



**Universidad
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL
OBLIGATORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA
CONSUMO HUMANO EN LOS RESERVORIOS DEL
CENTRO POBLADO RURAL RIO SECO - CIENEGUILLA,
MARZO – OCTUBRE, 2019.**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Presentado por:

Br. Chacmana Asturima Edgar Angel

Br. Blas Manyari Christopher Isaac

Asesor:

Mg. Jesús Daniel Collanque Pinto

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi Madre que siempre Estuvo apoyándome en todo momento y a los valores que supo inculcarme para ser un hombre de bien.

Br. CHacmana Asturima Edgar Angel

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre y padre que me apoyaron en todo momento de mi vida gracias a ellos he logrado mi meta.

Br. Blas Manyari Cristhoper Isaac

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios que nos ilumino en todo momento y nos dió la sapiencia para realizar dicha tesis.

A nuestros Padres por darnos su apoyo incondicional en todo momento fueron nuestras fuerzas cuando decaímos y nos brindaron todo el amor del mundo. Gracias por brindarnos una Grandiosa carrera de la cual nos sentimos orgullosos nunca podremos retribuir tan grandiosa estima, por lo que siempre nos sentiremos satisfechos de ustedes.

A nuestros hermanos por estar ahí siempre apoyándonos y brindándonos ese calor familiar que requeríamos en nuestros momentos difíciles.

En especial a nuestro Asesor el Dr. Jesús Daniel Collanque Pinto una gran persona y profesional por su tiempo y dedicación en guiarnos e inculcarnos la sabiduría que posee, siempre estuvo ahí nunca nos abandonó siempre lo tendremos presente en nuestras mentes y nuestros corazones por toda la sabiduría que nos brindó.

A la presidenta del centro poblado Rio Seco Sra. Herlinda Eslava por su apoyo incondicional de darnos todas las facilidades del caso. Gracias a todos ellos.

Br. Chacmana Asturima, Edgar Angel

Br. Blas Manyari, Cristopher Isaac

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice general	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	x
Glosario	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
- Situación problemática	3
- Marco teorico referencial	5
- Estudios antecedentes	21
- Importancia y justificación de la investigación	27
- Objetivos del estudio	28
- Hipótesis de investigación	28
II. MATERIALES Y MÉTODOS	29
2.1. Enfoque diseño	29
2.2. Población y muestra	29
2.2.1. Población	29
2.2.2. Tamaño de la Muestra	29
2.3 Criterios de inclusión y exclusión	31
2.3.1. Criterios de inclusión	31
2.3.2. Criterios de exclusión	31
2.4. Variables de estudio general	31
2.4.1 Operacionalización de variables	31
2.4.2. Definición operacional	32

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad de instrumentos)	32
2.6. Procedimiento para la recolección de datos	33
2.6.1. Autorización y coordinación previas para la recolección de datos	33
2.6.2. Aplicación de instrumento (s) de recolección de datos	33
2.7. Métodos de análisis estadístico	36
2.8. Aspectos bioéticos	36
III. RESULTADOS	38
VI. DISCUSIÓN	57
4.1. Discusiones	57
4.2. Conclusiones	61
4.3. Recomendaciones	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	70
Anexo A. Matriz de consistencia.	71
Anexo B. Operacionalización de variables.	72
Anexo C. Formato de validación aprobado por el Biólogo Mendoza Carbajal Leonardo.	73
Anexo D. Formato de validación aprobado por el Mg. Mejía Enrique León.	74
Anexo E. Formato de validación aprobado por el Mg Cano Pérez Carlos.	75
Anexo F. Formato de ficha de recolección de datos de los resultados de las muestras del agua obtenidos in situ y en el laboratorio.	76
Anexo G. Encuesta pre – charla sobre las prácticas de sanitización.	77
Anexo H. Encuesta post – charla sobre las prácticas de sanitización.	78
Anexo I. Tabla de los Límites Máximos Permisibles microbiológicos y parasitológicos.	79

Anexo J.	Imágenes del procedimiento de la agregación del tiosulfato de 0,1 mg al recipiente antes de la toma de muestra del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, 2019.	80
Anexo K.	Imágenes del rotulado de la muestra del agua captada del reservorio y almacenado en la cadena de frio para ser transportado al laboratorio.	81
Anexo L.	Imágenes de la captación del agua siguiendo los protocolos establecidos por (DIGESA).	82
Anexo LL.	Imágenes del estudio del cloro residual de la muestra de agua por colorimetría y anotación de las propiedades físicas in situ..	83
Anexo M.	Imágenes de la preparación del agar cromogenico en el laboratorio de la Universidad Norbert Wiener y la colocación del medio de cultivo sobre las placas Petri..	84
Anexo N.	Imágenes de la filtración por membrana de la muestra del agua con el sistema de vacío y el retiro de la membrana del filtro funnel con la pinza estéril.	85
Anexo Ñ.	Imágenes de la colocación de la membrana sobre el medio de cultivo y el rotulado de las placas para llevarlos a incubación.	86
Anexo O.	Imágenes del recuento de colonias luego de haber sido incubadas a 37,5° C coliformes totales y 44,5 °C Escherichia coli detectados por la coloración.	87
Anexo P.	Imágenes de la presencia de colonias de Escherichia coli observadas por la coloración azulada característico y medición del pH de la muestra de agua con el potenciómetro.	88
Anexo Q.	Imágenes de la encuesta realizada a la comunidad del centro poblado rural Rio Seco y charla comunitaria sobre los resultados encontrados del estudio, así como la capacitación de los métodos para mejorar la calidad del agua.	89

Anexo R.	Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, preservación del agua para consumo (MINSA).	90
Anexo S.	Protocolo APHA 2017 Procedimiento para realizar la filtración por membrana.	91
Anexo T.	Certificado de análisis del Agar cromogenico .	92
Anexo U.	Certificado de análisis del Reactivo del DPD (dietil-fenil-diamida).	93
Anexo V.	Oficio de la charla brindada a la comunidad del centro poblado rural Rio Seco.	94
Anexo W.	Carta de recibimiento de los resultados del estudio por DIGESA.	95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 .	Parametros de control obligatorio (PCO) del agua potable para consumo humano según la normativa de DIGESA	11
Tabla 2 .	Resultados de la muestra piloto tomada del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, 2019.	30
Tabla 3 .	Diagnóstico de las prácticas de potabilización que emplean los habitantes del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla. Sobre el agua de sus reservorios.	38
Tabla 4 .	Diagnóstico de los Resultados de la encuesta sobre hábitos de sanitización que emplea la comunidad del centro poblado rural Rio Seco y los proveedores en el manejo del agua.	39
Tabla 5 .	Diagnóstico de los resultados de la encuesta post – charla a la comunidad del centro poblado rural Rio Seco sobre los hábitos de sanitización y potabilización.	40
Tabla 6 .	Resumen estadístico de la cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.	43
Tabla 7 .	Resumen Estadístico resumen de la cantidad de bacterias <i>Escherichia coli</i> presentes en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.	45
Tabla 8 .	Resumen Estadísticos del Color de agua (UCV escala Pt/Co) de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, 2019. Límite máximo permisible 15 UCV.	48

Tabla 9 .	Resumen Estadísticos de la Turbidez (UNT) del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019. Límite máximo permisible 5 UNT (Unidades Nefelometricas de turbidez).	50
Tabla 10.	Resumen estadístico del valor de pH de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019. Límite máximo permisible de 6,5 a 8,5.	51
Tabla 11.	Valores promedio de cloro residual del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.	53
Tabla 12.	Resultados de la concentración de cloro residual en los 46 puntos de muestreo de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, 2019.	55
Tabla 13.	Comparación de los límites máximos permisibles y los valores encontrados en muestras de agua provenientes de cisternas respecto a los parámetros de control obligatorio de la calidad de agua para consumo humano	56

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Medio cromógeno para identificación de coliformes totales y *Escherchia coli* Por coloración grosella para colonias de coliformes totales y azulado para colonias de *Escherichia coli* 21
- Figura 2.** Determinación del tamaño de muestra de una población finita. 31
- Figura 3.** Cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua de los 46 puntos de muestreo de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, 2019. 42
- Figura 4.** Distribución de reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019 según proporción de cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua dentro y fuera de los rangos permitidos. 43
- Figura 5.** Cantidad microbiana de *Escherichia coli* presentes en el agua de los 46 puntos de muestreo de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, 2019. 44
- Figura 6.** Distribución de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019 según proporción de cantidad microbiana de *Escherichia Coli* presentes en el agua dentro y fuera de los rangos permitidos. 46
- Figura 7.** Resultados del color de agua de los 46 puntos de muestreo (UCV escala Pt/Co) de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, Lima 2019. 47
- Figura 8.** Resultados de la turbidez de agua de los 46 puntos de muestreo UNT (Unidades Nefelometricas de turbidez) de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019. 49

- Figura 9 .** Distribución del valor de pH de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco - Cieneguilla, Lima 2019. 52
- Figura 10.** Resultados de la concentración de cloro residual en los 46 puntos de muestreo de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019. 54
- Figura 11.** Distribución del valor de la concentración de cloro en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019. 55

GLOSARIO

UFC:	Unidades Formadoras de Colonias
UCV:	Unidades de color verdadero
NTU:	Unidades Nefelometricas de turbidez
MINSA:	Ministerio de Salud
EDAS:	Enfermedades diarreicas agudas
ENDES:	Encuesta Demográfica de Salud Familiar
UNICEF:	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
OMS:	Organización Mundial de la Salud
DIGEMID:	Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas
ANTROPICO:	Relativo al ser humano por oposición a lo natural
INOCUO:	Aquello que no es dañino
ECOEICIENTE:	Sostenibilidad aplicada al cuidado o respeto del entorno ambiental
DIGESA:	Dirección General de Salud Ambiental
IG:	Infección gastrointestinal

RESUMEN

El estudio de la calidad del agua ha sido evaluado por muchos investigadores que han realizado tesis, artículos y revistas a nivel nacional e internacional, siendo de vital importancia que la calidad del agua potable para consumo humano goce de las características necesarias que aseguren su consumo sin riesgos para la salud; La OMS a través de sus guías para la calidad del agua potable infiere en la prevención y desarrollo sostenible el acceso al agua potable para un desarrollo económico, localmente la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) quien se alinea a lo mencionado anteriormente sobre todo con su marco normativo DS – 031-2010-SA. El **objetivo** del presente estudio fue evaluar los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, Marzo – Octubre, 2019. La **metodología** empleada fue a través de un estudio descriptivo, transversal, no experimental y análisis microbiológico cuantitativo y físico basado en la normatividad vigente, se consideró a una población conformada por 46 predios y se evaluó la calidad según los siguientes parámetros: Determinación de coliformes totales y *Escherichia coli*, y determinación de parámetros físicos (pH, cloro residual, turbiedad y color). Además, se realizó una evaluación por medio de encuestas que mostró un conocimiento sobre las medidas sanitarias y de potabilización en un 67,4 % de predios que no limpia su reservorio en forma continua, así como un 28,3 % que no purifica el agua que consume lo cual mejoro con la capacitación otorgada que incluso mostro predisposición de mejorar sus medidas sanitarias siendo el resultado de que el 70% purificara el agua y el 80 % limpiara sus reservorios en forma continua. Los **resultados** indicaron que el 97,8 % (45 muestras) presentaron resultados positivos para coliformes totales y 34,8 % (16 muestras) resultados positivos para *Escherichia coli*; Estos resultados fueron comparados con los parámetros permisibles según la normativa vigente para la calidad del agua de consumo humano. Se **concluyó** que el agua que consume la población no cumple con los parámetros microbiológicos obligatorios de la normativa DS N° 031-2010 SA, DIGESA.

Palabras clave: Evaluación bacteriológica, control sanitario, parámetros permisibles.

ABSTRACT

The study of water quality has been evaluated by many researchers who have carried out theses, articles and journals at national and international level, being of vital importance that the quality of drinking water for human consumption enjoys the necessary characteristics that ensure its consumption without health risks; Through its guidelines for the quality of drinking water, WHO infers access to potable water for economic development in prevention and sustainable development, locally the General Directorate of Environmental Health (DIGESA), which is aligned with the aforementioned, above all with its regulatory framework DS - 031-2010-SA. The objective of this study was to evaluate the parameters of compulsory control of water quality for human consumption in the reservoirs of the rural town center Rio Seco - Cieneguilla, March - October, 2019. The methodology used was through a descriptive, cross-sectional study, non-experimental and quantitative and physical microbiological analysis based on current regulations, a population consisting of 46 farms was considered and the quality was evaluated according to the following parameters: Determination of total coliforms and *Escherichia coli*, and determination of physical parameters (pH, residual chlorine, turbidity and color). In addition, an evaluation was carried out through surveys that showed knowledge about sanitary and purification measures in 67.4% of properties that do not clean their reservoir continuously, as well as 28.3% that do not purify water which consumes which improved with the training provided that even showed predisposition to improve their sanitary measures being the result of 70% purifying the water and 80% cleaning their reservoirs continuously. The results indicated that 97.8% (45 samples) presented positive results for total coliforms and 34.8% (16 samples) positive results for *Escherichia coli*; These results were compared with the permissible parameters according to current regulations for the quality of water for human consumption. It was concluded that the water consumed by the population does not comply with the mandatory microbiological parameters of the regulation DS N ° 031-2010 SA, DIGESA.

Keywords: Bacteriological evaluation, sanitary control, permissible parameters.

I. INTRODUCCIÓN

El agua libre de impurezas y accesible para todos es parte esencial del mundo en que queremos vivir. Hay suficiente agua dulce en el planeta para lograr este sueño. Sin embargo, actualmente el reparto del agua no es el adecuado y para el año 2050 se espera que al menos un 25% de la población mundial viva en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce. La sequía afecta a los países más pobres del mundo, recrudece el hambre y la desnutrición ⁽¹⁾.

El acceso al agua potable es fundamental y vital para la salud, uno de los derechos humanos básicos primordiales y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud. La importancia del agua, el saneamiento y la higiene para la salud y el desarrollo han quedado reflejados en los documentos finales de diversos foros internacionales sobre políticas ⁽²⁾. Así mismo el agua contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres y organismos que en él habitan, es por tanto indispensable para la vida en cualquier ecosistema natural o antrópico, por lo que es necesario que se cuenten con recursos económicos para instalar sistemas de abastecimiento y saneamiento, especialmente cuando concentran desechos extraños o cuando la gestión es precaria e inexistente, en razón de que se transforman en focos o en puntos peligrosos que afecten al entorno ⁽³⁾.

La vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano es un tema de gran importancia en la salud pública así como su fiscalización por el MINSA a través de las DIRIS (Dirección de redes integradas de Salud), de no cumplir con los parámetros permisibles de parte de los proveedores, debido a que la inocuidad del agua abastecida en una localidad reduce la posibilidad de difusión de enfermedades provocadas por microorganismos patógenos que pueden afectar al ser humano mediante su consumo, y a la vez facilita las prácticas de higiene personal y doméstica ⁽⁴⁾.

En el suministro de agua potable local, existen diferentes circunstancias por las cuales se viabiliza la contaminación de la misma, incluso a poco más de un año del ofrecimiento de nuestro presidente de acceso para todos al agua potable, los

reportes de la ENDES de INEI y otros evidencian lo riesgoso que significa no poder conservar adecuadamente el agua para el consumo humano ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾.

El Ministerio de Salud peruano, a través de su ente ejecutor DIGESA, garantiza la inocuidad del agua según una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos, con el fin de darle un uso adecuado, el cual varía según la actividad ⁽⁷⁾.

Existen variados antecedentes a la investigación sobre la calidad del agua potable, entre los cuales destacan los aportes la OMS (Organización Mundial de Salud) y la ONU (Organización de las Naciones Unidas) que desbordan esfuerzos para que la población de cada país acceda al agua potable, además, múltiples trabajos con determinada significancia estadística que evidencian la deficiente calidad del agua potable que consume la población y que provoca enfermedades diarreicas de gran prevalencia siendo el 94% provocadas por aguas insalubres y por falta de un buen desempeño de las autoridades competentes para monitorear y cumplir los protocolos y directrices básicas de proporcionar agua de buena calidad para consumo humano en especial en las zonas rurales alejadas de pocos recursos económicos.

El centro poblado rural Rio Seco, ubicado en el distrito de Cieneguilla a una altitud de 550 m.s.n.m. y con una población de 1800 habitantes, fundado en 1988; no cuenta con un sistema de suministro adecuado de agua potable y alcantarillado por lo que se abastece de agua que proveen cisternas de dudosa garantía de salubridad, y que entre enero y octubre del 2019 mostró una incidencia de enfermedades diarreicas de 8,3 % según informó la Posta medica de Huaycan-Cieneguilla, despertando el interés en determinar el nivel de calidad del agua que consume dicha población, teniendo en cuenta los reservorios en que se almacena el agua (en función a su buen estado) lo cual se agrava con la falta de asfaltado de las calles creando una polución muy elevada que contribuye a la contaminación del agua para consumo humano.

La siguiente investigación nos permitirá conocer la situación real de la calidad del agua para consumo humano en los predios del centro poblado rural de Rio Seco en el distrito de Cieneguilla del departamento de Lima, determinando si se cumple con los parámetros microbiológicos, físicos de control obligatorio según los límites

máximos permisibles de la normativa de DIGESA (Dirección general de salud ambiental) según DS N° 031-2010 S.A. así como los hábitos de sanitización y potabilización que emplea la población sobre el agua que consumen. Siendo nuestro objetivo determinar el cumplimiento de los parámetros de control obligatorio según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano artículo 63° (DIGESA) tales como la cantidad de coliformes totales, *Echerichia coli*, y propiedades físicas, cloro residual en los reservorios de las casas del centro poblado rural Rio Seco en el distrito de Cieneguilla.

- **Situación problemática**

La calidad del agua es un bien prioritario para conservar los ecosistemas y a su vez esencial para la salud y para el desarrollo económico de un estado. En el Perú, por su naturaleza mineralógica y a su vez por no contar con un sistema de tratamiento de desechos orgánicos sumado al crecimiento poblacional y al calentamiento global infieren en contaminar el agua muy aparte de los restos químicos de los minerales, procesados por las empresas mineras generando condiciones para la dispersión de contaminantes químicos, especialmente metales pesados, que alcanza incluso al agua potable, estableciendo una exposición de forma general a la población de un riesgo crónico que ya empieza a ser incontrolable. La contaminación de las cuencas, ríos y lagos expone a la población, al cadmio en el norte del Perú, al plomo en la parte central y al arsénico por el sur. El tratamiento fisicoquímico es cada vez un proceso muy elevado en costos para las empresas de agua potable. En ese contexto, los conflictos socio ambientales tienen en la presencia de metales pesados en la sangre siendo un prueba fehaciente y suficiente para crear climas adversos para el desarrollo económico y retraso en las inversiones, resultando en un círculo complicado de resolver. El análisis de las dos causas: naturaleza mineralógica y extracción minera, debe analizarse minuciosamente para lograr una adecuada solución que priorice la salud de las personas, pero que a su vez también, promueva las inversiones para el desarrollo económico del estado. El objetivo de la presente revisión es incentivar el abordaje del problema por parte de las Autoridades Sanitarias y el desarrollo de estrategias así como protocolos de comunicación de riesgos para que el problema se enfrente de manera costo-efectiva con educación sanitaria y concientización sobre el manejo de

potabilización de la población del agua que consume, mientras que al mismo tiempo se sigue avanzando en el desarrollo de tecnologías en el ámbito de la minería que eviten alterar los ecosistemas.

La presencia de coliformes totales y ausencia de características físicas adecuadas en el agua, así como la ausencia de condiciones de salubridad y educación mínimas; garantizan el desarrollo de enfermedades diarreicas agudas, tal como lo indica incluso la OMS. “El riesgo de contraer una infección transmitida por el agua aumenta con el nivel de contaminación con microorganismos patógenos ⁽⁸⁾. A pesar que como política nacional para el 2021, el gobierno tiene como objetivo proporcionar agua potable de buena calidad para los peruanos que adolecen de dicho elemento vital para sobrevivir ⁽⁹⁾.

En la actualidad, el centro poblado rural de Rio Seco del distrito de Cieneguilla en el departamento de Lima, no cuenta con un sistema de agua potable y alcantarillado, teniendo los pobladores que utilizar reservorios donde almacenan el agua para su consumo diario, así mismo se conoce que la incidencia de EDAS es del 8.3 % según reporte de la posta medica de Huaycan, Cieneguilla.

El agua de los reservorios que utilizan los pobladores de la comunidad del centro poblado de Rio Seco del distrito de Cieneguilla en el departamento de Lima, no emplea ningún tipo de tratamiento como cloración, o filtración del agua que consume, así como no limpian sus reservorios en forma continua por lo que se considera de especial importancia determinar los microorganismos que se encuentran en el agua de los reservorios; ya que estas son susceptibles a ser contaminadas por material orgánico que conllevan a la contaminación microbiana, exponiendo a las personas a un riesgo de enfermedades gastrointestinales, por lo que es importante priorizar la solución del saneamiento básico que contribuiría en mejorar la calidad de vida de la comunidad del centro poblado rural Rio Seco en el departamento de Lima, 2019.

