

Universidad de Huánuco

Facultad de Ingeniería

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



TESIS

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA
DEL MANANTIAL DEL CENTRO POBLADO DE
COCHATAMA - HUÁNUCO - 2019.

**Para Optar el Título Profesional de :
INGENIERA AMBIENTAL**

TESISTA

Bach. CAJAS CONDEZO, Miguel Ángel

ASESOR

Blgo. DURAN NIEVA, Alejandro Rolando

Huánuco- Perú
2019



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 11 del mes de DICIEMBRE del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. SIMÓN EDMUNDO CALIATO VARGAS (Presidente)
Mg. CRISTIAN SALAS VISCARRA (Secretario)
Mg. Elmer RIVEROS ABUENO (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1429-2019-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

" DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA
DEL MANANTIAL DEL CENTRO POBLADO DE
COCHATAMA - HUÁNUCO - 2019

.....", presentada por el (la) Bachiller Miguel Ángel CALAS CONDEZO, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 17:50 horas del día 11 del mes de DICIEMBRE del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

[Firma]
Presidente

[Firma]
Secretario

[Firma]
Vocal

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado a este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres por ser los pilares más importantes, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, y que siempre estuvieron aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar este trabajo de investigación quiero agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mi familia por haberme dado la oportunidad de formarme en la Universidad de Huánuco, como también quiero agradecer a los docentes por haberme impartido sus sabios conocimientos que fueron de gran aporte para mi formación académica.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE	IV
INDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCION.....	X
CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. OBJETIVO GENERAL	3
Determinar el índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.	3
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	6
CAPITULO II	8
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	8
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	11
2.1.3. Antecedentes locales.....	14
2.2. BASES TEÓRICAS	15
2.2.1. Calidad del agua.....	15

2.2.2. La contaminación del agua	16
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	33
2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS	34
2.4.1. Hipótesis general	34
2.5. Sistema de variables	35
2.5.1. Variable independiente	35
2.5.2. Variable dependiente.....	35
2.6. Operacionalización de variables.....	36
CAPITULO III	37
MARCO METODOLÓGICO.....	37
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.1.1. Enfoque.....	37
3.1.2. Nivel de investigación	37
3.1.3. Diseño	37
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.3.1. Para la recolección de datos.....	38
3.3.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	39
CAPITULO IV.....	40
RESULTADOS.....	40
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	40
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	61
CAPITULO V:.....	66
DISCUSION DE RESULTADOS.....	66
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS.....	66
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	70
ANEXOS.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	36
Tabla 2	40
Tabla 3	41
Tabla 4	42
Tabla 5	42
Tabla 6	43
Tabla 7	44
Tabla 8	45
Tabla 9	47
Tabla 10	47
Tabla 11	48
Tabla 12	48
Tabla 13	49
Tabla 14	50
Tabla 15	51
Tabla 16	52
Tabla 17	53
Tabla 18	54
Tabla 19	54
Tabla 20	55
Tabla 21	56
Tabla 22	57
Tabla 23	58
Tabla 24	59
Tabla 25	60
Tabla 26	61
Tabla 27	63
Tabla 28	64
Tabla 29	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.....	44
Gráfico 2.....	45
Gráfico 3.....	46
Gráfico 4.....	49
Gráfico 5.....	50
Gráfico 6.....	51
Gráfico 7.....	52
Gráfico 8.....	56
Gráfico 9.....	57
Gráfico 10	58
Gráfico 11	59
Gráfico 12	60
Gráfico 13	61

RESUMEN

La tesis titulada “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL DEL CENTRO POBLADO DE COCHATAMA-HUÁNUCO-2019” tiene como objetivo principal: determinar el índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019, la investigación permitió ampliar los conocimientos teóricos y prácticos sobre los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua de acuerdo a los parámetros microbiológicos, físicos y químicos para tomar decisiones sobre desinfectar convencionalmente, mediante desinfección con elementos químicos o de forma avanzado el agua haciendo que sea apta para el consumo humano, se identifican 4 puntos de análisis de agua que son muestreadas y analizadas en un laboratorio; se identifica los estudios realizados a nivel internacional, nacional y local con la finalidad de dar un sustentos objetivo a la investigación; por lo expuesto la investigación presenta un tipo observacional, prospectivo, transversal, descriptivo de enfoque cuantitativo, se obtiene como muestra cuatro puntos donde se realiza un análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua.

