FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRA: 17 noviembre 2017

ANALISIS SOLICITADOS

RESULTADOS:

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|----------------------------------|-----------------------|
| PH | 6.5 |
| CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$ | 270 $\mu\text{S/cm}$ |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTOS Mg/L | 90 mg/l |
| TURBIEDAD | 0.09 NTU |
| TEMPERATURA $^{\circ}\text{C}$ | 19.6 |
| COLIFORMES TOTALES UFC/100 mL | $0,1 \times 10^2$ UFC |
| COLIFORMES FECALES UFC/100 mL | $0,7 \times 10^2$ UFC |

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS NMP: NÚMERO MÁS PROBABLE

METODOS USADOS: se aplicaron para los parámetros medidos los métodos indicados por **STANDARD METHODS for the examination of wáter & wastewater 22^o ed.2012**

1. COLOFORMES TOTALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrana Filter Procedure*)

2. COLIFORMES FECALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure*)

3. PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS se emplearon instrumentos como son PHmetro, conductímetro, medidor de solidos totales disueltos, turbidímetro y termómetro

Cutervo 24 de noviembre del 2017



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 DIRECCION SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO
 Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
ING. HUGO FRANCISCO DIAZ BERRIOS
 Responsable Laboratorio - DESA

Jr. B. Dublé N° 458 – Cutervo.

FIGURA N° 57 Validación de resultados sexta semana de filtración



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITANTE: MARDELY CHILCÓN ALTAMIRANO

TESIS: "FILTRO LENTO DE ARENA EN FUNCIÓN AL TIEMPO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A ESCALA DOMICILIARIA" PROVINCIA CUTERVO DEPARTAMENTO CAJAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: agua con tratamiento (filtrada y clorada)

LUGAR DEL MUESTREO: provincia Cutervo, departamento Cajamarca

NUMERO DE MUESTRAS: 1 muestra de 100 ml recolectada y recibida en óptimas condiciones

FECHA DE RECOLECCION DE MUESTRA: 24 noviembre 2017

ANALISIS SOLICITADOS

RESULTADOS:

| PARAMETROS | RESULTADOS |
|----------------------------------|----------------------|
| PH | 6.5 |
| CONDUCTIVIDAD $\mu\text{mho/cm}$ | 280 $\mu\text{S/cm}$ |
| SOLIDOS TOTALES DISUELTOS Mg/L | 85 mg/l |
| TURBIEDAD | 0.07 NTU |
| TEMPERATURA $^{\circ}\text{C}$ | 20.1 |
| COLIFORMES TOTALES UFC/100 mL | 0 UFC |
| COLIFORMES FECALES UFC/100 mL | 0 UFC |

UFC: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS NMP: NÚMERO MÁS PROBABLE

METODOS USADOS: se aplicaron para los parámetros medidos los métodos indicados por STANDARD METHODS for the examination of wáter & wastewater 22^o ed.2012

1. COLOFORMES TOTALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrana Filter Procedure*)

2. COLIFORMES FECALES: filtración por membrana (*Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure*)

3. PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS se emplearon instrumentos como son PHmetro, conductímetro, medidor de solidos totales disueltos, turbidímetro y termómetro

Cutervo 24 de noviembre del 2017



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION SUB REGIONAL DE SALUD CUTERVO
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Ing. HUGO FRANCISCO DIAZ BERRIOS
Responsable Laboratorio - DESA

Jr. B. Dublé N° 458 – Cutervo.

FIGURA N° 58 Validación de resultados séptima semana de filtración y cloración