A pesar que la OMS estima que los casos de diarreas agudas podrían evitarse a través de tratamientos como desinfección con medios químicos y medidas

antisépticas en los reservorios de agua para obtener una inocuidad y un escaso margen de adquirir una infección; por lo que es de suma importancia que participen las entidades correspondientes de hacer un monitoreo y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano ⁽¹⁰⁾.

Los requisitos básicos y primordiales que puedan garantizar la seguridad según estándares de calidad del agua para consumo humano representan un marco para tener una seguridad del agua potable que abarque objetivos de protección de la salud tipificados y posean una autoridad competente en materia de salud, sistemas adecuados y gestionados correctamente (infraestructuras adecuadas, monitoreo correcto, y planificación y gestiones eficaces), y un sistema de monitoreo estable e independiente ⁽¹¹⁾.

Formulación del problema

¿Cumplirá el agua de los reservorios del centro poblado rural Río Seco en el distrito de Cieneguilla con los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano?

- Marco teórico referencial

Agua potable

El agua potable es aquella que debe estar exenta de microorganismos patógenos, minerales y sustancias orgánicas que podrían provocar reacciones fisiológicas adversas. Debe ser estéticamente aceptable y por lo tanto estar libre de turbidez, color, olor y sabor desagradable. Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos en cualquier cantidad, sin temor por reacciones perjudiciales que atenten contra la salud ⁽¹²⁾.

Conforme con el Programa Conjunto de Monitoreo para el Abastecimiento de agua y Saneamiento, realizado por la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (OMS/UNICEF), se estima como agua potable aquella utilizada para los fines domésticos y el aseo personal, del mismo modo para beber y la preparación de los alimentos. En el mismo sentido, agua potable salubre es aquella agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los parámetros

nacionales sobre la calidad del agua potable ⁽¹³⁾.

Lamentablemente, la mayoría de personas no contamos con acceso al agua. Los más afectados son las poblaciones alejadas de la ciudad y con pocos recursos económicos. Según revelan cifras actuales, en el Perú hay 7,9 millones de personas que viven en zonas rurales de los cuales 3 millones (38%) no tienen acceso al agua potable y 5,5 millones (70%) no cuentan con un sistema de saneamiento. En pocos años este problema empeora por la sobrepoblación y el calentamiento global. Para el 2025 se estima que la escasez de agua en 48 países y uno de ellos es el Perú. Decepcionamos un legado en pésimas condiciones de los años 1990 al 2002 por los escasos recursos económicos y el lento aprendizaje de parte de los diferentes gobiernos. No se comprendió la vitalidad que implica el tema del agua como base de un desarrollo sostenible y un saneamiento que tampoco se abordó de forma integral el componente educativo y el fortalecimiento organizacional de los modelos de gestión comunitaria ⁽¹⁴⁾.

Calidad del agua en el Perú

El agua es un elemento necesario e importante y básico para los seres vivos, por lo cual, el acceso al agua potable es de suma prioridad para la vida, sin embargo, la sobrepoblación, el calentamiento global, los malos hábitos de eliminar desechos orgánicos, el desarrollo industrial y la falta de fuentes de agua para consumo libres de contaminantes, microorganismos y metales pesados, es decir, inocuas, constituye un problema que enfrenta la población peruana. El agua puede tornarse en un vehículo transmisor de diversas patologías que atente contra la salud, tales como la enfermedad diarreica aguda, la fiebre tifoidea y el cólera, sobretodo en la población más susceptible que es la niñez y las personas de la tercera edad.

El Perú posee altos índices de de desabastecimiento y contaminación del agua sobre todo en las zonas rurales alejadas de la ciudad y de escasos recursos económicos o recientemente pobladas. En las zonas rurales, casi a menudo existen problemas de disponibilidad de agua, falta de potabilización y sanitización de sus reservorios y contaminación del agua que consumen, debido a que una parte de la población consume agua potable de buena calidad y otras se abastecen de agua que proviene de manantiales, ríos, arroyos, pozos subterráneos y reservorios de dudosa calidad,

que están expuestas a partículas orgánicas e inorgánicas y microorganismos convirtiéndolas en aguas insalubres. ⁽¹⁵⁾.

Calidad microbiológica del agua

El crecimiento desmesurado de la población a nivel mundial ha aumentado los niveles de contaminación del agua para consumo humano. Esta contaminación está relacionada con el derramamiento al agua de desechos orgánicos de origen doméstico e industrial a las fuentes de agua tales como ríos, manantiales y aguas estancadas. En el caso de los residuos de origen doméstico, la carga contaminante está representada por grandes índices de materia orgánica y microorganismos patógenos de origen fecal. El control de la calidad microbiológica del agua de consumo y de desecho, requiere de análisis y monitoreo orientados a determinar la presencia de microorganismos patógenos; los agentes involucrados en la transmisión hídrica son las bacterias, virus y protozoos, que pueden provocar enfermedades que atenten contra la salud de las personas con diferentes niveles de gravedad, desde gastroenteritis simple hasta casos fatales de diarrea, disentería, hepatitis, cólera o fiebre tifoidea. El diagnóstico de estos microorganismos, requiere laboratorios especializados y representa varios días de análisis, personal profesional altamente capacitado y costos elevados. Como alternativa a estos inconvenientes, se ha implementado el uso de indicadores microbiológicos tales como el *Escherichia coli* que se puedan identificar mediante el empleo de métodos sencillos, fiables, rápidos y económicos siendo uno de ellos el agar cromogénico que demuestra la presencia microbiana por coloración ⁽¹⁶⁾.

Microorganismos indicadores de la calidad del agua

El aumento y el uso continuo del agua para diversos fines tales como industria, higiene personal y preparación de alimentos, sumado la sobrepoblación a nivel nacional y mundial ha contribuido al crecimiento de los niveles de contaminación de los sistemas acuáticos. La contaminación de estos ecosistemas es una problemática que se padece en la actualidad, debido al continuo derramamiento de desechos domésticos e industriales químicos de las empresas mineras que constituyen una fuente de deterioro y contaminación del medio ambiente. La vigilancia y monitoreo de la calidad microbiológica del

agua de consumo humano y de vertido, requiere de análisis orientados a determinar y comprobar la presencia de microorganismos patógenos. La alternativa para obtener un control fiable, de bajo costo económico y rápido de la calidad microbiológica del agua es el empleo de indicadores de contaminación fecal. Entre los más utilizados se encuentran los coliformes totales y termotolerantes, *Escherichia coli* y *enterococos*. Los microorganismos indicadores de la calidad del agua permiten realizar la clasificación sanitaria de las aguas para diferentes usos como son la industria, la minería y el uso doméstico, la determinación de criterios y protocolos para las normas de calidad microbiológica, física y organoléptica, tales como la identificación de contaminantes, el control de procesos de tratamiento de agua y estudios epidemiológicos, etc. ⁽¹⁷⁾.

El agua como vehículo de enfermedades

Los diferentes factores que se han relacionado al peligro de contraer una patología por el consumo de agua contaminada han demostrado un gran interés en prevenir la proliferación de enfermedades transmitidas por el consumo de agua. Algunas de las epidemias más devastadoras en la historia han sido transmitidas por el agua insalubre, y actualmente son varias las enfermedades transmitidas por este elemento básico, las enfermedades más frecuentes son las patologías gastrointestinales. La gran parte de las enfermedades humanas relacionadas con el uso del agua están producidas por microorganismos patógenos que son aportados al agua mediante contaminación fecal procedente de personas y/o animales. La importancia del agua como elemento de transmisión de enfermedades infecciosas se basa fundamentalmente en dos factores: Es susceptible a ser contaminado por agentes patógenos, El consumo del agua es universal por lo cual debe contar con una calidad que cumpla los parámetros establecidos ⁽¹⁸⁾.

Normativa peruana sobre la calidad del agua

El agua es un elemento vital y de suma importancia para el desarrollo de cualquier nación a su vez es un bien importante y escaso que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a consumir de fuentes cuya calidad es

pésima e insalubre y produce un sinnúmero de enfermedades de leves a graves a niños y adultos. El acceso al agua apto para consumo humano es una necesidad básica que todo estado debe priorizar por ser un derecho humano innato según la Organización Mundial de la Salud, en este marco era importante actualizar el Reglamento de los requisitos obligatorios tales como Físicos, Químicos y Microbiológicos establecidos según protocolos que deben reunir las aguas para consumo humano para ser consideradas potables, que por su antigüedad (1946), se hacía inaplicable; es entonces que en el año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), se responsabiliza de confeccionar el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, tarea que el 26 de setiembre del 2010, a través del D.S. N° 031-2010-SA, se vio gratamente realizado. Este nueva Normativa, a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo implica límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros físicos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia y monitoreo de la calidad del agua para Consumo humano; además de fortalecer a DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas de índole social. Bajo su ente ejecutor que es la Dirección de redes integrales de salud (DIRIS) Queda pues ahora el compromiso y la responsabilidad de cada uno de los trabajadores del sector Salud, el gobierno y las autoridades pertinentes, para planificar y proponer acciones puntuales en forma conjunta y multisectorialmente, a efectos de poder crear en los plazos estimados, este nuevo reglamento, para bien de la salud de nuestras poblaciones que puedan gozar de este derecho innato de acceso al agua de buena calidad para consumo y que cumpla los parámetros permisibles y que es el fin de nuestro trabajo ⁽¹⁹⁾.

Problemática del agua

Dado a que el agua es un medio estratégico, para la estabilidad, el desarrollo sostenible y económico de un estado, y debido a que ha empezado a escasear en algunas regiones del planeta y la perspectiva es que esta tendencia se mantenga, a un futuro por la falta de proyectos eficientes por parte de las

autoridades así como el aumento desorganizado de las poblaciones, por el calentamiento global es muy fundamental revisar las estrategias de gestión que sentarán las bases para detener o revertir los procesos de agotamiento del recurso básico y primordial. En la actualidad los países tanto desarrollados como en vías de desarrollo están instaurando mecanismos, así como protocolos de gestión efectiva e integral de la cuenca. Que tiene como finalidad llegar a un nivel de especificidad que pueda resolver los problemas más particulares de cada uno de los usuarios involucrados en el proceso pero que además no se resuelva de forma unilateral, es decir se requiere llegar a consensos en donde todos los actores incluidos puedan participar de la toma de decisiones específicas sobre el agua que es un recurso esencial para la salud ⁽²⁰⁾.

Parámetros de control obligatorio

Son aquellos parámetros que están estipulados en el artículo 63° de la normativa de la calidad del agua para consumo humano según el DS. N° 031-2010 SA. de DIGESA para todos los proveedores de agua, y son los siguientes como se muestran en la tabla 1 ⁽²¹⁾.

Tabla 1: Parametros de control obligatorio (PCO) del agua potable para consumo humano según la normativa de DIGESA

N°	Parámetros	Unidad de medida	Limites máximo permisible
1	Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2	Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5 °C	0 (*)
3	Color	UCV escala Pt/Co	15
4	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
5	Turbiedad	UNT	5
6	cloro residual	mg L-1	5
7	Escherichia.coli	UFC/100 mL a 44,5 °C	0 (*)

En la tabla 1 se observan los estándares permisibles de los parámetros obligatorios microbiológicos y físicos del agua potable para consumo humano que debe cumplir según la norma DIGESA.

(UFC) Unidades formadoras de colonias,

(UCV escala Pt/Co) Unidad de color verdadero

(UNT) Unidades nefelométricas de turbidez

Coliformes totales

La designación de coliformes se le da a todo aquel género de microorganismos que tienen ciertas características bioquímicas en común y son de mucha importancia como indicadores de la mala calidad e insalubres del agua y de los alimentos, no obstante, el nombre de coliformes totales o termotolerantes se les asigna también por fermentar la lactosa a temperaturas altas y comprenden la totalidad del grupo. Los bacilos Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados capaces de reproducirse y multiplicarse en medios que contienen sales biliares, como McConkey y Bilis rojo violeta entre otros. Pertenecen a la familia

Enterobacteriaceae y se caracterizan por su facultad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, en un tiempo de 24 a 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37 °C. Los coliformes totales se encuentran en el intestino del hombre y los animales, pero a su vez en otros ambientes como el suelo, plantas, cáscara de huevo, etc. ⁽²²⁾.

Coliformes termotolerantes

Los coliformes termotolerantes (CTE), denominados de este modo porque soportan temperaturas hasta de 45 °C, este género comprenden un número muy limitado de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. En su totalidad están representados por *Escherichia coli*, que es el más característico de esta especie, pero se pueden encontrar de forma menos usual las especies *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Estas últimas conforman parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen normalmente es ambiental (fuentes de agua, vegetación y suelos) y solo usualmente conforman parte de la microbiota normal. Por ello algunos autores plantean que el término de coliformes fecales, usualmente empleado, debe ser sustituido por coliformes termotolerantes. Los coliformes termotolerantes conforman el género de los coliformes totales, no obstante, se diferencian de estos últimos, en que son indol positivo, su intervalo de temperatura ideal de crecimiento es muy amplia (hasta 45 °C) y son mejores indicadores de higiene e insalubridad en alimentos y agua. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces poseen coliformes termotolerantes que están presentes en la microbiota intestinal, siendo *Escherichia coli* la más típica, con un 90-100 % ⁽²³⁾.

Escherichia Coli

Escherichia coli es un microorganismo que se caracteriza por vivir en los intestinos del humano y animales, a su vez por tener bacilos Gram negativos, no esporulados, y a la producción de indol a partir de triptófano, no utilización de citrato como fuente de carbono y no producción de acetoina. Asimismo, fermenta la glucosa y la lactosa con producción de gas en medios líquidos como son los caldos nutritivos. Existen numerosas cepas de *Escherichia*

coli que se pueden encontrar en patología humana y que muestran una virulencia marcada. Son conocidas como agentes responsables de gastroenteritis infantil, especialmente en países en vías de desarrollo económico, causando la muerte de cerca de un millón de niños cada año debido a la deshidratación por las enfermedades diarreicas agudas y a otras complicaciones. Esta familia de patógenos también incluye a *Escherichia coli* O157:H7 que en (USA) provoca al menos 20,000 casos de diarrea sanguinolenta y más de 200 muertes al año, debido a insuficiencia renal que se da especialmente en niños pequeños y ancianos ⁽²⁴⁾.

Color

Idoneamente, el agua de uso y consumo humano no debe poseer ningún color aparente ya que debe ser inocua y transparente. Por lo general, el color en el agua de empleo y consumo humano se debe a la aparición de sustancia orgánica coloreada (principalmente ácidos húmicos y fúlvicos) asociada al humus del suelo. De igual modo, la presencia de hierro y otros metales, ya sea como impurezas naturales o como resultado de la corrosión, también tiene una gran incidencia en el color del agua. Incluso puede proceder de la contaminación de la fuente de agua con efluentes industriales y podría ser el primer indicio de una situación peligrosa. Si el agua de un sistema de abastecimiento posee color, se debe analizar su origen, sobre todo si se ha producido una alteración sustancial en la escala del color verdadero ⁽²⁵⁾.

Principio del método del color

Este principio se sustenta en la medición del color verdadero o aparente en una muestra de agua natural a través de su comparación visual con una escala estandarizada de platino-cobalto (Esta unidad platino-cobalto es la que se produce al disolver 1 mg de platino/L en forma de ion cloroplatinato) este método dependerá de la percepción visual del color de la muestra por el analista en contraste con una escala estandarizada. La apreciación del color entre distintas personas varía, por tanto, se debe realizar una selección del analista sustentado en la capacidad de apreciación del tono e intensidad del color ⁽²⁶⁾.

pH

El pH es un parámetro físico que interviene en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Sin embargo, podría decirse que no tiene inferencia directa sobre la salud, sí puede participar en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) muestran un pH en el rango de 6 a 9 que está dentro del rango permisible según protocolos y normas establecidas por los entes reguladores. Cuando se procesan aguas ácidas, es usual la agregación de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación. En el tratamiento del agua de consumo humano, se mandará volver a adecuar el pH del agua hasta un valor que no le otorgue efectos corrosivos ni incrustantes que degraden la calidad del agua ⁽²⁷⁾.

Turbidez

Es una particularidad fundamental para el control de los tratamientos del agua en las plantas potabilizadoras o estaciones de tratamiento de agua potable siendo una escala del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la existencia de partículas en suspensión, (Crites & Tchoganoglous, 2000), así mismo la claridad del agua se valora mediante la cantidad de sólidos como arena, arcilla y otros materiales en el agua. Mientras más sucia parece el agua más extrema es la turbidez. Según la Organización Mundial para la Salud (OMS), la turbidez del agua para consumo humano no debe ser mayor, en ningún caso, de 5 NTU (Unidad nefelométrica de turbidez), y estará idealmente por debajo de 1 NTU (OMS, 2014) ⁽²⁸⁾.

Principio del método de la turbidez

El método para la determinación de la turbiedad se basa en la intensidad de la luz dispersa en una dirección particular predominantemente en ángulos rectos de luz incidente. Los turbidímetros con luz dispersa a 90° del haz incidente son llamados nefelómetros, su precisión y especificidad sobre un rango de turbiedad amplio hace que este método sea el indicado para métodos visuales. El reporte de los resultados de las mediciones

nefelométricas se determina como unidades de turbiedad nefelométrica (NTU) siendo el rango establecido según la normativa de (DIGESA) en 5 UNT ⁽²⁹⁾.

Cloro residual en agua para consumo humano

La cloración del agua dispone una práctica sanitaria indispensable y de orden elemental, tanto a nivel de los servicios de abastecimiento público de aguas, como en la práctica de la cloración a otras escalas, incluida la hospitalaria, en la que actualmente ha adquirido un gran interés como consecuencia de la aparición de brotes de legionelosis. Cualquier método que se emplee para medir cloro residual o remanente en el agua debe ser idóneo de diferenciar entre cloro residual libre que es el remanente del cloro después de que parte del añadido reacciona (CRL) y cloro residual combinado (CRC). Que es la combinación con amoníaco y la materia orgánica nitrogenada que tiene el agua. Cuando se realiza la cloración, sólo en las aguas que presentan CRL se ha satisfecho su demanda de cloro, y existen garantías de una adecuada purificación. Habitualmente la determinación de cloro residual en las aguas se elabora mediante O-tolidina, que ha sido emplazado por sus efectos tóxicos y actualmente se emplea el dietil-p-fenil diamina (DPD ó DFD). La técnica más recomendable es la del DPD, ya que podemos apreciar exactamente el contenido en CRL del agua, separadamente del contenido en CRC y es menos tóxico que su antecesor la O-tolidina ⁽³⁰⁾.

Utilidad del cloro en el agua

Así como el agua es esencial y fundamental para la vida y la salud, el cloro es fundamental para asegurar la calidad sanitaria y salubridad del agua potable. El cloro es el desinfectante empleado por excelencia, debido a que ofrece varias ventajas, entre ellas su bajo costo, su efectividad y la viabilidad de cuantificación, tanto en laboratorios como en terreno sumado a su fácil empleo y medidas cuantificables. Otra ventaja importante con respecto a otros desinfectantes u métodos de potabilización, es que deja un residuo desinfectante que aporta a prevenir la nueva contaminación. Por lo tanto, el Cloro se utiliza en todo el mundo como desinfectante por excelencia para

mantener una asepsia continua en los sistemas de distribución de agua así como en los reservorios, asegurando de esta forma que el agua potable esté libre de bacterias y sea segura e inocua de ingerir ⁽³¹⁾.

Cloro libre residual

Cuando se agrega cloro al suministro de agua para purificarla, parte de este cloro se adhiere a elementos químicos tales como el hierro y el calcio, de igual modo también a bacterias que pueden estar dentro del agua. Cuando esto sucede, el cloro adherido forma componentes como cloruro de hierro y cloruro de calcio y elimina las bacterias. La proporción de Cloro que no se asocia o no se aglutina se denomina Cloro Libre Residual (sobrante) ⁽³²⁾.

Método de medición de cloro residual

La DFD (Diethyl-p-phenyl-diamina) tiene una estructura relativamente semejante a la de la o-tolidina por lo que se cree que el mecanismo de reacción es también idéntico. La DFD reacciona con el cloro residual dando una composición de color rojo-rosáceo con un máximo de absorción a 515 nm. A diferencia de la o-tolidina, permite diferenciar el cloro residual libre del combinado, y dentro del combinado, es capaz de distinguir las monocloramias de las dicloraminas y del NCl_3 , a través de la adición progresiva de cristales de KI, que van reduciendo las distintas formas de cloro según diferentes velocidades de reacción. El empleo de este reactivo cada vez tiene mayor aprobación y recientemente se ha impuesto al de la o-tolidina en muchos manuales de análisis de aguas ⁽³³⁾.

Fundamento del método del cloro residual

El sulfato de dietil-p-fenil diamina (DPD o DFD) es empleado como indicador en el procedimiento titrimétrico con sulfato ferroso hexahidratado, el cloro residual libre reacciona a los 5 segundos para formar un color rojo en ausencia del ion yoduro se puede determinar cloro residual. Luego la determinación de cloro combinado en la misma muestra, se añade yoduro el cual actúa catalíticamente originando la aparición de color debido a la monocloroamina ⁽³⁴⁾.