Los resultados de la investigación permitieron determinar los parámetros químicos, físicos y microbiológicos del agua en los 4 puntos de análisis, donde se concluye que el punto 01 está dentro de los límites máximos permisible según el DS 004-2017 MINAM en la subcategoría A1 que corresponde a Aguas que pueden ser potabilizados con desinfección.

Palabra clave: Calidad de agua y parámetros.

ABSTRACT

The thesis entitled “DETERMINATION OF THE WATER QUALITY INDEX OF THE MANANTIAL CENTER OF THE POPULATED CENTER OF COCHATAMA-HUÁNUCO-2019” has the main objective: to determine the water quality index of the spring of the Centro Poblado de Cochatama in the period of 2019, the investigation allowed to expand the theoretical and practical knowledge about environmental quality standards (ECA) for water according to microbiological, physical and chemical parameters to make decisions about disinfecting conventionally, by disinfecting with chemical elements or advanced water making it suitable for human consumption, 4 water analysis points are identified and sampled and analyzed in a laboratory; studies conducted at international, national and local level are identified in order to give an objective support to the research; Therefore, the research presents an observational, prospective, transversal, descriptive type of quantitative approach, it is obtained as a sample four points where an analysis of the physical, chemical and microbiological parameters of the water is performed.

The results of the investigation allowed to determine the chemical, physical and microbiological parameters of the water in the 4 analysis points, where it is concluded that point 01 is within the maximum permissible limits according to DS 004-2017 MINAM in the corresponding subcategory A1 Water that can be treated with disinfection.

Keyword: Water quality and parameters.

INTRODUCCION

La tesis titulada “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL DEL CENTRO POBLADO DE COCHATAMA-HUÁNUCO-2019” se realizó con el objetivo de determinar el índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019; la presente investigación verifico si el agua del manantial cumple con los índices de calidad o no, siendo esto de vital importancia porque esta agua de manantial es fuente de consumo de varias familias.

Con la finalidad de determinar el índice de calidad del agua de manantial del centro poblado de Cochatama, Huánuco 2019, se desarrolló la presente investigación comenzando por lo siguiente:

CAPITULO I: Se formulo el planteamiento del problema de la tesis de acuerdo a los antecedentes internacionales, nacionales y locales; describiendo el problema, formulación del problema general y especifico, objetivos generales y especifico de la investigación, justificación su importancia y su valor teórico, limitaciones y viabilidad de la investigación.

CAPITULO II: Se planteo el marco teórico con la finalidad de analizar los estudios realizados por otros investigadores el cual se genera un valor teórico con enfoque internacionales, nacionales y locales, las principales bases teóricas de la calidad del agua, se define los términos conceptuales y se formula la hipótesis general y especifico, variables y su operacionalización.

CAPITULO III: Se analizó la metodología de la investigación definiendo el enfoque, alcance y tipo de investigación: se determinó la población, muestra,

técnicas e instrumentos de medición de las variables y las técnicas para la presentación de los datos.

CAPITULO IV: Se realizó el análisis y el procesamiento de la información recogida mediante muestras de agua y analizado en laboratorio para determinar su componente físico, químico y microbiológico, se contrastó la hipótesis de la investigación para poder aceptar o rechazar cierta hipótesis determinando el grado de significancia.

CAPITULO V: se realizó la discusión de los resultados de acuerdo a las conclusiones de otras investigaciones, se realiza las recomendaciones y realiza una lista de marco de referencia sobre las fuentes de la investigación.

A continuación, el desarrollo de la presente investigación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el riesgo del agua contaminada puede ser determinado usando *Escherichia coli* (*E. coli*/100mL) como indicador de contaminación fecal. La determinación del riesgo permite plantear y ejecutar medidas de saneamiento y de salud pública con el objetivo de brindar fuentes de agua limpia y segura para el consumo humano (Fewtrell L, Kaufmann RB, Kay D, Enanoria W, Haller L, Colford JM, Jr., 2010). La calidad del agua tiene su impacto en las personas por que permite desarrollarse de una manera reduciendo las enfermedades mediante la optimización de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. En ese sentido, las Naciones Unidas y la OMS resaltan la importancia de facilitar el acceso de las familias a usar agua limpia, segura y apta para el consumo humano (Chakravarty I, Bhattacharya A, Das SK., 2017)

El control de los parámetros físico-químicos y microbiológicos es muy importante tanto en los sistemas de potabilización como de depuración del agua. Sin embargo, en los lugares donde el agua es consumida por el hombre o es reutilizada, el factor de riesgo más importante está asociado con la exposición a agentes biológicos que incluyen bacterias patógenas, helmintos, protozoos y virus entéricos (Asano, 2012). Desde el punto de vista de la salud pública, los virus, bacterias, y otros microorganismos entéricos son el grupo de organismos patógenos más críticos, debido a que la dosis mínima

infecciosa es muy baja, son muy resistentes a los sistemas de desinfección y el control a nivel de laboratorio es costoso (Ayres, 2000).