Las Técnicas de análisis microbiano en aguas son:

1. Método cultivo en placa

El vertido en placa y el esparcido en placa son procedimientos empleados para realizar la siembra, identificación y conteo de bacterias, en el método de vertido en placa, la muestra de agua que va a ser examinada se somete a diluciones sucesivas, igualmente una muestra de cada dilución se coloca en una caja para la siembra de bacterias parte del medio de cultivo se calienta hasta que se encuentre en estado líquido y puede ser vertido en una placa y se deja enfriar para ser sembrada con la muestra diluida, para su posterior incubación bajo condiciones controladas, al transcurrir la fase de incubación establecido se saca la placa petri de la estufa y se recuentan las colonias crecidas, el número de colonias aparecidas es expresado en Unidades Formadoras de Colonia UFC, por cada 100 mL de agua ⁽³⁵⁾.

2. Método de filtración por membrana

La técnica del método de filtración por membrana se basa en un mecanismo mediante el cual se retienen en la superficie de una membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro (0,45 μm); esto gracias a una bomba de sistema de vacío eléctrica que produce una fuerza diferencial sobre la muestra de agua, logrando así que esta se filtre rápidamente y acelere los procesos de filtrado. Los microorganismos de un tamaño menor que el del poro atraviesan la membrana y los microorganismos mas grandes quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana, y luego esta es llevada a un medio de cultivo enriquecido, selectivo o diferencial, quien, por medio de un intercambio metabólico e enzimático y una incubación a cierto grado de temperatura, evidencian el crecimiento y multiplicación de microorganismos en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) ⁽³⁶⁾.

3. Medios de cultivo

Un medio de cultivo es un sustrato o solución de nutrientes en donde crecen, se desarrollan y multiplican los microorganismos, con el objetivo de aislar diferentes especies de microbios que induzcan al desarrollo de estrategias complementarias de identificación, cuantificación, caracterización de la microflora (Tortora, G. 1993). De la inocuidad y de la capacidad de recuperación del medio de cultivo, así como de su posterior manipulación obedece en gran medida a los resultados de una prueba microbiológica ⁽³⁷⁾.

La Clasificación de los medios de cultivo es:

La clasificación de los diferentes medios de cultivo de bacterias según su estado físico y según su finalidad son:

a. Según su estado físico

Líquidos. – Son aquellos caldos que contienen los nutrientes en solución acuosa

Semisólidos. – Son aquellos que contienen 7,5 g de agar /litro de caldo. Se utilizan para determinar la motilidad de las especies en estudio.

Sólidos. – Estos se preparan agregando un agar a un medio líquido (caldo) a razón de 15g/litro. El agar es una sustancia química inerte polisacárido (hidrato de carbono) que se extrae de las algas.

b. Según su finalidad

No selectivos. - Contienen los nutrientes suficientes para soportar el crecimiento de gran variedad de microorganismos.

Selectivo. - Permite el crecimiento de un solo tipo de microorganismo.

Enriquecido. - Son medios no selectivos al que se les agrega sustancias como sangre, suero, albúmina etc.

Diferenciales. - Son aquellos medios que permiten el crecimiento de diferentes tipos de microorganismos ⁽³⁸⁾.

Medio cromógenos

Los medios cromogénicos contienen nutrientes tales como peptonas, aminoácidos, extracto de levadura, minerales y vitaminas, aparte de inhibidores, gelificantes y sustrato cromogénico o cromógenos. Se ha confirmado que los sustratos cromogénicos son una herramienta potente en la identificación de microorganismos, debido a la detección de enzimas específicas producidas por los microorganismos en estudio. El inicio de los medios cromogénicos son los sustratos cromogénicos como la ONPG, X-Gal, o X-Glu junto con una selectividad determinada del medio. Los microorganismos de estudio se caracterizan por tener sistemas de enzimas específicas que son responsables de la escisión que es la división del sustrato en el interior del cromógeno. Con el fin de dividir el sustrato, la unión entre las dos partes del cromógeno se rompe por la enzima liberada por los microorganismos. De esa manera, los cromóforos son liberados y pueden ser revelados visualmente a través de la observación de un cambio de color en el medio. Son medios rápidos, sencillos y fiables para detectar actividades enzimáticas específicas de diversos organismos, pero de elevado costo que hace inaccesible su utilización en trabajos de investigación universitaria ⁽³⁹⁾.

Las Ventajas de los medios cromogénicos son:

1. Permite obtener resultados en corto tiempo comparado con los agares tradicionales tanto negativo como presunto positivo. Algunos medios confirman resultado en 24 horas.
2. Otra ventaja es que estos medios pueden identificar más de un organismo. Si adquirimos cada medio específico para más de un organismo, el medio cromogénico es más barato.
3. La interpretación o conteo de colonias es visual sin la necesidad de habilidades especiales o de instrumentos.
4. Los medios cromogénicos descartan la necesidad de análisis bioquímicos adicionales u otros agares de confirmación para la identificación del agente patógeno.
5. La virulencia de un determinado microorganismo se puede detectar simultáneamente con su diferenciación y selección. Las pruebas de

coagulasa y fibrino-lisina también se pueden llevar a cabo de forma simultánea en el medio.

6. Los medios cromogénicos se componen de nutrientes tales como pectonas, extracto de levadura, minerales y vitaminas que hacen posible la supervivencia de los microorganismos dañados que están a punto de desaparecer ⁽⁴⁰⁾.

Medio Chromocult Para Coliformes

Es un agar selectivo para el desarrollo y multiplicación de coliformes totales y *Escherichia coli* en muestras de aguas y alimentos. Por la actividad conjunta de peptonas selectivas, extracto de levadura, minerales, vitaminas, piruvato y tampón de fosfatos se asegura un rápido desarrollo también de coliformes con daños sublaterales. El contenido de lauril sulfato impide el crecimiento de bacterias Gram positivas sin tener influencias negativas sobre el desarrollo de los coliformes. La formación simultánea de coliformes totales y *Escherichia coli* se hace factible por la nueva formación de dos sustratos cromógenos: el sustrato Salmon-Gal es separado por la enzima β -D-galactosidasa característico de coliformes e induce una coloración roja de las colonias de coliformes. (MERCK). La formación de la β -D-glucoronidasa característica para *Escherichia coli* tiene lugar mediante el sustrato X-glucoronido, que al ser dividido por la enzima crea una coloración azul para las colonias positivas. Ya que *Escherichia coli* separa tanto Salmo-Gal como XGlucoronido, las colonias se tiñen de violeta azul oscuro y debido a ellos se pueden diferenciar de los coliformes restantes que muestran coloración rojiza. (MERCK) ⁽⁴¹⁾.

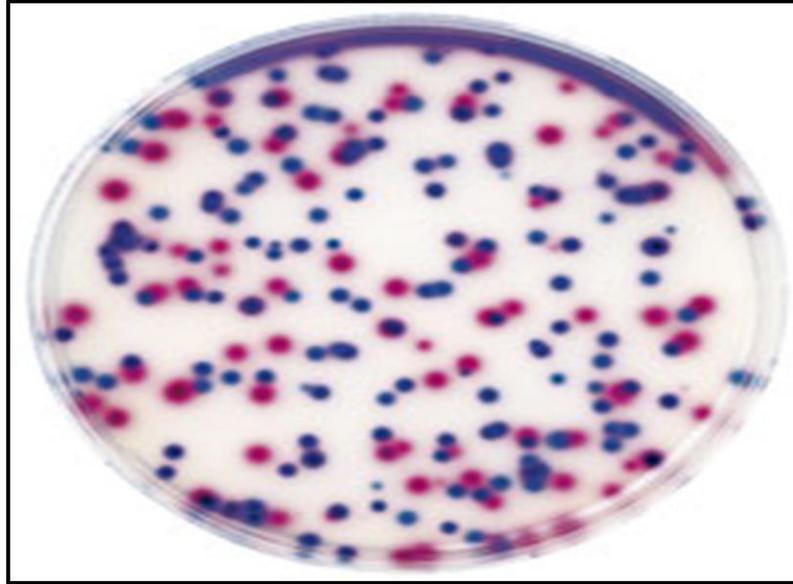


Figura 1. Medio cromógeno para identificación de coliformes totales y *Escherichia coli* Por coloración grosella para colonias de coliformes totales y azulado para colonias de *Escherichia coli*.

- Estudios antecedentes

Antecedentes Internacionales

Yubaille D. (Ecuador – 2017); Desarrollo la tesis de pregrado “Evaluación de la calidad física, química, microbiológica y resistencia bacteriana del agua de consumo humano de la parroquia Punín, cantón Riobamba provincia de Chimborazo”, trazándose como objetivo analizar la calidad física, química, y microbiológica del agua que consumen los habitantes de la Parroquia Punín del Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo siendo la muestra tomada de tanques reservorios y vertientes, se realizó un análisis de la resistencia bacteriana. Para lo cual se empleó el método del Numero más probable (NMP) y Las placas de Petri film, obteniendo como resultados a nivel microbiológico que hubo contaminación microbiana, así como a nivel de propiedades físicas como son color y turbidez están fuera de los parámetros permisibles a excepción del pH que está dentro del rango establecido, la calidad del agua que se consume en esta parroquia no cumple con los parámetros permisibles. Concluyo que la calidad física, química y microbiológica del agua que consume

la población de las muestras tomadas de las diferentes vertientes, tanques y reservorios no cumple con las normas establecidas por lo que esta parroquia tiene una deficiente calidad de agua para consumo humano ⁽⁴²⁾.

Sánchez E, Ballesteros K. (Colombia – 2017); Desarrollaron la Tesis de pre grado "Evaluación de la calidad del agua y formulación de alternativas de mejora en el Sistema de Tratamiento de agua potable suministrada por la Empresa Acosmi del barrio San Miguel I etapa del Municipio de Rio Oro-Cesar". Trazándose como objetivo evaluar la calidad del agua y formular alternativas de mejora del sistema de tratamiento de agua potable suministrada por la empresa ACOSMI del barrio San miguel I etapa del municipio de Rio Oro-Cesar. Para ello usaron el método de filtración por membrana obtuvieron como resultados de acuerdo con la resolución 2115 del 2007 en lo que respecta a las características microbiológicas del agua potable, se muestra que el acueducto comunitario San Miguel I etapa (ACOSMI) no cumple con ninguno de los parámetros evaluados, tales como aerobios mesofilos, coliformes totales y coliformes fecales en los tres puntos antes mencionados. Concluyeron que la calidad del agua del Sistema de tratamiento de agua potable no cumple con los parámetros permisibles por lo que requiere de un tratamiento de cloración ⁽⁴³⁾.

Valencia A. (Colombia – 2016); Desarrollo la tesis de postgrado "Evaluación de la calidad de agua para consumo, en la cabecera municipal de Rio Sucio departamento del Chocó-Colombia", trazándose como objetivo evaluar la calidad del agua del municipio de Rio Sucio en el departamento del Choco, para ello realizo toma de muestras en puntos críticos de los lugares en que los pobladores toman el agua, sitios de conducción del líquido y el sitio de almacenamiento en los hogares. Obteniendo como resultados que en el parámetro físico indico que el pH estaba acorde al rango permitido mientras que la turbidez y el color estuvieron fuera del rango. A nivel del estudio microbiológico sobrepasaron los límites permisibles de coliformes totales y fecales. Como conclusión fue que el agua para consumo humano es inviable sanitariamente, por ende, no es apta para el consumo, de acuerdo con los parámetros del decreto 1575 del 2007 (Ministerio de la Protección Social, 2007) ⁽⁴⁴⁾.

Hernández C. (Costa Rica – 2016); Desarrollaron la tesis de pregrado titulada "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón, trazándose como objetivo formular una propuesta que brinde alternativas tendientes a mejorar la situación actual del agua para consumo humano y su calidad, en la comunidad de 4 Millas de Matina, Limón, se empleó un estudio de diseño metodológico que permitió alcanzar los objetivos trazados y definir instrumentos y técnicas que fueron pertinentes para analizar el problema, se empleó una encuesta como instrumento para determinar el conocimiento sobre la calidad del agua de los pobladores de la Comunidad de 4 Millas, a nivel microbiológico se empleó dos técnicas la del número más probable (NMP) y por conteo en placa en un medio de cultivo que es específico para el crecimiento de microorganismos se obtuvo como resultados que hubieron coliformes totales y fecales en 10 de los 25 pozos. Se encontró que la totalidad de las 10 muestras presentaron coliformes fecales, lo que indica contaminación por materia fecal siendo este un indicador característico de la pésima y deficiente calidad del agua para consumo humano según los parámetros permisibles de la normativa vigente Como conclusión del estudio el agua de los pozos se encuentra contaminada por coliformes fecales y coliformes totales. En relación a estos resultados, y basándonos en el Reglamento Nacional para la Calidad del Agua Potable, se concluye que el agua de los pozos de 4 Millas no es apta para consumo humano. ⁽⁴⁵⁾.

Moposita A. (Ecuador - 2015); Desarrollo la tesis de pregrado "Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia de Pasa del Cantón Ambato en el período diciembre 2014 - mayo 2015", trazándose como objetivo determinar la presencia de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con las enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia Pasa para ello realizo el método de filtración de membrana. Obteniendo como resultados que el 100% de las muestras analizadas estaba contaminada por lo que no cumplió con la Norma Técnica. Existiendo un 30,8% que representa a 8 colonias fecales, 22% a 6 colonias fecales, 16,5% a 4

colonias fecales, 11% a 3 y 2 colonias fecales, y 4,4% de 1 colonia fecal en hogares, y un 1% que equivale a 100, 192,287, y 366 colonias fecales en los tanques reservorios de distribución de la comunidad de Lirio, LLullaló, Mogato y Chillipata respectivamente. En conclusión, determino que la calidad del agua como fuente de consumo presento Coliformes fecales que no se encuentran dentro de los niveles máximos permitidos por la norma ⁽⁴⁶⁾.

Antecedentes Nacionales

Rodríguez R. (2019); Desarrollo la tesis de pregrado "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo, 2019", trazándose como objetivo determinar la calidad del agua para consumo humano en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo durante el año 2019, se empleó un estudio de enfoque cuantitativo de tipo no experimental, de corte transversal para el estudio microbiológico se uso la técnica vertido en placa para bacterias heterotróficas y fermentación en tubo para coliformes totales y coliformes fecales bajo los (Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Aguas Residuales) los parámetros físicos se midió in situ (turbidez, pH, temperatura) mientras que el cloro y el color en el laboratorio obteniendo como resultados que del total de muestras (36), el 72% de ellas exceden el LMP para coliformes termotolerantes, mientras que el total de muestras (36) presentaron coliformes totales. Por lo que, todos los puntos de muestreo exceden el valor permitido en todas las fechas de muestreo con un 43,67 UFC/100 mL y con respecto al cloro esta sobre una mínima concentración siendo su valor 0,13 mg/L y 0,17 mg/L que está por debajo del rango establecido, en conclusión, el agua distribuida en la ciudad universitaria de la UNT no es apta para consumo humano ⁽⁴⁷⁾.

Tacora S. (2018); Desarrollo la tesis de pre grado "Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno, 2018" trazándose como objetivo determinar los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la zona urbana de la ciudad de Juli. Uso el método de filtración por membrana para determinar la cantidad de coliformes totales

obteniendo como resultados que en tres puntos de monitoreo de coliformes totales se encuentra fuera de las especificaciones técnicas de 0 UFC/100 mL en el artículo 35º mencionado en el Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. del Ministerio de Salud. Como conclusión fue que los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano del punto 3 muestreado no es apto para consumo humano por la alta prevalencia de microorganismos hallados ⁽⁴⁸⁾.

Amado M. (2017); Desarrollo la Tesis de Pre grado "Determinación bacteriológica de la calidad del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del distrito de Majes, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, abril - mayo 2017", trazándose como objetivo principal determinar la calidad microbiológica del agua para consumo humano, regadío y bebida de animales del Distrito de Majes. Uso el método de recuento de colonias en placa según Standard Methods for the examination of Water and Wastewater (SMEWW, 2012). Obteniendo como resultados de las tres evaluaciones del (UFC/100mL) realizadas para bacterias heterótrofas y sus respectivas desviaciones estándar para el agua potable del distrito de Majes por punto de muestreo, no superando el LMP en ningún punto de muestreo. Como conclusión fue que la calidad bacteriológica del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales demuestra diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para las tres evaluaciones realizadas se han identificado 7 especies de entero bacterias en el agua sin tratar del distrito de Majes, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter agglomerans*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter diversus* y *Citrobacter freundii*; siendo *Escherichia coli* la especie que estuvo presente en todos los puntos de muestreo, como conclusión es que el agua del distrito de Majes no es apto para consumo humano ⁽⁴⁹⁾.

Palomino M. (2016); Desarrollo la tesis titulada "Calidad de agua de consumo humano del distrito de Anco, La Mar, Ayacucho 2016", trazándose como objetivo evaluar la calidad de agua de consumo humano de las comunidades de Huayllahura, Chiquintirca, Ccollpa, Toccate y Huayrapata del distrito de Anco, La Mar- Ayacucho., se realizó un estudio de nivel básico descriptivo y se empleó la técnica de siembra por incorporación para enumerar las bacterias heterotróficas mesófilas viables (BHMV) y la técnica de filtración por

membrana, para cuantificar los coliformes totales y coliformes termotolerantes a nivel del estudio fisicoquímico se emplearon técnicas electrométricas, nefelométricas, volumétricas y colorimétricas, donde se analizaron los siguientes parámetros: pH, turbidez y cloro residual. Obteniendo como resultados a nivel microbiológico de coliformes totales fueron de 113,4 ufc/100 mL que es extremadamente superior al parámetro permisible según normativa del DS 031-2010 S.A. con respecto a coliformes termotolerantes su media es 8,2 ufc/100 ML que supera el rango permitido asimismo el cloro residual esta por debajo del valor permisible que es de 0,5 mg/mL se concluye indicando que las cinco comunidades del distrito de Anco no consumen agua de buena calidad es decir, no cumplen con todos los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en el D.S N° 031-2010 - SA ⁽⁵⁰⁾.

Cava T, Ramos F. (2016); Desarrollaron la tesis de pre grado "Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque y propuesta de tratamiento" trazándose como objetivo principal caracterizar físico – químico y microbiológicamente el agua de consumo humano de dicha localidad y así elaborar una propuesta de tratamiento para el fortalecimiento de este servicio Se usó la técnica de filtración por membrana obteniendo como resultados y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que los coliformes totales en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora no están dentro de los parámetros permisibles por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011. Como conclusión del estudio físico químico y microbiológico del agua para consumo humano este sobrepasa los parámetros máximos permisibles lo cual podría dañar la salud del consumidor mientras que, en los estudios del pH, color, y turbidez están dentro de los rangos establecidos según la normativa de DIGESA ⁽⁵¹⁾.

- **Importancia y justificación de la investigación**

El presente trabajo está destinado a evaluar los parámetros de control

obligatorio de la calidad del agua para consumo humano de los reservorios en la comunidad del centro poblado rural Río Seco en el distrito de Cieneguilla, entre marzo – octubre, 2019; dicha población no cuenta con sistema de agua potable y alcantarillado, y adquieren dicho elemento de cisternas particulares de dudosa procedencia por lo cual la calidad sanitaria del agua que consume la población infiere de manera significativa en la salud de la comunidad.

Esto se debe a que el agua y los microorganismos que en ellos se encuentran, son los principales vehículos de transmisión de las enfermedades gastrointestinales, generándose gastroenteritis que van desde diarrea leves a procesos muchos más graves como las diarreas severas y las disenterías, que afectan con mayor impacto a la población inmunológicamente comprometida, como los niños, los ancianos y las personas que presentan enfermedades inmunodeficientes.

A nivel práctico, permitirá que las autoridades pertinentes tengan un precedente de la deficiente calidad del agua potable que consume la población obtenida de la compra de las cisternas particulares por ausencia de un Sistema de agua potable y alcantarillado, debiendo encaminar medidas de control hacia este tipo de provisionamiento de agua.

A nivel teórico, este estudio contribuye a aportar en la mejora de la calidad del agua potable para consumo humano en las localidades de escasos recursos económicos y de zonas alejadas, quedando como antecedente de esta problemática existente y evidenciada a través del presente informe.

Por último a nivel socio-económico, se aportará a la toma de medidas sanitarias, que como iniciativa los investigadores a través de charlas comunitarias y explicando los resultados; canalizaremos la aplicación de las buenas prácticas de sanitización en sus reservorios así como los métodos para mejorar la calidad del agua que consumen, evitando con ello gastos en atención de salud, medicamentos, análisis y otras intervenciones sanitarias; como las enfermedades diarreicas o de otra índole infecciosa por consumo de agua mal tratada.

- **Objetivos del estudio**

Objetivo General

Comprobar el cumplimiento de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco-Cieneguilla, marzo – octubre, 2019.

Objetivos específicos:

1. Determinar la cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco Cieneguilla, entre marzo – octubre, 2019.
2. Determinar la cantidad de bacterias *Echerichia coli* en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco- Cieneguilla, marzo – octubre, 2019.
3. Comprobar el cumplimiento de los parámetros físicos de control obligatorio del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, marzo – octubre, 2019.
4. Identificar las prácticas sanitarias que emplea la población del centro poblado rural Rio Seco en almacenar el agua en sus reservorios.

- **Hipótesis de investigación**

Hipótesis General

Ho: Se cumple con los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, marzo – octubre, 2019.

Hi: No se cumple con los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, marzo – octubre, 2019.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Enfoque diseño

El presente estudio empleo el método **transversal** ya que las muestras de agua de los reservorios del centro poblado rural Río Seco fueron tomadas en un determinado tiempo y espacio y **descriptivo analítico cuantitativo** por las dimensiones que abarco las muestras del estudio y **no experimental** porque no se alteró ningún parámetro establecido sino tal como se dieron en su contexto natural, y así mismo aplicamos parte **observacional** porque se evidencio casos de EDAs en el centro de salud y midió las variables que define el estudio, así comparar los parámetros permisibles con la muestra tomada sin intervenir con los datos ya establecidos según la norma de la calidad del agua para consumo humano de DIGESA.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población en estudio estará conformada por todos los predios del centro poblado rural Río Seco, Cieneguilla, Marzo – Octubre, del 2019, los cuales totalizan 270 predios.

2.2.2. Tamaño de la Muestra

Para determinar el tamaño de muestra se realizó previamente un muestreo piloto de algunos predios del centro poblado rural Río Seco, Cieneguilla, Marzo – Octubre, del 2019; con la finalidad de conocer la proporción de la población que tiene el atributo deseado (presencia de coliformes), para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N-1) + (Z^2 * p * q)}$$

Donde:

Z = Nivel de confianza (correspondiente con tabla de valores de Z)

p = Porcentaje de la población que tiene el atributo deseado

q = Porcentaje de la población que no tiene atributo deseado = 1-p

Nota: Cuando no hay indicación de la población que posee o no el atributo se asume 50% para p y 50% para q

N = Tamaño del universo (Se conoce puesto que es finito)

e = Error de estimación máximo aceptado

n = Tamaño de la muestra

Los valores de la proporción se demuestran según la siguiente tabla donde de 10 muestreos el 70% (proporción con la característica deseada) presentaron altas concentraciones de coliformes.

Tabla 2. Resultados de la muestra piloto tomada del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, 2019.

Muestras	Colonias coliformes totales	<i>Escherichia coli</i>
Muestra 1	10	1
Muestra 2	8	0
Muestra 3	164	1
Muestra 5	24	0
Muestra 6	262	5
Muestra 7	138	41
Muestra 8	0	0
Muestra 9	0	0
Muestra 10	0	0

Luego el tamaño de la muestra que garantiza estimaciones a un nivel de significancia del 90% es de 47 unidades o predios, aplicando la teoría estadística vigente ⁽⁵²⁾.

Proporción (P): %	70.0
Tamaño de la Población (N):	270
Margen de Error (delta): %	10
Tasa de No-Respuesta: %	0.00
Efecto de Diseño (Deff):	1.00
Nivel de Confianza:	
• 90% o 95% o 96% o 97% o 98% o 99%	
Tamaño de muestra (n):	47
Supuesto de Distribución Normal	
El tamaño de muestra y la proporción que se especifican si permite asumir una distribución de muestra normal	

Figura 2. Determinación del tamaño de muestra de una población finita ⁽⁵³⁾

2.3 Criterios de inclusión y exclusión

2.3.1. Criterios de inclusión

Todos los predios que cuenten con reservorios de agua para consumo humano.

2.3.2. Criterios de exclusión

Todos los predios que cuenten con agua, desagüe y alcantarillado.

2.4. Variables de estudio general

Variable independiente

Agua de los Reservorios

Variable dependiente

Parámetros de control obligatorio de la calidad del agua.

2.4.1 Operacionalización de variables

Definición conceptual

Variable independiente (Reservorios de agua)

Los reservorios son elementos fundamentales en el abastecimiento de agua para una determinada familia cuya función primordial es almacenar,

preservar algún líquido ⁽⁵⁴⁾.

Variable dependiente (Parámetros de control obligatorio de la calidad del agua)

La determinación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua que engloba la evaluación microbiológica y física del agua para consumo humano es de suma importancia en el ámbito de la salud pública ya que permite garantizar la inocuidad del agua destinada a la población evitando así infecciones gastrointestinales.

2.4.2. Definición operacional

Variable independiente: Reservorios de agua cuyas dimensiones comprenden: presencia o no de microorganismos, hongos y mohos.

Variable dependiente: Evaluación de los parámetros de control obligatorio cuyas dimensiones comprenden: coliformes totales, *Escherichia coli*, cloro residual, turbiedad, color y pH.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad de instrumentos)

El estudio se realizó de manera transversal descriptiva en un periodo de ocho meses siendo los tres primeros meses la recolección de datos del lugar y población a muestrear mediante un muestreo piloto para obtener mediante una formula estadística la cantidad muestral de predios en los que se realizará la recolección de muestra de sus reservorios y abarcar el total de población. En el mes de junio se realizó la prueba piloto y en el mes de setiembre se realizó el procedimiento de muestreo, cultivo en placa en el laboratorio de la Universidad Norbert Wiener y la evaluación física se realizó in situ, de los parámetros obligatorios del control de calidad del agua, dicha información se recolecto en una ficha de recolección de datos (Anexo F) donde se anotaron los resultados físico-químicos y microbiológicos.

Se empleó una encuesta (Anexo G) como instrumento para conocer la forma en que los pobladores sanitizan sus reservorios y potabilizan el agua que emplean para su consumo, la cual fue validada por los siguientes especialistas.

Mg. Biólogo Mendoza Carbajal Leonardo.

Mg. Químico Farmacéutico León Mejía Enrique.

Mg. Químico Farmacéutico Cano Pérez Carlos.

2.6. Procedimiento para la recolección de datos

2.6.1. Autorización y coordinación previas para la recolección de datos

Para realizar este estudio se coordinó con la presidenta de la junta directiva del centro poblado rural Rio Seco; previa identificación con la presentación de la carta de la Universidad Norbert Wiener emitida por la facultad de Farmacia y Bioquímica a través de su decana y poder contar con la autorización respectiva de los pobladores a fin de realizar la toma de muestras de los reservorios; así mismo se consultó con DIGESA y la DIRIS ESTE para emplear los protocolos de la normativa de la calidad del agua para consumo humano en la captación del agua, transporte y sembrado de la muestra.

2.6.2. Aplicación de instrumento (s) de recolección de datos

Se empleó un fichero para ingresar los datos obtenidos tanto en la prueba piloto como en la prueba general que constaba de dos sectores una para los datos microbiológicos y otra para los datos físicos.

También se empleó una encuesta con 10 preguntas entre cerradas y abiertas para conocer las prácticas de sanitización que emplean los pobladores en sus reservorios, así como las prácticas de potabilización del agua para su consumo.

Esta encuesta fue validada por tres especialistas quienes dieron sus aportes e inquietudes.

Procedimiento del Muestreo

1. Se recolecto la muestra de agua de los reservorios mediante un frasco estéril de plástico con tapa rosca de marca "Samplix" con capacidad de 100 mL.
2. Previa a la toma se agregó 0,1 ml de tiosulfato de sodio a cada frasco para inhibir el cloro y preservar la existencia de los microorganismos.
3. Mediante un estudio aleatorio se eligió 2 predios por manzana para la toma de muestra por cada predio se tomó 3 muestras, dos para el

estudio microbiológico (coliformes totales y *Escherichia coli*) y la otra muestra para medir el cloro residual empleando el método DPD (dietil-p-fenilen-diamina) fotométrico aplicada in situ ya que el cloro es volátil y siguiendo las pautas establecidas del protocolo de procedimientos para la toma de muestras y preservación según DIGESA.

4. El total de las muestras se obtuvo de griferías instaladas a los reservorios, por lo que se siguió con el protocolo para toma de muestras empleando guantes descartables y dejando correr por unos dos o tres minutos y a fin de captar el agua de muestra dejando un espacio de 2,5 cm aproximadamente de la capacidad del envase según protocolo (Anexo Q).
5. Luego de tomada las muestras se rotulo indicando el lugar de muestra, nombre del muestreador y hora de la toma de muestra, se selló herméticamente.
6. Se anotó todo en el formato de cadena de custodia establecido por DIGESA y se guardó en el cooler o cadena de frio previamente colocado los geles gelificantes en ambos lados para mantener una temperatura de 4 °C que es lo óptimo para preservarlo y transportarlo hasta el laboratorio.

Procedimiento de la filtración de la muestra por membrana

El total de muestras de cada predio fueron 3 de un total de 46 tomadas en dos etapas de las cuales para el estudio microbiológico se procedio de la siguiente manera:

1. Se preparó el agar cromogénico en medidas obtenidas por el volumen de las placas Petri y la medida del agar en gramos.
2. Se disolvió en un vaso de precipitado y se puso a ebullir a 100 °C hasta desaparecer la formación de espuma, luego se dejó enfriar y se vertió sobre las placas Petri.
3. Se agregó la muestra de 100 mL al filtro Funnel LP con membrana GN-6 metricel de 0,45 µm instalado mediante una manguera al sistema de vacío.
4. Se filtró la muestra, luego de ello con una pinza de metal estéril flameada se retiró la membrana cuidadosamente y lo colocamos con la cuadrícula

hacia arriba sobre el medio del cultivo cumpliendo el protocolo de APHA (2017) (Anexo R).

5. Se Evitó la acumulación de burbujas bajo el filtro por lo que se presionó con la pinza de metal los bordes homogéneamente.
6. Se rotulo con el número de muestra y se llevó a incubar a 35 °C Para coliformes totales y a 44,5 °C para *Escherichia coli* por 24 horas cumpliendo con el protocolo de la norma Digesa de procedimientos de incubación. (Anexo H)
7. El recuento de coliformes totales se basa en la capacidad de la β -D-galactosidasa, una enzima que es característica de las bacterias coliformes esta reacción produce colonias de coliformes de color rojo asalmonado.
8. El recuento del *Escherichia coli* se basa en la división de los sustratos X-glucoronido por la β -D-galactosidasa, una combinación enzimática que es característica de *Escherichia coli*. Cuando hay presencia se dividen los dos sustratos, lo que da lugar a colonias que adquieren un color entre azul oscuro y violeta en oposición al rojo asalmonado de otras colonias de bacterias coliformes.

Procedimiento para la toma de pH

Con la muestra duplicada se procedio a medir el pH en el laboratorio de la Universidad Norbert Wiener empleando el potenciómetro calibrado y se comparo con los parámetros máximos permisibles de 6,5 a 8,5 según norma de la calidad del agua para consumo humano (DIGESA) los resultados obtenidos se anotaron en el formato de parámetros físicos de control obligatorio.

Procedimiento para la medir la turbiedad (in situ)

Se empleó el equipo turbidímetro T-100 de marca OAKTON el cual fue calibrado empleando los estándares 800, 100 y 20 para luego proceder a medir las muestras teniendo como límite permisible 5 UNT (Unidades nefelométricas de turbidez) los resultados obtenidos fueron anotados en el formato de parámetros físicos de control obligatorio.

Procedimiento para medir el cloro residual (in situ)

Se empleó el reactivo DPD (Diethyl-para-phenyl diamine) colorimétrico es un reactivo que reacciona con el cloro residual, se procedió a llenar una celda con agua desionizada como muestra blanco y la otra celda con la muestra problema agregándole el sobre del reactivo DPD y agitándolo por unos segundos en forma homogénea y se procedió a realizar la lectura con el disco fotométrico que indicó a mayor tono rosado un nivel alto de cloro residual y a menor tono rosado una cantidad mínima de cloro residual teniendo en consideración los parámetros permisibles que son de 0,5 mg/L a 1 mg/L según normativa.

Procedimiento para medir el color (in situ)

Se empleó el equipo de bolsillo colorimétrico HI727 de marca CHEKER, procediendo a colocar una celda con agua desionizada como muestra blanco luego se removió del equipo y se colocó la muestra problema y se procedió a la lectura que no debió pasar la escala de 15 UCV platino/cobalto según la norma DIGESA.

2.7. Métodos de análisis estadístico

Los resultados de las mediciones echas en el laboratorio fueron registradas en la ficha de recolección de datos, luego de ello se procedió a generar una base de datos en Excel versión 2016. Luego de verificar la consistencia de los datos se procedió a exportarlos a un fichero del programa estadístico SPSS Versión 25, la cual contenía también los resultados de la encuesta.

En el análisis estadístico se realizaron estimaciones de promedios de las cantidades de Unidades Formadoras de Colonias de manera puntual e interválica al 95 % de confianza, también se calcularon los porcentajes de interés con respecto al diagnóstico que tuvo la población sobre la calidad del agua de los reservorios. Se elaboraron unas tablas se usaron gráficos descriptivos.

2.8. Aspectos bioéticos

Este estudio cumplió con los lineamientos éticos pregonadas por la Universidad y con la ética profesional que caracteriza a todo profesional de

salud, así como se siguió los protocolos impuestos de la normativa de la calidad del agua DIGESA.

III. RESULTADOS

Tabla 3. Diagnóstico de las prácticas de potabilización que emplean los habitantes del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla. Sobre el agua de sus reservorios.

		N	%
¿Usted purifica el agua que compra de las cisternas?	Si	33	71,7
	No	13	28,3
¿Como lo purifica?	No lo purifica	13	28,3
	Le añade cloro	27	58,7
	Lo hace hervir	6	13,0
¿El reservorio de agua lo tiene tapado o sin tapar?	Tapado	46	100,0
¿El Pozo de agua cada cuanto tiempo lo limpia?	Cada 15 días	12	26,1
	Cada 30 días	31	67,4
	Cada 60 días	3	6,5
¿Hace hervir el agua que consume para tomar?	Si	33	71,7
	30 segundos	2	4,3
¿Cuánto tiempo lo hace hervir el agua que consume para tomar?	Un minuto	1	2,2
	Dos minutos	17	37,0
	Otro	26	56,5
	Total	46*	100,0

*46 de las 47 unidades calculadas en el muestreo debido a la pérdida de uno de los análisis debido a fallas técnicas en el laboratorio.

La tabla 3 muestra que el 28,3 % de los pobladores del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla no purifica el agua, mientras que el 71,7% si lo purifica, estos resultados nos interpretan que hay una idea mayoritaria de potabilizar el agua que emplean para su consumo y una población minoritaria que aún no comprende la importancia de purificar el agua para su uso.

Tabla 4. Diagnóstico de los Resultados de la encuesta sobre hábitos de sanitización que emplea la comunidad del centro poblado rural Rio Seco y los proveedores en el manejo del agua

		N	%
¿Está satisfecho con la calidad del agua que compra de las cisternas?	Si	38	82,6
	No	8	17,4
¿Con que frecuencia compra el agua a las cisternas?	Una vez por semana	20	43,5
	Dos veces por semana	8	17,4
	Cada 15 días	14	30,4
	Una vez por mes	4	8,7
¿Qué características presenta el agua de cisterna comprado?	Presenta arenilla	4	8,7
	Otro problema	8	17,4
	Ninguno	34	73,9
¿En el transcurso del año ha tenido o sufrido algún trastorno o enfermedad GI?	Si	3	6,5
	No	43	93,5
¿Qué proceso estomacal ha sufrido en el transcurso del año?	Ninguno	43	93,5
	Diarrea	3	6,5
	Total	46	100,0

La tabla 4 muestra que el 6,5% ha sufrido algún problema gastrointestinal siendo el común denominador la diarrea en la población de niños menores de 5 años, siendo los más vulnerables a las infecciones gastrointestinales porque su sistema inmune está en proceso de desarrollo.

En la pregunta sobre las características que presenta el agua comprada a las cisternas un porcentaje de 17,4% de la población nos indicó que otro problema que muestra el agua fue presencia de gusanitos, lo que nos conlleva a resaltar la poca salubridad e informalidad de parte de los proveedores para vender ese tipo de agua potable.

Tabla 5. Diagnóstico de los resultados de la encuesta post – charla a la comunidad del centro poblado rural Rio Seco sobre los hábitos de sanitización y potabilización.

		N	%
¿Fue muy informativa la charla para usted?	Si	30	100,0
¿Adoptara medidas de prevención que mejoren la calidad del agua a partir de ahora?	Si	30	100,0
¿Cuál es el servicio más importante para usted?	El agua	30	100,0
¿Cómo purificará a partir de ahora el agua que consume de su reservorio?	Añadirá cloro	21	70,0
	Lo hará hervir	9	30,0
¿Qué medidas adoptarías para evitar que se contamine el agua?	No arrojar desperdicios a los ríos	21	70,0
	Ahorrar agua	2	6,7
	Todos las anteriores	7	23,3
¿Cuáles son los efectos que tiene la población al consumir agua contaminada?	Infecciones gastrointestinales	1	3,3
	Deshidratación	2	6,7
	Diarreas	23	76,7
	Todas las anteriores	4	13,3
¿Cada cuánto tiempo limpiara su pozo de agua?	Cada 15 días	24	80,0
	Cada 30 días	6	20,0
¿Por cuánto tiempo tendrá que hervir el agua?	Cinco minutos	29	96,7
	Diez minutos	1	3,3
	Total	30	100,0
¿Le preocupa la falta de agua en el futuro?	Si	30	100,0
¿Estarías de acuerdo con que las personas que desperdicien agua paguen alguna multa?	Si	30	100,0

La tabla 5 muestra que el 100 % de los asistentes a la charla de capacitación (30 personas) indicaron que ésta fue muy informativa y que adoptarían medidas de prevención para mejorar la calidad del agua a partir de entonces, manifestando todos que el agua es el servicio más importante.

El 70 % de los asistentes indicaron que a partir de ahora purificará en el agua con cloro, además el 70 % se comprometió en no arrojar desperdicios a los ríos.

Todos estuvieron de acuerdo en que las personas que desperdicien agua deben de pagar una multa e indicaron su preocupación por la falta de agua en un futuro.

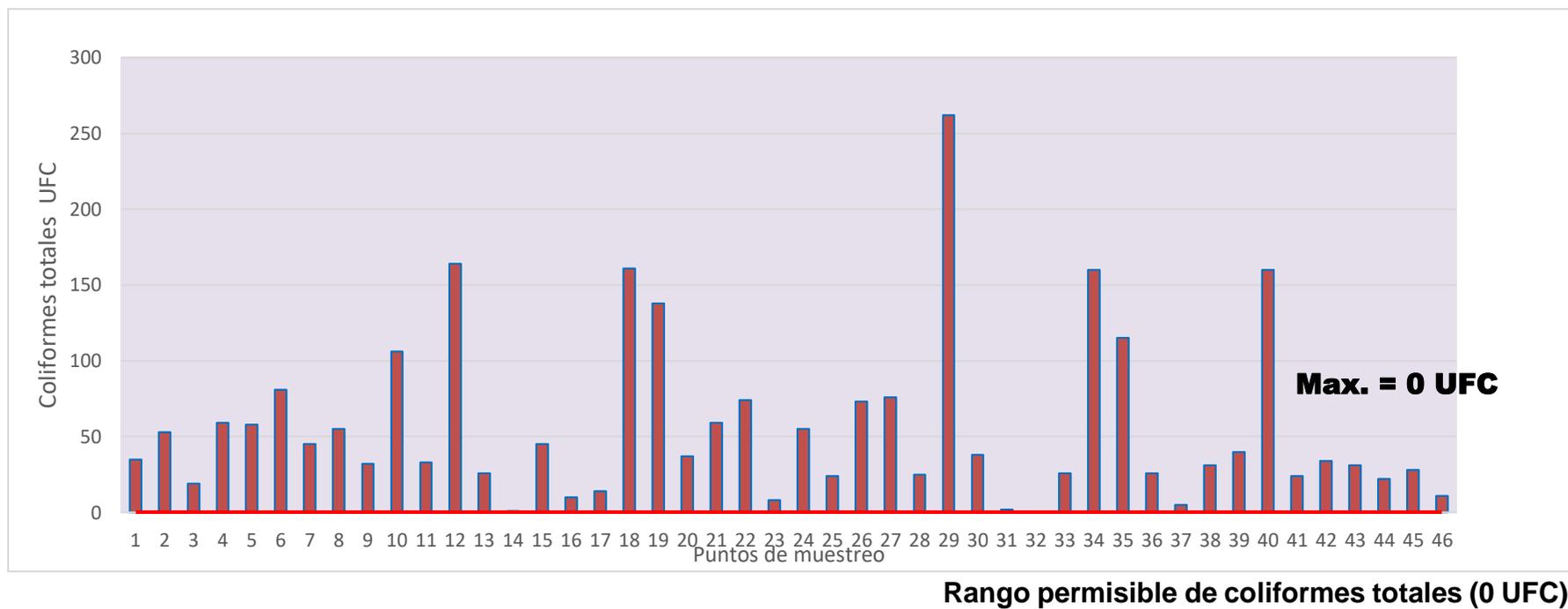


Figura 3. Cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua de los 46 puntos de muestreo de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, 2019.

En la figura 3 podemos observar la cantidad de coliformes totales presentes por cada predio así como el rango máximo permisible según la normativa DIGESA.

Tabla 6. Resumen estadístico de la cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.

N	Media	Des. Estándar	Mínimo	Máximo	95% del intervalo de confianza para la media		Dentro del Rango		Fuera del Rango	
					Límite inferior	Límite superior	n	%	n	%
46	56,1	54,7	0	262	39,9	72,3	1	2,2%	45	97,8%

Rango permisible de coliformes totales (0 UFC)

La tabla 6 presenta la evaluación de la Calidad microbiológica del agua con respecto a la cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima. Nos permite indicar que se analizaron los reservorios de 46 predios, se encontraron en promedio 56,1 UFC, con una desviación estándar de +- 54,7 UFC. El porcentaje de reservorios con cantidad microbiana de coliformes totales fuera del rango fue del 97,8%.

Si bien en un reservorio no se hallaron coliformes y en otro se observó 262 UFC, se estima un nivel de confianza del 95% que, en promedio el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco contienen entre 39,87 y 72,34 UFC.

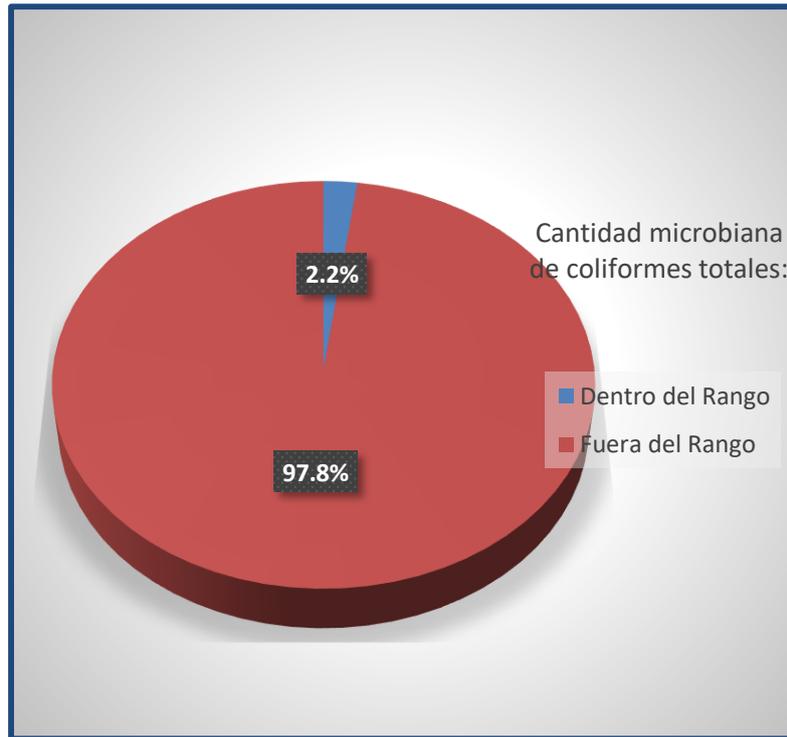


Figura 4. Distribución de reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019 según proporción de cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua dentro y fuera de los rangos permitidos.

En la figura 4 del diagrama de sectores circulares nos permite observar que la gran mayoría de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019, el 97,8% (45 muestras) presentan una cantidad microbiana de coliformes totales fuera de los rangos permitidos (0 UFC).

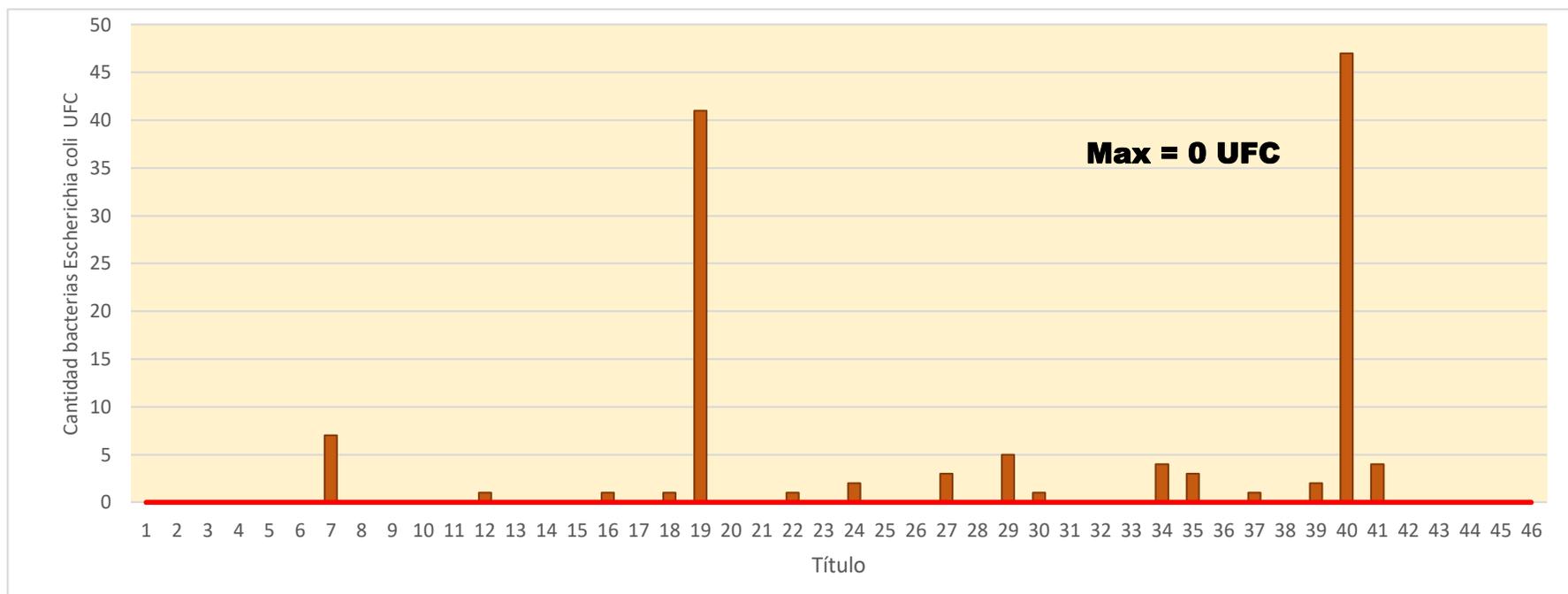


Figura 5. Cantidad microbiana de *Escherichia coli* presentes en el agua de los 46 puntos de muestreo de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, 2019.

En la figura 5 del diagrama de barras podemos observar la cantidad de microorganismos *Escherichia coli* presentes en cada predio, así como el rango máximo permisible según la normativa de DIGESA.

Tabla 7. Resumen Estadístico resumen de la cantidad de bacterias *Escherichia coli* presentes en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.

N	Media	Des. Estándar	Mínimo	Máximo	95% del intervalo de confianza para la media		Dentro del Rango			Fuera del Rango
					Límite inferior	Límite superior	n	%	n	%
46	2,7	9,1	0	47	0,01	5,4	30	65,2%	16	34,8%

Rango permisible Coliformes *Escherichia coli* (0 UFC)

La tabla 7 presenta la evaluación de la Calidad microbiológica del agua con respecto a la cantidad de bacterias *Escherichia coli* presentes en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima, se encontraron en promedio 2,7 UFC de *Escherichia Coli* con una desviación estándar de +- 9,1 UFC.

Los valores mínimo y máximo indican la existencia de reservorios donde no se hallaron estos agentes y otros con hasta 47 UFC, el 34,8 % (16 muestras) de los reservorios analizados están fuera del rango, es decir superan los valores máximos permisibles (0 UFC).

Se estima con un nivel de confianza del 95% que en promedio el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima contienen entre 0,01 y 5,39 UFC de *Escherichia Coli*.

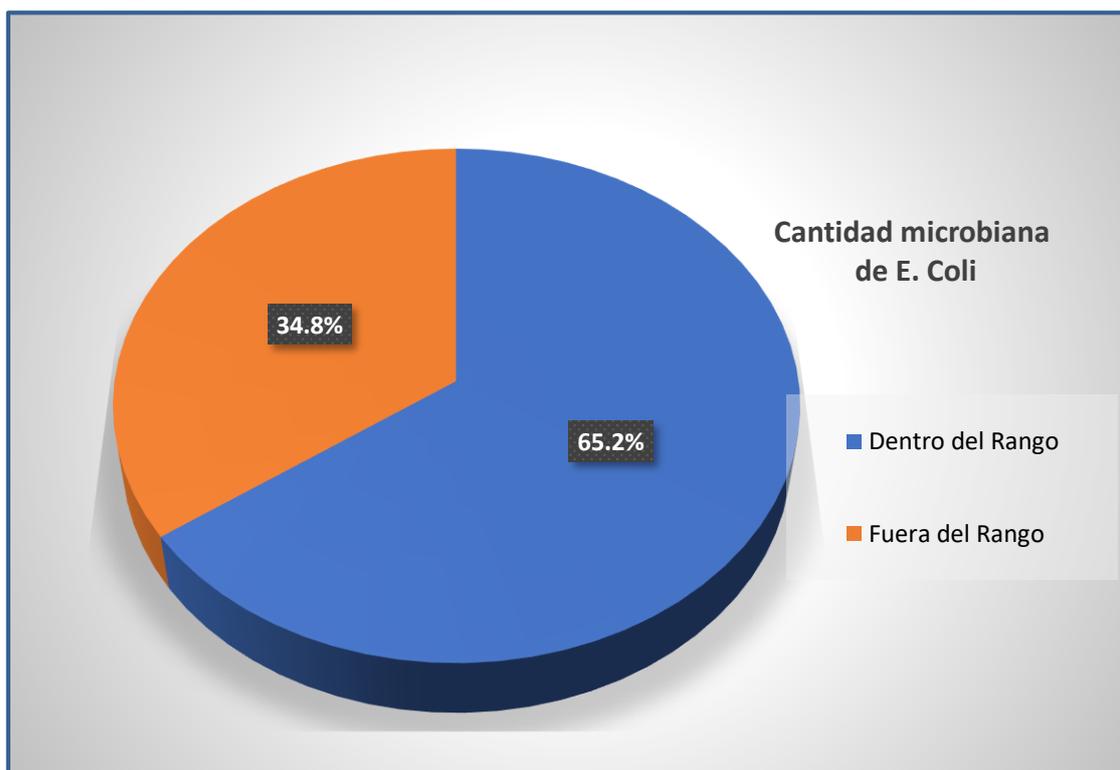


Figura 6. Distribución de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019 según proporción de cantidad microbiana de *Escherichia Coli* presentes en el agua dentro y fuera de los rangos permitidos.

El la figura 6 del diagrama de sectores circulares nos permite observar que un porcentaje importante de reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019, el 34,8% (16 muestras) presentan una cantidad microbiana de *Escherichia coli* fuera de los rangos permitidos (0 UFC).

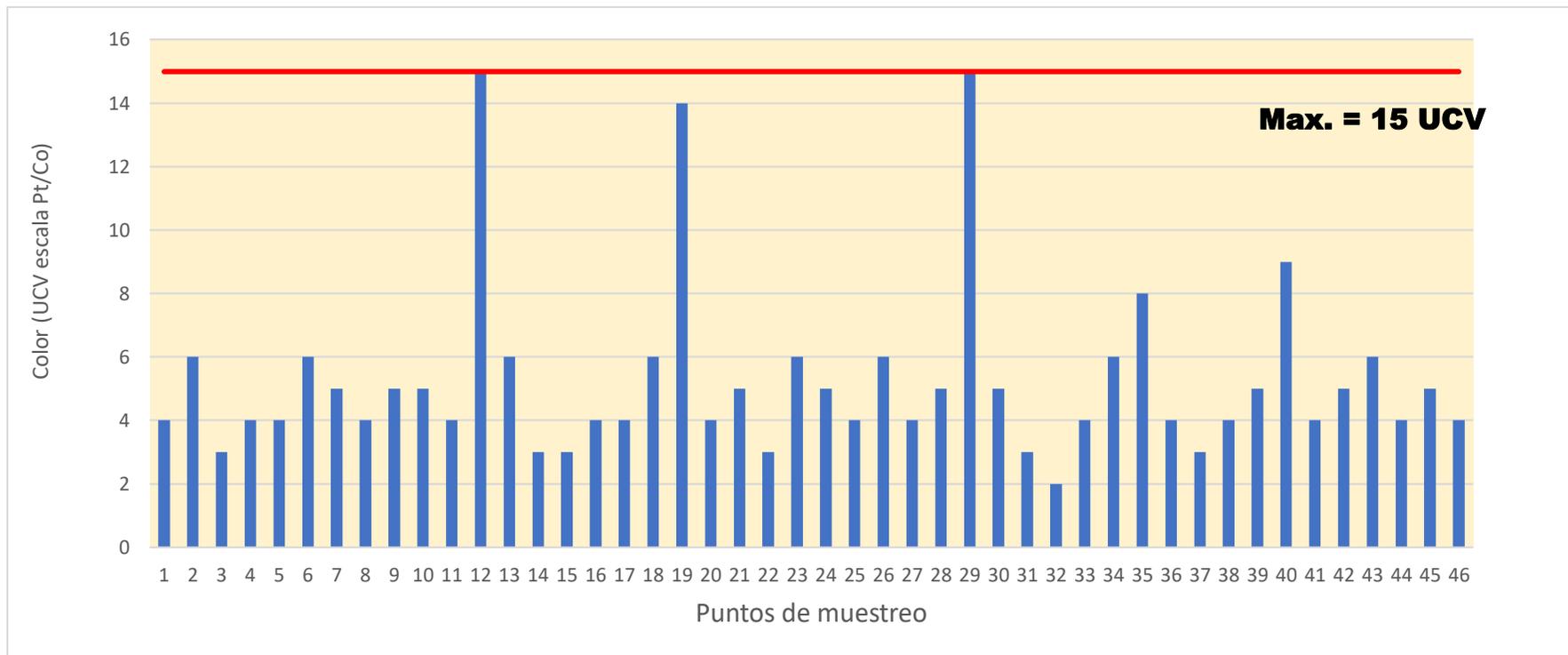


Figura. 7. Resultados del color de agua de los 46 puntos de muestreo (UCV escala Pt/Co) de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, Lima 2019.

En la figura 7 del diagrama de barras podemos observar las unidades de color verdadero (UCV) por cada predio, así como el rango máximo permisible según la normativa DIGESA.

Tabla 8. Resumen Estadísticos del Color de agua (UCV escala Pt/Co) de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, 2019. Límite máximo permisible 15 UCV.

N	Media	Des. Estándar	Mínimo	Máximo	95% del intervalo de confianza para la media		Dentro del Rango		Fuera del Rango	
					Límite inferior	Límite superior	n	%	n	%
46	5,3	2,8	2	15	4,4	6,1	46	100%	0	0,0%

La tabla 8 presenta la evaluación del color de agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima, se encontraron en promedio 5,3 UCV con una desviación estándar de +- 2,8 UCV.

Los valores mínimo y máximo fueron de 2 y 15, es decir el 100 % (46) de los reservorios analizados están dentro del rango establecido según la norma DIGESA.

Se estima con un nivel de confianza del 95% que en promedio el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, presentan un color entre 4,4 y 6,1 UCV.

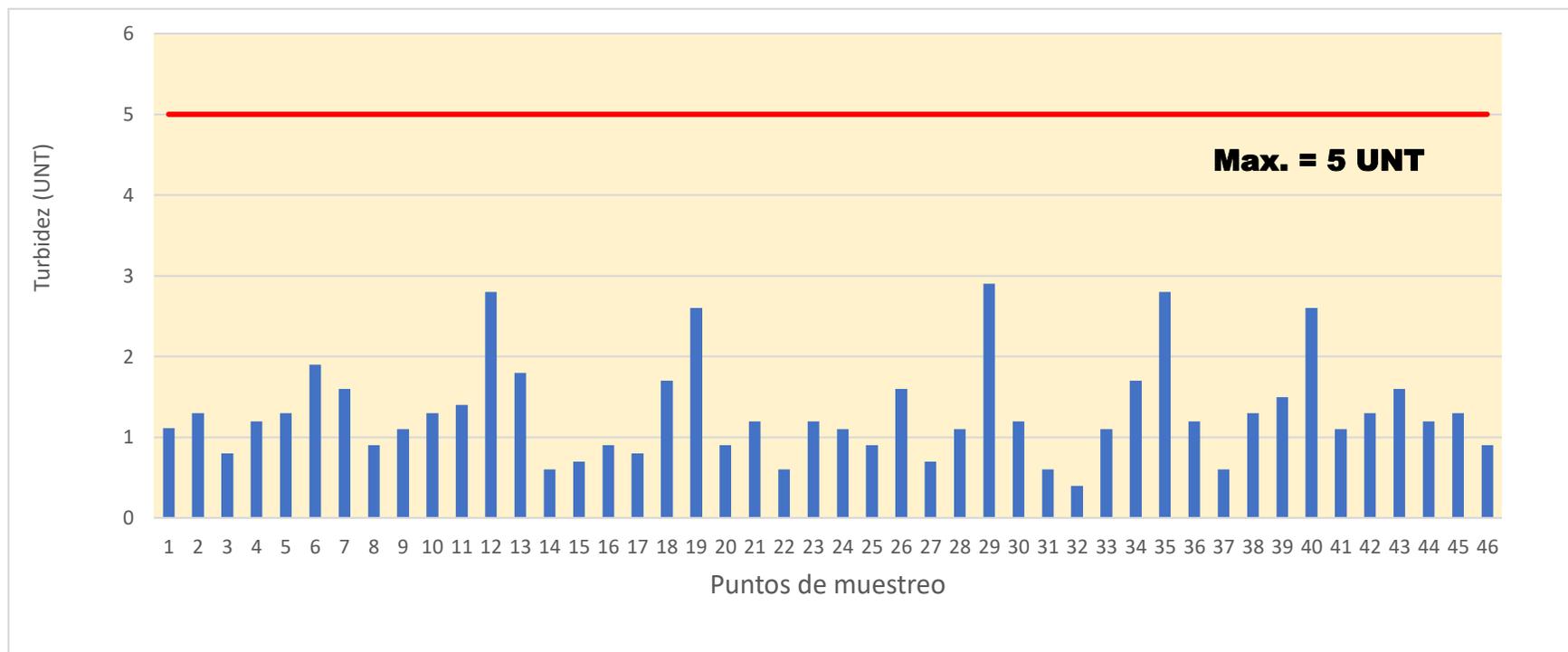


Figura. 8. Resultados de la turbidez de agua de los 46 puntos de muestreo UNT (Unidades Nefelometricas de turbidez) de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.

En la figura 8 del diagrama de barras podemos observar la cantidad de turbidez por cada predio, así como el rango máximo permisible según la normativa de DIGESA.

Tabla 9. Resumen Estadísticos de la Turbidez (UNT) del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019. Límite máximo permisible 5 UNT (Unidades Nefelometricas de turbidez).

N	Media	Des. Estándar	Mínimo	Máximo	95% del intervalo de confianza para la media		Dentro del Rango		Fuera del Rango	
					Límite inferior	Límite superior	n	%	n	%
46	1,3	0,6	0,4	2,9	1,1	1,5	46	100%	0	0,0%

La tabla 9 presenta la evaluación de la turbidez de agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima, se encontraron en promedio 1,3 UNT con una desviación estándar de +- 0,6 UNT.

Los valores mínimo y máximo fueron de 0,4 y 2,9, es decir el 100 % (46) de los reservorios analizados están dentro del rango establecido según la norma DS N° 031-2010.

Se estima con un nivel de confianza del 95% que en promedio el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, presentan un indicador de turbidez entre 1,1 y 1,5 UNT.

Tabla 10. Resumen estadístico del valor de pH de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019. Límite máximo permisible de 6,5 a 8,5.

N	Media	Desviación Estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
46	7,81	0,84	7,56	8,06	5,5	8,8

La tabla 10 muestra que, si bien el valor promedio del pH de los reservorios del centro poblado rural Río Seco se encuentran dentro de los límites aceptables según la normativa DS N° 031-2010 DIGESA, existen algunos predios que superan el pH de 8,5.

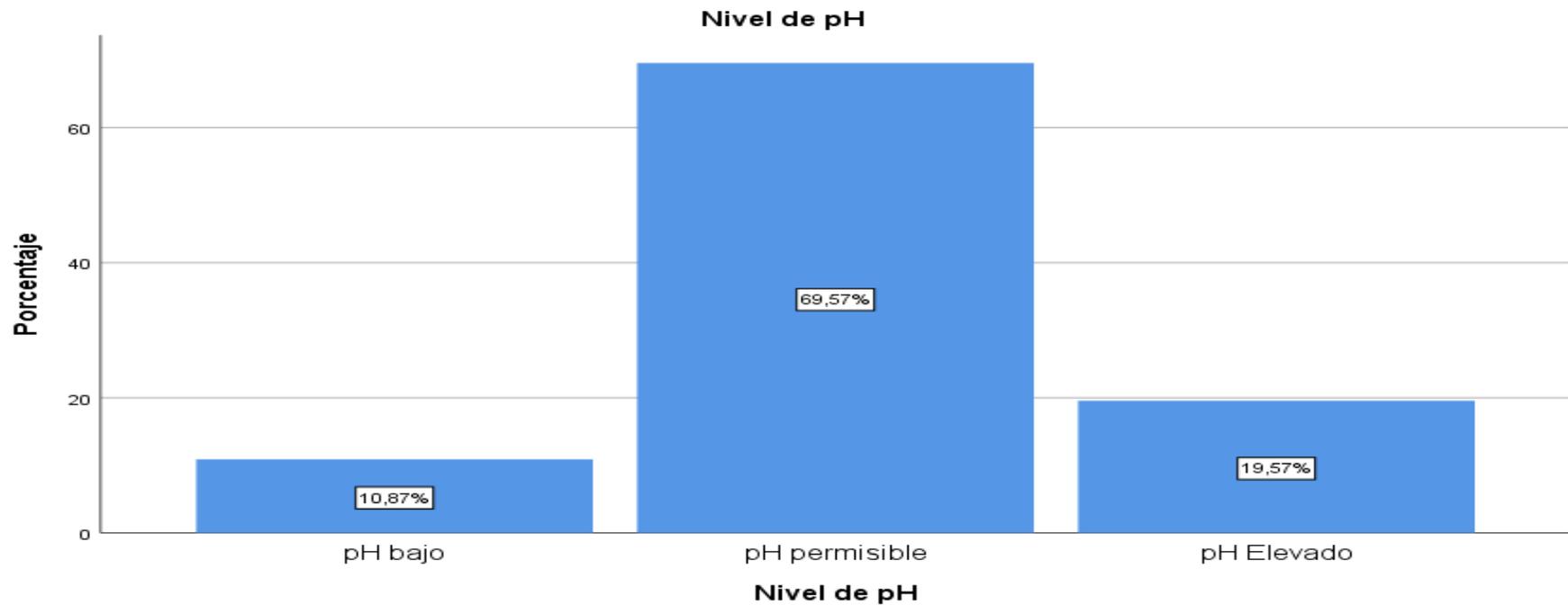


Figura 9. Distribución del valor de pH de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco - Cieneguilla, Lima 2019.

En la figura 9 del diagrama de barras se observa un 69,57% del total de muestras del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019 que presentan valores dentro de los límites aceptables, mientras que un 10,87% y 19,57% presentan valores bajos y elevados respectivamente.

Tabla 11. Valores promedio de cloro residual del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.

	N	Media	Desviación estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
Cloro residual	46	0,3	0,4	0,2	0,4	0,0	2,6

Rango permisible para agua potable (0,5 mg – 1 mg /L)

La tabla 11. Nos indica que el valor del cloro residual del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019 fue de 0,2 mg. Que está muy por debajo de los parámetros permisibles según la normativa de la calidad del agua para consumo humano.

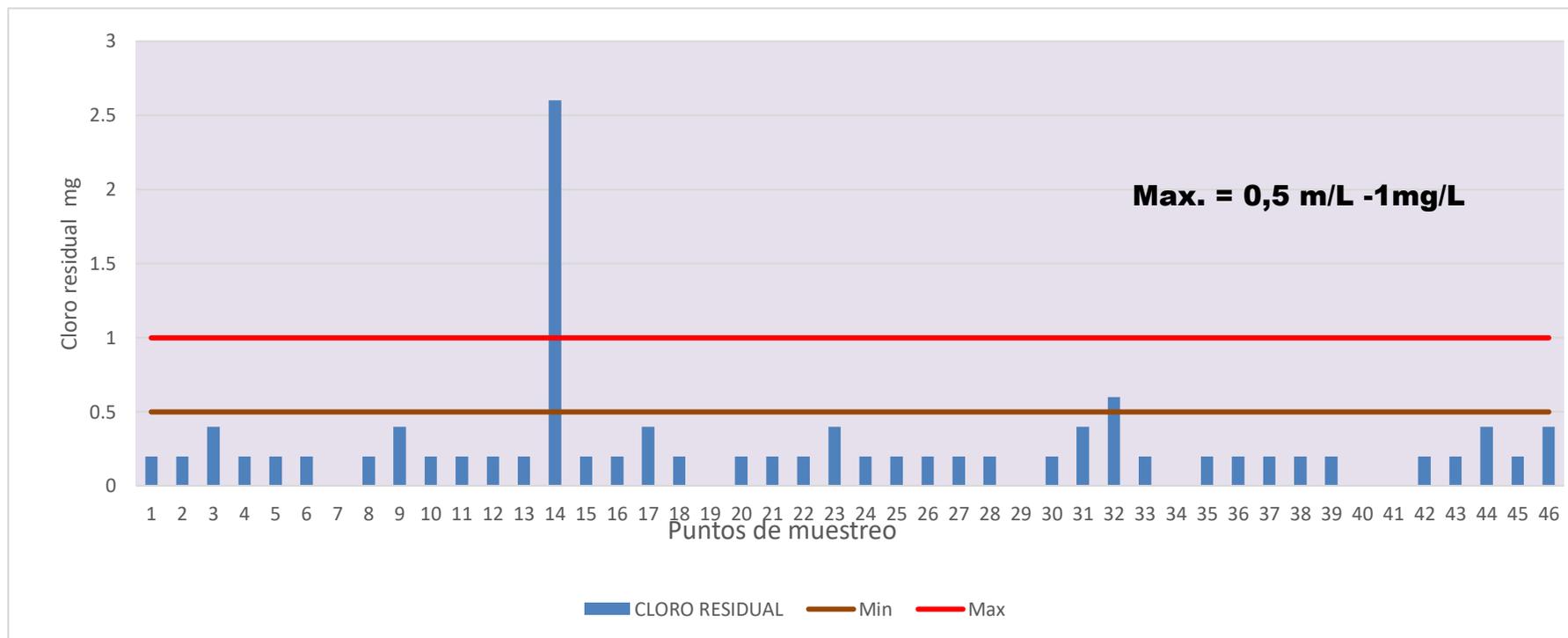


Figura 10. Resultados de la concentración de cloro residual en los 46 puntos de muestreo de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.

En la figura 10 del diagrama de barras podemos observar la cantidad de cloro residual por cada predio, así como el rango permisible para agua potable según la normativa DIGESA.

Tabla 12. Resultados de la concentración de cloro residual en los 46 puntos de muestreo de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, 2019.

Cloro residual	Frecuencia	Porcentaje
Menor a 0,5 mg	44	95,7%
0,5 - 1,0 mg	1	2,2%
Mayor a 1,0mg	1	2,2%
Total	46	100,0%

Rango permisible para agua potable (0,5 mg/L – 1 mg/L)

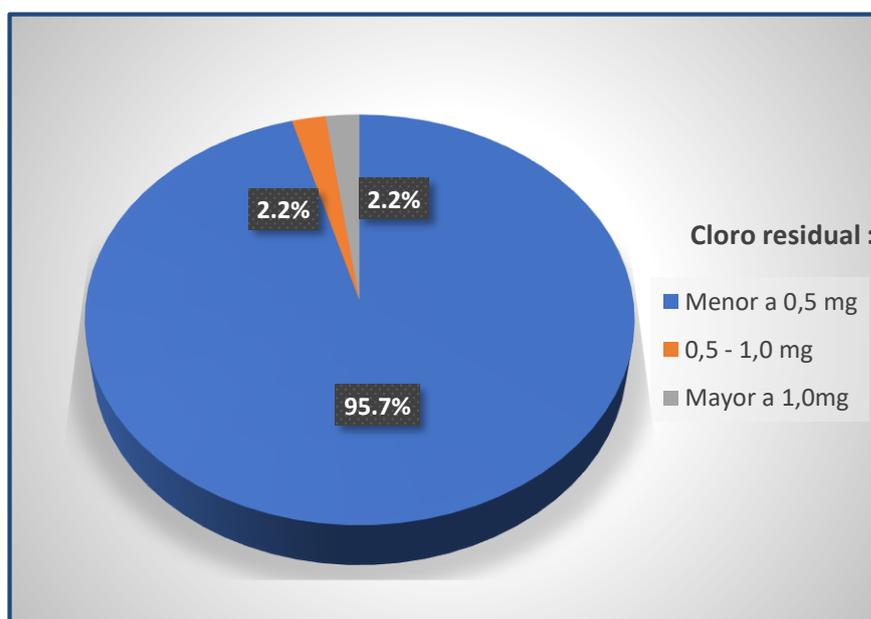


Figura 11. Distribución del valor de la concentración de cloro en el agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019.

La figura 11 muestra que el 95,7% de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco, Cieneguilla, Lima 2019 tienen niveles de concentración de cloro por debajo de los parámetros establecidos según la normativa DS N° 031-2010 DIGESA.

Tabla 13. Comparación de los límites máximos permisibles y los valores encontrados en muestras de agua provenientes de cisternas respecto a los parámetros de control obligatorio de la calidad de agua para consumo humano.

Parámetros	Fuente	Media	Desv. Desviación
pH *	LMP	8,5	0,0
	in situ	7,81	0,84
Color *	LMP	15,0	0,0
	in situ	5,3	2,8
Turbiedad *	LMP	5,0	0,0
	in situ	1,3	0,6
Cloro residual*	LMP	5,0	0,0
	in situ	0,3	0,4

*Diferencias significativas con un valor de probabilidad $p < 0.05$, ns: valores estadísticamente iguales.

En la tabla 13 de la comparación de los parámetros físicos obligatorios, se ejecutó la prueba de comparación de medias de Student encontrándose que, los valores de pH, color y turbiedad son diferentes a los establecidos en la norma y a su vez son menores o no superan dichos parámetros, por lo que el único inconveniente en la calidad del agua potable analizada lo constituyen los contaminantes coliformes totales y coliformes fecales.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusiones

A partir de los resultados obtenidos, de la presente investigación se evaluó los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano. En relación al estudio de los coliformes totales se obtuvo que el 96% (46 muestras, debido a que se perdió una unidad por estar incompletos los análisis de las 47 calculadas en la muestra) del agua de los reservorios están infestados por estos microorganismos; siendo, esto un indicador muy importante de la mala calidad del agua que consume dicha población, esta investigación coincide con Rodríguez R. (2016) ⁽⁵³⁾ y Palomino M. (2016) ⁽⁵⁰⁾ en la evaluación de coliformes totales ellos concluyeron que el 50 % de las (72 muestras) analizadas para el caso de agua de consumo humano superan los límites máximos permisibles (LMP) de coliformes totales según la normativa establecido en el artículo 63° (DIGESA).

Moposita A. (2015) ⁽⁴⁴⁾ en la evaluación de coliformes termotolerantes, determino que el agua de los hogares de la Parroquia Pasa, se encuentran contaminadas en un 100% por Coliformes fecales. Donde concluyo que la presencia de Coliformes termotolerantes no se encuentra dentro de los niveles permitidos por la norma. Así mismo en nuestro estudio de *Escherichia coli* se obtuvo que el 34,8% (16 muestras) del agua de los reservorios están contaminados por estos microorganismos como indica la normativa es un indicador universal de coliformes termotolerantes en agua para consumo humano.

Según Valencia A. (2016) ⁽⁴³⁾; En la evaluación de coliformes fecales se encontraron mayor cantidad de colonias en la parte superficial de los tanques de almacenamiento siendo el promedio de 200 UFC/100 mL sabiendo que el rango máximo permisibles es de 0 UFC/100 mL en agua potable para consumo humano, convirtiéndolo en no apto para consumo; Así mismo en nuestro estudio el 34,8 % del total de muestras están infestadas por *Escherichia coli* convirtiéndolo en un foco infeccioso para los pobladores del

centro poblado rural Rio Seco.

En la evaluación del pH, parámetro físico de control obligatorio se obtuvo como resultado una leve diferencia del 19,5% (9 muestras) del total de lo muestreado están por debajo del rango como indica la norma. En la investigación de Tacora S. (2018) ⁽¹⁸⁾ obtuvo valores del pH que se encuentran dentro de las especificaciones técnicas de 6,5 – 8,5 establecidas en DS 031-2010 SA de la norma DIGESA.

Cuando se evaluó el cloro residual el 95,6% (44 muestras) está por debajo del rango establecido de 0,5 mg/l por lo tanto no cumple con los parámetros especificados en la normativa. En el estudio de Tacora S. (2018) ⁽⁵²⁾ indico que los valores obtenidos de los 9 puntos de muestreo cumplen con las especificaciones según norma a excepción de un punto de muestreo que no cumple con lo establecido según la norma técnica.

Así mismo el estudio realizado por Cava T. y Ramos F. (2016) ⁽⁴⁹⁾ concluyeron que los resultados obtenidos de cloro residual de la localidad de las juntas del distrito de Pacora están por debajo del rango permisible establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, febrero 2011. Que coincide con nuestro estudio realizado sobre el cloro residual ya que el 95,7% de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco tienen niveles de concentración de cloro residual por debajo de los parámetros establecidos según la normativa de DIGESA. lo que se relaciona con la proliferación de coliformes totales y coliformes fecales.

En la evaluación de la turbiedad los resultados obtenidos del 100% de las muestras está dentro de los parámetros establecidos según norma técnica que es menor a los 5 UNT que coincide con Cava T, Ramos F.,(2016) ⁽⁴⁹⁾ cuyos resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que la turbidez en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites

establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011. Así mismo Tacora S. (2018) ⁽¹⁸⁾ Evaluó este parámetro físico y obtuvo como resultados que si se cumple con el parámetro máximo permisible indicado por la normativa DS N° 031-2010 DIGESA.

En la evaluación del color del agua los resultados obtenidos de las 46 muestras indicaron que el 100% están dentro del rango establecido que es como límite máximo permisible 15 UCV escala platino/cobalto según la normativa y coincide con el estudio realizado por Cava T., y Ramos F. (2016) ⁽⁴⁹⁾ que concluyeron que los resultados obtenidos y comparados con los límites máximos permisibles se determinó que el color en el agua de consumo de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora está dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, Febrero 2011.

Moposita A. (2015) ⁽⁴⁴⁾ En su estudio de recolección de datos mediante encuestas realizadas a 100 hogares en la pregunta si realizan algún proceso adicional de tratamiento al agua que consumen obtuvieron los siguientes resultados que el 19% hierve el agua, el 15% lo clora y un 62 % no realiza ninguna acción para purificarla. Así mismo en nuestro estudio en la recolección de datos por medio de encuestas a la pregunta clora el agua que consume respondieron que sí, un 71,7 % y lo hace hervir un 28,3% lo que nos resulta algo poco creíble por los resultados encontrados a nivel microbiológico y físico del cloro residual que está por debajo del rango permisible según la normativa de DIGESA.

Según la OMS (2018) las autoridades locales cumplen con frecuencia un rol importante en la gestión de los recursos hídricos y los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano. Esto puede cubrir la inspección de la captación del agua, así como el monitoreo y vigilancia de

los sistemas formales de abastecimiento de agua. Del mismo modo tienen un importante rol en la educación y capacitación sobre la calidad del agua, así como el apoyo permanente de seguimiento y difusión del programa de la calidad del agua para lograr y mantener su sostenibilidad. En contraste con nuestro estudio sobre la calidad del agua en el centro poblado rural Rio Seco hay poca participación de las autoridades locales ya que no realizan un monitoreo continuo, así como la falta de capacitación sobre las medidas para mejorar la calidad del agua que consumen los pobladores ⁽⁵⁵⁾.

4.2 Conclusiones

- Se concluye que la comprobación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano no cumple con los límites máximos permisibles según el artículo 63° de la normativa de la calidad del agua para consumo humano de DIGESA.
- También podemos concluir referente a la evaluación microbiológica de coliformes totales en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco presentan una contaminación de 97,8% (45 muestras) del total de muestras obtenidas.
- Así mismo podemos concluir concerniente a la evaluación microbiológica de *Escherichia coli* en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco presentan una contaminación de 34,8 % (16 muestras) del total de muestras obtenidas.
- Con respecto a las propiedades físicas como el pH, turbiedad, color están dentro de los rangos establecidos según norma DIGESA, a excepción del parámetro del cloro residual que está muy por debajo de lo establecido que es 0,5 mg/L estipulado según DS 031-2010 de la norma de la calidad del agua para consumo humano aprobado por la autoridad de salud a través de la Dirección general de salud ambiental (DIGESA).
- Respecto a las prácticas de sanitización se determinó que la mayoría de pobladores tiene conocimiento de los métodos de limpieza de sus reservorios mas no lo ejecutan por los resultados obtenidos, a excepción de un porcentaje mínimo que no tiene idea del cómo mantener limpios y salubres sus reservorios.

4.3. Recomendaciones

- En el estudio realizado recomendamos que se cumpla con las pautas sugeridas en la charla realizada para la comunidad en donde se puso énfasis en la purificación del agua y las medidas de prevención para mejorar la calidad del agua que consumen y evitar así posibles infecciones por microorganismos coliformes totales y coliformes fecales como el *Echerichia coli*.
- Se recomienda exigir a las cisternas privadas la autorización sanitaria de proveedores mediante camión cisterna de distribución de agua para consumo humano, así como el certificado de limpieza y desinfección de la cisterna que les haya entregado la Municipalidad de Cieneguilla.
- Se recomienda la limpieza de sus reservorios de agua en forma periódica y de forma continua para evitar proliferación de microorganismos y hongos y se produzca una contaminación cruzada con el agua que compren de las cisternas.
- Se exige a las autoridades competentes tales como el Ministerio de Salud a través de DIGESA y este a su vez por medio de la Dirección integrada de redes Lima este (DIRIS) evalúen y monitoreen continuamente la calidad del agua así mismo exhortar al municipio de Cieneguilla y a SEDAPAL que aprueben lo más antes posible la obra de agua potable, desagüe y alcantarillado, ya que en el estudio realizado se evidencia parámetros muy elevados de coliformes totales y en menor grado coliformes fecales lo cual es muy alarmante y perjudicial para la salud de los pobladores más vulnerables como son los niños y adultos de la tercera edad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agua y Saneamiento – Desarrollo Sostenible [Internet], [Citado 2 feb 2020], Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>.
2. Organización Mundial de Salud. Guías para la calidad de agua de consumo humano. 4ta. Ed. Ginebra; OMS;2011: Pág.18.
3. Trujillo F. Evaluación fisicoquímica y bacteriológica en la laguna de Conache, distrito de Laredo- departamento de la Libertad, 2013. [Tesis de grado]La Libertad: Universidad Nacional de Trujillo:1014; p. 16 Citado por (Tose,2018).
4. Ministerio de Salud. Vigilancia y control de la calidad del agua. Lima; MINSA;2016: Pág. 6.
5. Villena J. Calidad del agua y desarrollo sostenible. Rev. Perú Med. Exp. Salud Publica vol.35, n.2, [Internet].2018;35(2):304. Disponible en: <https://rpmpesp.ins.gob.pe/index.php/rpmpesp/article/view/3719>.
6. RPP Noticias Vizcarra resaltó prioridad del Gobierno para llevar agua potable a todo el país [Internet] [citado 3 feb 2020]. Disponible en: <https://rpp.pe/politica/gobierno/vizcarra-resalto-prioridad-del-gobierno-para-llevar-agua-potable-a-todo-el-pais-noticia-1174767>.
7. Marchand E. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. [Tesis de grado]Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1996; Citado por (Vargas 1996).
8. Vargas C, Rojas R, Joseli J. Control y vigilancia de la calidad de consumo humano. Lima,1998; Pág.3.
9. Galindo J. Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano de cuatro comunidades nativas del distrito de Constitución – Oxapampa – Pasco. [Tesis de grado]; Tingo María; Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2018.

10. Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable (2da Ed.) Ginebra; OMS; 1998.
11. Ministerio del Ambiente. Plan Nacional de acción ambiental 2da Ed. Lima-Perú 2011-2021. MINAM:2016.
12. Hernández J. Evaluación de la calidad bacteriológica de agua de pozos para consumo humano del casco urbano del departamento de Chiquimula. Guatemala; 2012. Pág. 7. Citado por Grey N. (1994).
13. Comisión Nacional de los derechos humanos. El derecho humano al agua potable y saneamiento. Mexico; CNDH;2014 1era Edición; Pág. 3.
14. Concha J, Guillen J. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable [Tesis de grado] Lima; Universidad San Martin de Porres; 2014. Pág. 3.
15. Álvarez D, Tarqui C. Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú, [Internet], 2016 [Consultado el 14 de julio de 2019]: Vol. 18, Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n6.55008>.
16. Arcos M, Ávila S, Estupiñán S, Gómez A. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. [Internet] [Consultado el 15 de mayo del 2019]; Volumen (3); Pagina (69-79) Disponible en: hemeroteca.unad.edu.co.
17. Larrea J, Rojas M. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas. [Internet], 2013 [Consultado el 14 de Julio de 2019]: Vol. 44, Pág. 24, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181229302004>.
18. Trujillo I, Ponce Y. Determinación de calidad microbiológica del agua de los dispensadores de oficinas farmacéuticas en el distrito de Villa el Salvador - 2018" [Tesis de grado], Lima; Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2018. Pág. 24. Citado por (OMS,2018).
19. Dirección General de Salud Ambiental (MINSA)Reglamento de la Calidad del

Agua para Consumo Humano – Digesa; DS N° 031-2010-SA. Lima: 2011

20. Monforte G, Cantu P. Escenario del Agua en México. [Internet] [Consultado el 17 de mayo del 2019]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3238728.pdf>.
21. Ministerio de Salud (MINSA) Reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano – Digesa DS. N° 031-2010-SA. Lima: 2011 Pag. 28.
22. Larrea J, Rojas M. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas,[Internet],2013,[Consultado el 14 de Julio de 2019]:Vol. 44, Pág. 26, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181229302004>.
23. Vélez A, Ortega J. Determinación de coliformes totales y *Escherichia coli*. coli en muestras de lechuga expandidas en cuatro mercados de la ciudad de Cuenca. [Tesis de Grado]. Cuenca; Universidad de Cuenca;2013.
24. Canet J. *Escherichia coli*. Características, patogenicidad y prevención. 2016; [Consultado el 15 de julio del 2109]. Disponible en:www.betelgeux.es/blog/./escherichia-coli-caracteristicas-patogenicidad-y-prevencion.
25. Adderly D. Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa-Melgar. [Tesis de grado] Puno; Universidad Nacional del Altiplano;2017. Pág. 26. Citado por la (OMS,2014).
26. Centro de calidad ambiental " Norma Mexicana" NMX-AA-17-1980. UNINET (1992).
27. Fernández M, Moreno A, Pérez A. Determinación de cloro residual. Método del DPD.[Internet],2001,[Consultado el 16 de Julio del 2019], Disponible en: www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/higsand13.pdf.
28. Reascos B, Yar B. Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano

- de las comunidades del Cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas. [Tesis de grado]. Ibarra; Universidad Técnica del Norte; 2010; Pág. 36.
29. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales. (IDEAM) "Turbiedad por nefelometría" Colombia (2007), Disponible en: [www.ideam.gov.co › documents › Turbiedad+por+Nefelometría.pdf](http://www.ideam.gov.co/documents/Turbiedad+por+Nefelometria.pdf).
 30. Reascos B, Yar B. "Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón cotacachi y propuesta de medidas correctivas" [Tesis de grado] Ibarra; Universidad Técnica del Norte; 2010. Pág. 49.
 31. Reascos B, Yar B. "Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón cotacachi y propuesta de medidas correctivas" [Tesis de grado] Ibarra; Universidad Técnica del Norte; 2010. Pág. 48.
 32. Aponte M. Validación y documentación de la determinación de sulfatos y cloro residual libre en aguas en el laboratorio Aliscca Ltda. práctica empresarial. [Tesis de grado]; Pereira; Universidad Tecnológica Pereira; 2010; Pág. 16.
 33. Quispe D. Calidad Bacteriológica y Físico-Química del agua de seis manantiales del Distrito de Santa Rosa-Melgar. [Tesis de Grado]. Puno; Universidad Nacional del Altiplano; 2017.
 34. Paredes A. Implementación del protocolo para la determinación de coliformes totales y *Escherichia coli* en agar CHromocult para la asociación municipal de acueductos comunitarios Amac. [Tesis de grado] Pereira; Universidad Tecnológica de Pereira; 2014. Pág. 21. Citado por (Tortota, 1993).
 35. Reascos B, Yar B. "Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón cotacachi y propuesta de medidas correctivas" [Tesis de grado] Ibarra; Universidad Técnica del Norte; 2010. Pág. 49.
 36. Reascos B, Yar B. "Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón cotacachi y propuesta de medidas correctivas" [Tesis de grado] Ibarra; Universidad Técnica del Ecuador; 2010. Pág. 48.

37. Paredes A. Implementación del protocolo para la determinación de coliformes totales y *Escherichia coli* en agar CHromocult para la asociación municipal de acueductos comunitarios Amac. [Tesis de grado] Pereira; Universidad Tecnológica de Pereira; 2014. Pág. 21. Citado por (Tortota,1993).
38. Carrillo E, Lozano A. "Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar Chromocult" [Tesis de grado] Bogotá; Pontificia Universidad Javeriana; 2008.
39. Paredes A. Implementación del protocolo para la determinación de coliformes totales y *Escherichia coli* en agar CHromocult para la asociación municipal de acueductos comunitarios Amac. [Tesis de grado] Pereira; Universidad Tecnológica de Pereira; 2014. Pág. 22.
40. MERCK. Manual de medios de Cultivo. 2000.[Internet] 2000 [Consultado el 21 de Setiembre del 2019] Disponible en: www.ictsl.net › downloads › microbiología.
41. Gómez M, Peña P, Vásquez M. 1999. Determinación y diferenciación *Escherichia coli* y Coliformes Totales usando un sustrato cromógeno. Laboratorio Central. Aquagest Galicia, España.
42. Yubaille D. "Evaluación de la calidad física, química, microbiológica y resistencia bacteriana del agua de consumo humano de la parroquia Punín Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo" [Tesis de grado], Riobamba; Escuela superior politécnica de Chimborazo;2017.
43. Sánchez E, Ballesteros K. "Evaluación de la calidad del agua y formulación de alternativas de mejora en el sistema de tratamiento de agua potable suministrada por la empresa Acosmi del barrio San Miguel I etapa del municipio de rio de Oro-Cesar" [Tesis de grado] Ocaña; Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña;2017.
44. Valencia A. "Evaluación de la calidad de agua para consumo, en la cabecera

municipal de Rio sucio departamento del Chocó-Colombia". [Tesis de postgrado] Manizales; Universidad de Manizales;2016.

45. Hernández C. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón, [Tesis de grado]Costa Rica, Universidad Nacional, 2016.
46. Moposita A. "Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia de Pasa del Cantón Ambato en el período diciembre 2014 - mayo 2015" [Tesis de grado] Ambato; Universidad Técnica de Ambato;2015.
47. Rodríguez R. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo. [Tesis de grado] Trujillo, Universidad Nacional de Trujillo; 2019.
48. Tacora S. "Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la Comunidad de LLañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay" [Tesis de grado] Abancay; Universidad Tecnológico de los Andes;2018.
49. Amado M. "Determinación bacteriológica de la calidad del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del distrito de Majes, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, abril - mayo 2017"Caylloma" [Tesis de grado] Arequipa; Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2018.
50. Palomino M. Calidad de agua de consumo humano del distrito de Anco, La Mar, Ayacucho 2016, [Tesis de grado] Ayacucho; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga;2016.
51. Cava T, Ramos F. " Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento" " [Tesis de grado] Lambayeque; Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo;2018. Disponible en: legismex.mty.itesm.mx > normas.

52. Córdova M. Estadística Aplicada, editorial Moshera, 3ra ed. Lima: 2006. Pág. 114-115.
53. EPIDAT Programa de libre Distribución desarrollado por el Servicio de Epidemiología Ver. 4.2 (2016) Disponible en: www.sergas.es › Saude-publica › EPIDAT.
54. Onofre E. Pprocedimiento constructivo de tanques rectos en la planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco. [Tesis de grado] México; Universidad Autónoma de Mexico;2014. Pág. 3.
55. Organización Mundial de Salud Guías para la calidad del agua de consumo humano 4ta. Ed. Ginebra; OMS;2011: Pág. 12.

ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	METODOLOGÍA Población - muestra
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cumplirá el agua de los reservorios del centro poblado rural Río Seco en el distrito de Cieneguilla con los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Comprobar el cumplimiento de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Río Seco-Cieneguilla, Marzo – Octubre, 2019.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Determinar la cantidad microbiana de coliformes totales presentes en el agua de los reservorios del centro poblado Río Seco Cieneguilla, Marzo – Octubre, 2019.</p> <p>Determinar la cantidad de bacterias Echerichia coli en el agua de los reservorios del centro poblado Río Seco-Cieneguilla, Marzo – Octubre, 2019.</p> <p>Comprobar los parámetros físicos de control obligatorio del agua de los reservorios del centro poblado Río Seco – Cieneguilla, Marzo – Octubre, 2019.</p> <p>Identificar las practicas sanitarias que emplea la población del centro poblado Río Seco en almacenar el agua en sus reservorios.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Se cumple con los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Río Seco – Cieneguilla, Marzo – Octubre, 2019.</p> <p>HIPÓTESIS NULA (0)</p> <p>No se cumple con los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Río Seco – Cieneguilla, Marzo – Octubre, 2019.</p>	<p>El presente trabajo está destinado evaluar los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano de los reservorios del centro poblado Río Seco del distrito de Cieneguilla en el departamento de Lima, 2019. Ya que la calidad sanitaria del agua que consume la población repercute de manera significativa en la salud de las personas. Esto se debe a los microorganismos que se encuentran en el agua, Siendo los principales transmisores de las enfermedades gastrointestinales, que van desde diarrea leves a procesos muchos más graves como las diarreas severas y las disenterías, las cuales afectan con mayor impacto a la población inmunológicamente comprometida, como los niños, los ancianos y los que presentan enfermedades inmunodeficientes.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Reservorios de agua</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Parámetros de control obligatorio de la calidad del agua</p>	NOMINALES	<p>MUESTREO</p> <p>Según manual de procedimientos de recolección de muestra de la norma DIGESA</p> <p>MÉTODO MICROBIOLÓGICO</p> <p>Método por filtración de membrana y sembrado en CHromagar ECC. Recuento de coliformes totales y Escherichia coli</p> <p>Según procedimientos de APHA 2017</p> <p>MÉTODO FISICOS</p> <p>pH Cloro residual Se empleó el método DPD turbiedad color</p>

Anexo B: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Valores	Criterios de Medición	Escala de medición de variables	Instrumentos de Recolección de datos
VARIABLE INDEPENDIENTE -Reservorios de agua	Recipiente grande generalmente cerrado cuya función principal es almacenar un líquido	-Reservorio de agua	-Volumen	-mL	-Apto -No apto	-Numérico	-Excel
VARIABLE DEPENDIENTE Parámetros de control obligatorio de la calidad del agua	Son normas que permiten medir la calidad del agua para consumo humano	-Microbiológicos -Coliformes totales - <i>Escherichia coli</i>	-Recuento de coliformes totales -Recuento de <i>Escherichia coli</i>	ufc ufc	0 Apto >0 No apto	-Nominal	-Excel
		-Físicos -pH -Cloro residual -Turbiedad -Color	-De 6,5 – 8,5 -0,5 mg/L -5 UNT -15 UCV pt/Co	-Acido, alcalino y neutro -Crecimiento bacteriano -Residuos suspendidos -Transparente y turbio	>8,5 No aceptable <6,5 No Aceptable <0,5 mg/l No aceptable >5 UNT No aceptable <5 UNT Aceptable <15 UCV Aceptable >15 UCV No aceptable	-Nominal	-Excel

Anexo C: Formato de validación aprobado por el Biólogo Mendoza Carbajal Leonardo



FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres del experto: Mendoza Carbajal Leonardo
2. Cargo e institución donde labora: Universidad Norbert Wiener
3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación:
4. Autor (a) del instrumento: Br. Blas Manyari, Christopher Isaac, Br. CHacmana Asturima, Edgar Angel

Calificación:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

B.

N°	Ítem	Relevancia				Pertinencia				Claridad				Sugerencias
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	
	Dimensión 1:													
1	¿La Localidad cuenta con un Sistema de agua potable?				✓				✓				✓	
2	¿Está satisfecho con la calidad del agua que compra de las cisternas?				✓				✓				✓	
3	¿Con que frecuencia compra agua a las cisternas? a.- Dos veces por semana b.- Una vez por semana				✓				✓				✓	
4	¿El agua que usa del pozo lo emplea para consumo humano?				✓				✓				✓	
5	¿Usted purifica el agua que compra de las cisternas? a.- Lo añade cloro d.- De otra forma b.- lo hace hervir c.- lo usa sin purificar				✓				✓				✓	
6	¿El pozo de agua lo tiene tapado o sin tapar?				✓				✓				✓	
7	¿El agua que compra de la cisterna presenta algunas características tales como? a.- Es turbio d.- Otro problema b.- Tiene arenilla e.- Ninguno c.- Presenta mal olor				✓				✓				✓	
8	¿En el transcurso del año ha presentado algún proceso estomacal? a.- Diarrea c.- Vómitos e.- Otro problema b.- Cólicos d.- Fiebre				✓				✓				✓	
9	¿El pozo de agua cada cuanto tiempo lo limpia? a.- Cada 15 días c.- Cada 60 días b.- Cada 30 días d.- Otro				✓				✓				✓	
10	¿Hace hervir el agua que consume para tomar? a.- 30 segundos c.- 2 minutos b.- 1 minuto d.- Otro				✓				✓				✓	

MD	D	A	MA
1	2	3	4

Dónde: MD: Muy en desacuerdo
D: En desacuerdo
A: De acuerdo
MA: Muy de acuerdo

Pertenencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
Claridad

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

CBP 12991
Firma y sello del experto

Anexo D: Formato de validación aprobado por el Mg. Mejía Enrique León



FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres del experto: Mejía Leon Enrique
2. Cargo e institución donde labora: Universidad Norbert Wiener
3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación:
4. Autor (a) del instrumento: Br. Blas Manyari, Christopher Isaac, Br. CHacmana Asturima Edgar Angel

Calificación:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

B.

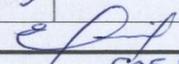
N°	Ítem	Relevancia				Pertinencia				Claridad				Sugerencias
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	
Dimensión 1:														
1	¿La Localidad cuenta con un Sistema de agua potable?				✓				✓					✓
2	¿Está satisfecho con la calidad del agua que compra de las cisternas?				✓				✓					✓
3	¿Con que frecuencia compra agua a las cisternas? a.- Una vez por semana b.- Dos veces por semana				✓				✓					✓
4	¿El agua que usa del pozo lo emplea para consumo humano?				✓				✓					✓
5	¿Usted purifica el agua que compra de las cisternas? a.- Lo añade cloro d.- De otra forma b.- lo hace hervir c.- lo usa sin purificar				✓				✓					✓
6	¿El pozo de agua lo tiene tapado o sin tapar?				✓				✓					✓
7	¿El agua que compra de la cisterna presenta algunas características tales como? a.- Es turbio d.- Otro problema b.- Tiene arenilla e.- Ninguno c.- Presenta mal olor				✓				✓					✓
8	¿En el transcurso del año ha presentado algún proceso estomacal? a.- Diarrea c.- Vómitos e.- Otro problema b.- Cólicos d.- Fiebre				✓				✓					✓
9	¿El pozo de agua cada cuanto tiempo lo limpia? a.- Cada 15 días c.- Cada 60 días b.- Cada 30 días d.- Otro				✓				✓					✓
10	¿Hace hervir el agua que consume para tomar? a.- 30 segundos c.- 2 minutos b.- 1 minuto d.- Otro				✓				✓					✓

MD	D	A	MA
1	2	3	4

Dónde: MD: Muy en desacuerdo
D: En desacuerdo
A: De acuerdo
MA: Muy de acuerdo

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
Claridad

Pertinencia: El ítem correspondiente al concepto teórico formulado


CQF 10653
Firma y sello del experto

Anexo E: Formato de validación aprobado por el Mg Cano Pérez Carlos



FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres del experto: Cano Perez Carlos Alfredo
2. Cargo e institución donde labora: Universidad Norbert Wiener
3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación:
4. Autor (a) del instrumento: Br. Blas Manyari, Christopher Isaac , Br. CHacmana Asturima Edgar Angel

Calificación:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

B.

N°	Ítem	Relevancia				Pertinencia				Claridad				Sugerencias
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	
	Dimensión 1:													
1	¿La Localidad cuenta con un Sistema de agua potable?				✓				✓				✓	
2	¿Está satisfecho con la calidad del agua que compra de las cisternas?				✓				✓				✓	
3	¿Con que frecuencia compra agua a las cisternas? a.- Dos veces por semana b.-Una vez por semana				✓				✓				✓	
4	¿El agua que usa del pozo lo emplea para consumo humano?				✓				✓				✓	
5	¿Usted purifica el agua que compra de las cisternas? a.- Lo añade cloro d.- De otra forma b.- lo hace hervir c.- lo usa sin purificar				✓				✓				✓	
6	¿El pozo de agua lo tiene tapado o sin tapar?				✓				✓				✓	
7	¿El agua que compra de la cisterna presenta algunas características tales como? a.- Es turbio d.- Otro problema b.- Tiene arenilla e.- Ninguno c.- Presenta mal olor				✓				✓				✓	
8	¿En el transcurso del año ha presentado algún proceso estomacal? a.- Diarrea c.- Vómitos e.- Otro problema b.- Cólicos d.- Fiebre				✓				✓				✓	
9	¿El pozo de agua cada cuanto tiempo lo limpia? a.- Cada 15 días c.- Cada 60 días b.- Cada 30 días d.- Otro				✓				✓				✓	
10	¿Hace hervir el agua que consume para tomar? a.- 30 segundos c.- 2 minutos b.- 1 minuto d.- Otro				✓				✓				✓	

MD	D	A	MA
1	2	3	4

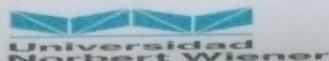
Dónde: MD: Muy en desacuerdo
D: En desacuerdo
A: De acuerdo
MA: Muy de acuerdo

Pertenencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
Claridad

Pertenencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

Firma y sello del experto

Anexo F: Formato de ficha de recolección de datos de los resultados de las muestras del agua obtenidos in situ y en el laboratorio



Estudio realizado por el Bachiller Farmacéutico: Chacmana Asturima Edgar Angel
Bachiller Farmacéutico: Blas Manyari Christofer Isaac

PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICAS DE CARÁCTER OBLIGATORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

MUESTRAS	Punto de muestreo	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI	PH	COLOR	TURBIEDAD	TEMPERATURA	CLORO RESIDUAL
MUESTRA 1	M2P 2510			7.7	4 UCV	1.1 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 2	M2P 2511			7.6	6 UCV	1.3 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 3	M2BL 1			8.1	3 UCV	0.8 UNT		0.4 mg/l
MUESTRA 4	M2BL 5			7.7	4 UCV	1.2 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 5	M2CL 6			8.1	4 UCV	1.3 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 6	M2CL 8			7.4	6 UCV	1.9 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 7	M2D 6			8.2	5 UCV	1.6 UNT		0 mg/l
MUESTRA 8	M2D 7			7.7	4 UCV	0.9 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 9	M2E 4			7.7	5 UCV	1.1 UNT		0.4 mg/l
MUESTRA 10	M2E 6			7.5	5 UCV	1.3 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 11	M2G 4			7.6	4 UCV	1.4 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 12	M2H 3			5.7	15 UCV	2.8 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 13	M2H 13			7.7	6 UCV	1.8 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 14	M2I 2			8.2	3 UCV	0.6 UNT		2.6 mg/l
MUESTRA 15	M2I 4			7.9	3 UCV	0.7 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 16	M2J 4			5.5	4 UCV	0.9 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 17	M2J 6			8.3	4 UCV	0.8 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 18	M2J 8			8.5	6 UCV	1.7 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 19	M2K 5			5.8	14 UCV	2.6 UNT		0 mg/l
MUESTRA 20	M2K 7			7.7	4 UCV	0.5 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 21	M2K 8			7.5	5 UCV	1.2 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 22	M2K 9			8.6	3 UCV	0.6 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 23	M2L 2			8.7	8 UCV	1.2 UNT		0.4 mg/l
MUESTRA 24	M2L 6			7.5	5 UCV	1.1 UNT		0.2 mg/l
MUESTRA 25	M2L 8			7.8	4 UCV	0.9 UNT		0.2 mg/l

Anexo G: Encuesta pre – charla sobre las prácticas de sanitización y potabilización de sus reservorios y del agua que compran a las cisternas.

ENCUESTA - PRE

CODIGO: 000

FECHA: 05/09/19

1.- ¿La Localidad cuenta con un Sistema de agua potable?

SI No

2.- ¿Está satisfecho con la calidad del agua que compra de las cisternas?

SI No

3.- ¿Con que frecuencia compra el agua a las cisternas?

a.- Una vez por semana b.- Dos veces por semana c.- Cada 15 días d.- Una vez por mes

4.- ¿El agua que usa del pozo lo emplea para consumo humano?

Sí No

5.- ¿Usted purifica el agua que compra de las cisternas?

Sí No

Si su respuesta es SI como lo purifica el agua

a.-Le añade cloro d.-Otro purificador _____

b.-Lo hace hervir

c.-Lo añade yodo

6.- ¿El pozo de agua lo tiene tapado o sin tapar?

a.- Tapado

b.- Sin tapar

7.- ¿El agua que compra de la cisterna presenta algunas características tales como?

a.-Es turbio d.- Otro problema _____

b.-Tiene arenilla e.- Ninguno

c.-Presenta mal olor

8.- ¿En el transcurso del año ha tenido o sufrido algún proceso estomacal?

Sí No

Si su respuesta es Sí Que tuvo:

a.-Diarrea e.- Otro problema _____

b.-Cólicos

c.-Vómitos

d.-Fiebre

9.- ¿El Pozo de agua cada cuanto tiempo lo limpian?

Cada 15 días Cada 30 días Cada 60 días Otro _____

10.- ¿hace hervir el agua que consume para tomar?

Sí No

Si su respuesta es Sí ¿Cuánto tiempo lo hace hervir?

30 segundos 1 minuto 2 minutos Otro _____

Nota: Marcar con un aspa el cuadrado o encerrar en un círculo la letra que crea conveniente

Anexo H: Encuesta post – charla sobre las prácticas de sanitización y potabilización de sus reservorios y del agua que compran a las cisternas.

ENCUESTA - POST

Variable Interviniente: Percepción de la Población de la calidad del agua

CODIGO: 000

FECHA: 12/10/19

1.- ¿fue muy informativa la charla para usted?

Sí No

2.- ¿Adoptara medidas de prevención que mejoren la calidad del agua a partir de ahora?

Sí No

3.- ¿Cuál es el servicio más importante para usted?

- a.- El agua
- b.-La luz
- c.-La Educación
- d.-Ninguno

4.- ¿Cómo purificara a partir de ahora el agua que consume de su reservorio?

- a.-Añadirá cloro
- b.-Lo hará hervir
- c.- Usara filtros
- d.-todos los anteriores

5.- ¿Qué medidas adoptarías para evitar que se contamine el agua?

- a.-No arrojar desperdicios a los ríos
- b.-No arrojar productos químicos a los ríos
- c.- Ahorrar agua
- d.-Todos las anteriores

6.- ¿Cuáles son los efectos que tiene la población al consumir agua contaminada?

- a.-Infecciones gastrointestinales
- b.-Deshidratación
- c.-Diarreas
- d.-Muerte
- e.-Todas las anteriores

7.- ¿Cada cuánto tiempo limpiara su pozo de agua?

Cada 15 días Cada 30 días Cada 60 días Cada 6 meses

8.- ¿Por cuánto tiempo tendrá que hervir el agua?

1 minuto 2 minutos 5 minutos 10 minutos

9.- ¿Le preocupa la falta de agua en el futuro?

Si No

10.- ¿Estarías de acuerdo con que las personas que desperdicien agua paguen alguna multa?

Sí No

Nota: Marcar con una X dentro del cuadrado o encerrar en un círculo la respuesta que crea correcta.

Anexo I: Tabla de los Límites Máximos Permisibles microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0
UFC = Unidad formadora de colonias	NMP por tubos	múltiples = < 1,8/100 mL
(*) En caso de analizar por la técnica del		
Concentración de cloro residual libre	0,5 mg/L	LMP 1 mg/L

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1,8/100 ml

La tabla 03 nos indica los límites máximos permisibles de los microorganismos, así como del cloro residual según el DS 031-2010 S.A. de la normativa DIGESA

Anexo J: Imágenes del procedimiento de la agregación del tiosulfato de 0,1 mg al recipiente antes de la toma de muestra del agua de los reservorios del centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla, 2019



Anexo K: Imágenes del rotulado de la muestra del agua captada del reservorio y almacenado en la cadena de frío para ser transportado al laboratorio.



Anexo L: Imágenes de la captación del agua siguiendo los protocolos establecidos por (DIGESA)



Anexo LL: Imágenes del estudio del cloro residual de la muestra de agua por colorimetría y anotación de las propiedades físicas in situ.



Anexo M: Imágenes de la preparación del agar cromogenico en el laboratorio de la Universidad Norbert Wiener y la colocación del medio de cultivo sobre las placas Petri.



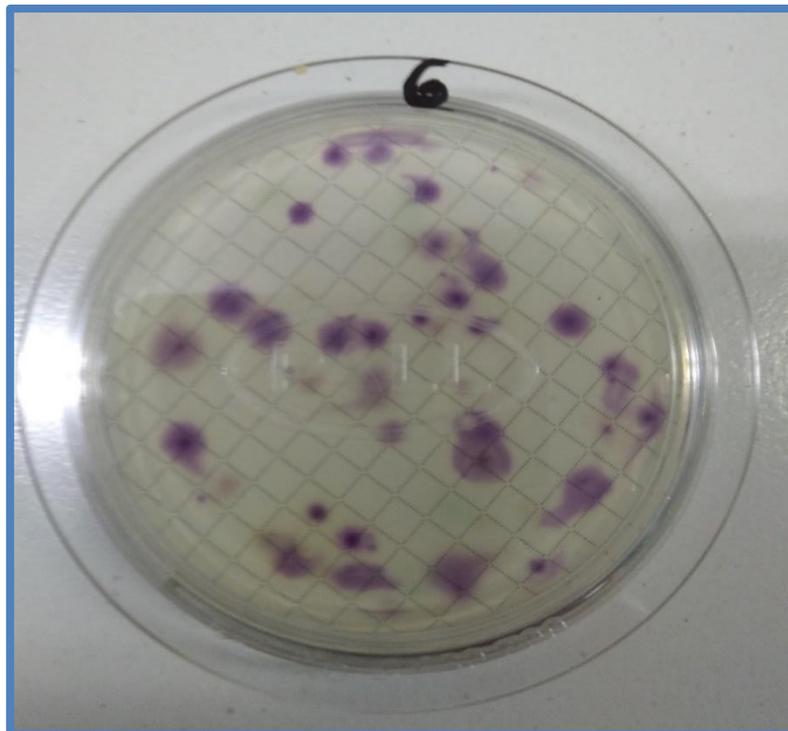
Anexo N: Imágenes de la filtración por membrana de la muestra del agua con el sistema de vacío y el retiro de la membrana del filtro funnel con la pinza estéril.



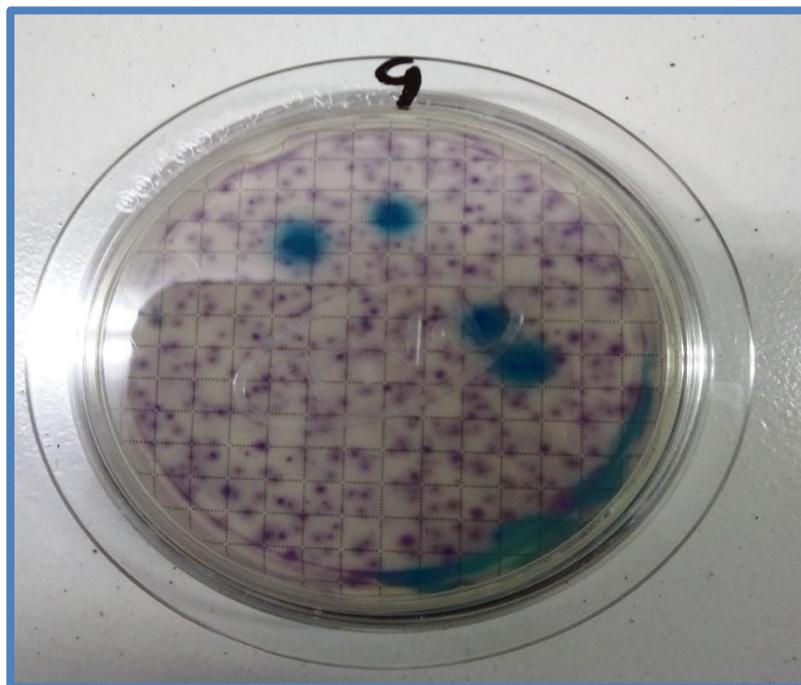
Anexo Ñ: Imágenes de la colocación de la membrana sobre el medio de cultivo y el rotulado de las placas para llevarlos a incubación.



Anexo O: Imágenes del recuento de colonias luego de haber sido incubadas a 37,5° C coliformes totales y 44,5 °C *Escherichia coli* detectados por la coloración.



Anexo P: Imágenes de la presencia de colonias de *Escherichia coli* observadas por la coloración azulada característica y medición del pH de la muestra de agua con el potenciómetro.



Anexo Q: Imágenes de la encuesta realizada a la comunidad del centro poblado rural Rio Seco y charla comunitaria sobre los resultados encontrados del estudio, así como la capacitación de los métodos para mejorar la calidad del agua.



Anexo R: Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, preservación del agua para consumo (MINSA).

 **PERÚ** Ministerio de Salud

Para el caso de aguas superficiales (con excepción de las estructuras tipo barraje), remover todo tipo de malezas, residuos y/o deshechos de la rejilla, malla o canastilla salida.

- **Reservorios y Cisternas:**
 - Remueva todo tipo de residuos ubicados alrededor de la tapa con la ayuda de una escobilla.
 - Remueva la tapa cuidadosamente, teniendo la precaución de que no caiga al interior ningún tipo de residuo.
- **Grifos o caños**
 - Se elige un grifo que este conectado directamente con una cañería de distribución, es decir, que el ramal del grifo no este comunicado con tanques domiciliarios, filtros, ablandadores u otros artefactos similares. Tampoco conviene extraer muestras de grifos colocados en puntos muertos de la cañería.
 - Remueva cualquier dispositivo ajeno al grifo, como pedazos de manguera y otros objetos.
 - Verifique que no existan fugas a través de los sellos o empaquetaduras del caño. De existir fugas, deberán ser reparadas antes de tomar una muestra o seleccionar otro lugar de muestreo.
 - Desinfectar el grifo interna y externamente previa a la toma de muestra con algodón o hisopo con hipoclorito de sodio (100 mg NaOCl/L) ó alcohol al 70%.
 - Abra la llave y deje que el agua fluya durante dos a tres minutos, antes de tomar la muestra. Este procedimiento limpia la salida y descarga el agua que ha estado almacenada en la tubería.
 - Cuando se tomen muestras de grifos mezcladores, se retirarán los filtros, protectores contra salpicaduras y demás accesorios semejantes; se deberá correr el agua caliente durante 2 minutos, después el agua fría durante 3 minutos, se realizará la toma de muestra de la forma anteriormente señalada.
- **Pozos o reservorios de almacenamiento (En caso no tuviera acceso, grifo o caño o purga).**
 - Asegure un cordón de nylon de muestreo por medio del sujetador situado en un extremo del cable.
 - Si fuera necesario, puede añadir otro pedazo de cordel o soguilla al cable para alcanzar el nivel de agua deseado.
 - Tenga mucho cuidado de no perder el frasco de muestreo al realizar esta operación.
 - Coloque el frasco de muestreo en el pozo o reservorio, teniendo cuidado de no rozarlo contra las paredes de la estructura.
 - Permita que el frasco de muestreo se sumerja alrededor de 30 centímetros.
 - Retire el frasco de muestreo del pozo con cuidado.

b) Consideraciones para la medición de parámetros de campo:

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- De acuerdo al Decreto Supremo n.º 031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, corresponde evaluar los siguientes parámetros de campo: Cloro Residual Libre, Turbiedad, Conductividad, pH y Temperatura.

 E. NIETO

 E. GIL

 S. TANG

 E. QUICHIZ

 P. RETUERTO

www.gub.riente.gob.pe Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430

Anexo S: Protocolo APHA 2017 Procedimiento para realizar la filtración por membrana.

(compare Tables 9221:III and IV with Table 9222:III). Data from each test yield approximately the same water-quality information, although numerical results are not identical.

3. Bibliography

- CLARK, H.F., E.E. GELDBRECH, H.L. JETER & P.W. KARLER. 1951. The membrane filter in sanitary bacteriology. *Pub. Health Rep.* 66:951.
- KARLER, P.W. 1954. Water examinations by membrane filter and MPN procedures. *Amer. J. Pub. Health* 44:379.
- THOMAS, H.A. & R.L. WOODWARD. 1956. Use of molecular filter membranes for water potability control. *J. Amer. Water Works Assoc.* 48:1391.
- MCCARTHY, J.A., J.E. DELANEY & R.J. GRASSO. 1961. Measuring coliforms in water. *Water Sewage Works* 108:238.
- LIN, S. 1973. Evaluation of coliform test for chlorinated secondary effluents. *J. Water Pollut. Control Fed.* 45:498.
- MANDEL, J. & L.F. NANNI. 1978. Measurement evaluation. In S.L. Inhoff, ed. *Quality Assurance Practices for Health Laboratories*, p. 209. American Public Health Assoc., Washington, D.C.
- BRENNER, K.P., C.C. RANKIN, Y.R. ROYBAL, G.N. STELMA, JR., P.V. SCARPINO & A.P. DUPOR. 1993. New medium for the simultaneous detection of total coliforms and *Escherichia coli* in water. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:3534.
- BRENNER, K.P., C.C. RANKIN, M. SIVAGANESAN & P.V. SCARPINO. 1996. Comparison of the recoveries of *Escherichia coli* and total coliforms from drinking water by the MI agar method and the U.S. Environmental Protection Agency-approved membrane filter method. *Appl. Environ. Microbiol.* 62:203.
- GRANT, M.A. 1997. A new membrane filtration medium for simultaneous detection and enumeration of *Escherichia coli* and total coliforms. *Appl. Environ. Microbiol.* 63:3526.
- FRANCY, D.S. & R.A. DARNER. 2000. Comparison of methods for determining *Escherichia coli* concentrations in recreational waters. *Water Res.* 34:2770.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2002. Method 1604: Total Coliforms and *Escherichia coli* in Water by Membrane Filtration Using a Simultaneous Detection Technique (MI Medium); EPA 821-R-02-024. Off. Water, Washington, D.C.
- OLSTADT, J., J.J. SHAUER, J. STANBRIDGE & S. KLUENDER. 2007. A comparison of ten USEPA approved total coliform/*E. coli* tests. *J. Water and Health* 05:267.

9222 B. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media

This method may be used to measure total coliforms in drinking, nonpotable, and other waters using Endo-type media. Typical colonies grown on Endo-type media can be further partitioned to differentiate thermotolerant (fecal) coliforms and *E. coli* using the partitioning methods in 9222G, H, and I. This method may not be appropriate for samples high in particulates that may plug filters or samples with a high proportion of total coliforms relative to *E. coli*. For simultaneous measurement of total coliforms and *E. coli* using membrane filtration, refer to Methods 9222J and K.

1. Laboratory Apparatus

For MF analyses, use glassware and other apparatus composed of material free from agents that may affect bacterial growth.

a. *Sample bottles*: See Section 9030B.19.

b. *Dilution bottles*: See Section 9030B.13.

c. *Pipets and graduated cylinders*: See Section 9030B.9. Before sterilization, loosely cover opening of graduated cylinders with metal foil or a suitable heavy wrapping-paper substitute. Immediately after sterilization, secure cover to prevent contamination.

d. *Containers for culture medium*: Use clean borosilicate glass flasks. Any size or shape of flask may be used, but Erlenmeyer flasks with metal caps, metal foil covers, or screw caps provide for adequate mixing of the medium within and are convenient for storage.

e. *Culture dishes*: Use sterile borosilicate glass or disposable, presterilized plastic Petri dishes, 15 × 60-mm, 9 × 50-mm, or other appropriate size. Wrap convenient numbers of clean, glass culture dishes in metal foil if sterilized via dry heat, or suitable heavy wrapping paper when autoclaved. Incubate loose-lidded glass and disposable plastic culture dishes in tightly closed containers to prevent moisture evaporation with resultant drying

of medium and to maintain a humid environment for optimum colony development.

Presterilized disposable plastic dishes with tight-fitting lids that meet the specifications above are available commercially and used widely. Reseal opened packages of disposable dish supplies for storage.

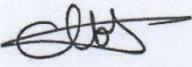
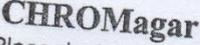
f. *Filtration units*: The filter-holding assembly (constructed of glass, autoclavable plastic, porcelain, stainless steel, or disposable plastic) consists of a seamless funnel fastened to a base via a locking device or magnetic force. The design should permit the membrane filter to be held securely on the receptacle's porous plate without mechanical damage and allow all fluid to pass through the membrane during filtration. Discard plastic funnels with deep scratches on the inner surface or glass funnels with chipped surfaces. Replace damaged screens on stainless steel units.

Wrap the assembly (as a whole or separate parts) in heavy wrapping paper or aluminum foil, or place in commercial autoclave bags; sterilize via autoclaving; and store until use. Field units may be sanitized by dipping or spraying with alcohol and then igniting or immersing in boiling water for 2 min. Use reagent water to avoid hard-water deposits (see Section 9020B.4d for reagent-grade water-quality specifications). After submerging unit in boiling water, cool to room temperature before reuse. Do not ignite plastic parts. Sterile, disposable field units also may be used.

For filtration, mount receptacle of filter-holding assembly on a 1-L filtering flask with a side arm or other suitable device (manifold to hold three to six filter assemblies) such that a pressure differential (34 to 51 kPa) can be exerted on the filter membrane. Connect flask to a vacuum line, an electric vacuum pump, a filter pump operating on water pressure, a hand aspirator, or other means of securing a pressure differential (138 to 207 kPa). Connect a flask of approxi-

Anexo T: Certificado de análisis del Agar cromogenico.

	CERTIFICATE OF ANALYSIS CHROMagar™ ECC ref : EF320 / EF322 / EF323	FR-LAB-014
		Version 9
Page 1/1		07-Mar-2017

Date of control: 03-JAN-2019	Lot number: P001557
	Expiry date: NOV-2021
PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES: pH at room temperature 7,2 +/- 0,2 after pouring and cooling at room temperature: medium colour colourless medium aspect homogeneous	
MICROBIOLOGICAL PROPERTIES: Sterility after boiling: No inoculum absence of colonies Incubation for 24 h at 37°C: Antibacterial effect, by isolation method: <i>S.saprophyticus</i> AR3883 no growth Diameter, colour and aspect of isolated colonies : <i>E. coli</i> AR3741 2-3 mm, blue <i>Citrobacter</i> AR3378 1,5-2 mm, mauve	
This lot number satisfies QC test indicated as above. Our QC should not be substituted for the user's own quality control. For the preparation of media, please refer to the IFU.	
Signature and stamp: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  C. BINET Quality Manager </div> <div style="text-align: center;"> Quality Control Department  4, Place du 18 Juin 1940 75006 PARIS - FRANCE </div> </div>	

Manufacturer : CHROMagar 4 place du 18 juin 1940 75006 Paris France
 Email: CHROMagar@CHROMagar.com Tel +33 (0)1.45.48.05.05. Website: www.CHROMagar.com
 CHROMagar is a trademark created by Dr A. Rambach

Anexo U: Certificado de análisis del Reactivo del DPD (dietil-fenil-diamida).

HACH COMPANY



An ISO 9001 Certified Company

P.O.Box 389
Loveland, CO 80539
(970) 669-3050

Certificate of Analysis

Page 1

COMMODITY: **DPD Free Chlorine Reagent**

COMMODITY NUMBER: **1407799**

MANUFACTURE DATE:

DATE OF ANALYSIS:

LOT NUMBER: **A9184**

7/19/2019

7/21/2019

<i>TEST</i>	<i>SPECIFICATIONS</i>	<i>RESULTS</i>
Percent recovery for a 2.5 ppm standard. Chlorine concentration determined using DPD compared to the actual concentration.	93 to 107 %	98.6 %
pH of the reagent in solution.	6.2 to 6.5	6.45
Hardness Reagent Blank: Absorbance of a 1000 ppm as CaCO3 hardness standard vs DI water measured at 530 nm in 1 cm cells.	0 to 0.009 abs	0.0010 abs

The expiration date is Jul 2024

Certified by _____

A handwritten signature in cursive script that reads "Scott Als".

Scott Als
Analytical Services Chemist

Anexo V: Oficio de la charla brindada a la comunidad del centro poblado rural Rio Seco.

ASUNTO: CHARLA COMUNITARIA

Centro poblado Rio Seco, 28 de octubre del 2019

SEÑORES DE LA UNIVERSIDAD
NORBERT WIENER
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
PRESENTE:

Por medio del presente se les comunica que los bachilleres Chacmana Asturima Edgar Angel y Blas Manyari Christopher Isaac de la facultad de farmacia y bioquímica realizaron una encuesta pre y una encuesta post a los pobladores como parte de su trabajo de tesis denominado "Evaluación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado Rio Seco" en el distrito de Cieneguilla, así como brindaron una charla sobre los métodos para emplear en la mejora de la calidad del agua del mismo modo se entregó los resultados obtenidos, y trípticos explicando los métodos de potabilización y manejo de limpieza de sus reservorio de agua.

Se agradece la atención prestada a este escrito.

ATENTAMENTE

Centro P. Rio Seco
Erlinda Cutti Eslava
PRESIDENTA

Erlinda Cutti Eslava
Erlinda Cutti Eslava

Presidenta del centro poblado Rio Seco

Anexo W: Carta de recibimiento de los resultados del estudio por DIGESA.

	PERÚ	Ministerio de Salud	Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria			
MG. Mirtha Rosario Trujillo Almandoz Calle Las Amapolas N°350 Urb. San Eugenio Lince Telf. 631-4430 www.digesa.minsa.gob.pe			



Lima, 02 de marzo de 2020

Señores de DIGESA
(Dirección General de Salud Ambiental)

Presente. -

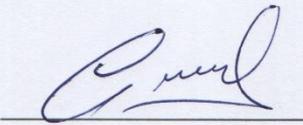
De nuestra especial consideración:

Es grato expresarle un cordial saludo y por medio de este documento presentarle los resultados de nuestro estudio (tesis) realizado al centro poblado rural Rio Seco – Cieneguilla titulada: “Evaluación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco marzo – octubre, 2019” desarrollado por la bachilleres: Chacmana Asturima Edgar Angel y el bachiller Blas Manyari Cristopher Isaac para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico.

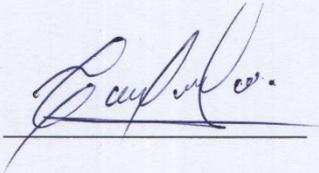
Al respecto informo que se realizó un estudio microbiológico, fisicoquímico cumpliendo las consideraciones y protocolos estipulados en la normativa del reglamento para la calidad del agua para consumo humano de DIGESA DS N° 031-2010 SA. Esperando que se tomen las acciones necesarias para mejorar la calidad del agua que consume dicha población.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para manifestar los sentimientos de mi consideración, mas distinguida.

Atentamente,



Bachiller: Chacmana Asturima Edgar Angel



Bachiller: Blas Manyari Cristopher Isaac

12314-2020-DV

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
DIGESA

02 MAR. 2020 / 12:18

UNIDAD DE TRAMITE DOCUMENTARIO