En la mayoría de los casos, la transmisión de estos microorganismos ocurre por la vía fecal-oral, especialmente por la ingesta de agua contaminada (Organización Mundial de la Salud, 2009). Otras vías de transmisión importantes incluyen también la inhalación o aspiración de microgotas de agua y la exposición directa por contacto, de piel y membranas mucosas, durante actividades de tipo recreativo (Organización Mundial de la Salud, 2018).

En el caso de la transmisión por contacto, el riesgo de infección con patógenos presentes en las aguas contaminadas aumenta de acuerdo al grado de exposición. En actividades como la natación o el buceo, hay un alto riesgo de transmisión de microorganismos patógenos por medio del contacto con la piel y membranas mucosas, además de probabilidad de inhalar accidentalmente e incluso, ingerir agua (Organización Mundial de la Salud, 2008).

Una de las infecciones relacionadas con este tipo de transmisión es la schistosomiasis. Esta enfermedad se produce cuando la forma larval del parásito *Schistosoma spp.*, está presente en el agua y penetra la piel de una persona, produciendo al final del ciclo, una infección intestinal, hepática o urinaria, dependiendo de la especie infectante (*S. mansoni*, *S. japonicum* o *S. haematobium*) (Han Z., 2010).

Las infecciones de alta mortalidad como la meningitis y meningoencefalitis se asocian por inhalación de microgotas de agua

contaminadas con amebas de vida libre de los géneros Naegleria y Acanthamoeba (Heggie T. W., 2010).

Finalmente, ciertos investigadores han determinado que las poblaciones ubicadas cerca de costas, ríos o lagos con elevada contaminación fecal, están en riesgo de desarrollar otro tipo de enfermedades infecciosas (Djuikom E. , 2009).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de la calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019?

¿Cuáles son los parámetros químicos de la calidad del agua de manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019?

¿Cuáles son los parámetros físicos de la calidad del agua de manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar el índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los parámetros microbiológicos de la calidad del agua de manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

Identificar los parámetros químicos de la calidad del agua de manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

Identificar los parámetros físicos de la calidad del agua de manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los recursos hídricos se encuentran en diferentes partes de la tierra una de ellas son las aguas subterráneas que son convertidas en agua potable por lo menos al 50% de toda la población mundial, y representan el 43% de toda el agua utilizada para riego. En el mundo, un promedio de 2500 millones de personas consume exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua. Según indica WWAP (2015), se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua en un escenario climático en que todo sigue igual. Se estima que el 20% de los acuíferos mundiales están siendo sobreexplotados, lo que acarreará graves consecuencias como la intrusión marina. La población mundial crece a un ritmo de 80 millones de personas al año, por lo que el incremento demográfico, la urbanización, la industrialización, el aumento de la producción y el consumo generan una demanda de agua dulce cada vez mayor en el mundo.

Por la cual el presente proyecto estuvo enfocado en determinar el índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de

Cochatama para poder analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos, una vez obtenido los resultados se podrá determinar en qué calidad y condiciones se encuentra el agua del manantial.

Lo que se buscó con el presente proyecto fue determinar la calidad del agua y el cuidado de este, tomando reflexión sobre este recurso natural. En el presente proyecto se buscó verificar si el agua del manantial cumple con los índices de calidad o no siendo esto de vital importancia ya que esta agua de manantial es fuente de consumo de varias familias.

Como también en el presente proyecto por el lado ambiental se tiene la ventaja de que se cuenta con abundancia este recurso natural que es el agua ya que para verificar si es de calidad o no se bastara con la verificación de los parámetros si cumple o no siendo estos viables ya que se cuenta con laboratorios para su realización.

El proyecto de investigación indica la problemática de la población ya que hasta la actualidad no se cuenta con un sistema de agua potable, el cual se continúa consumiendo de dicha agua, ya que esto podría traer serias consecuencias a la población creando fuentes de enfermedades. La investigación busca mejorar la calidad de vida de la población y el consumo responsable y adecuado de este recurso tan importante que el que se cuenta en el centro poblado de cochatama.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones que se identificaron en la investigación fueron principalmente los costos económicos del análisis de los parámetros establecidos para la calidad de agua considerado en el estudio; ya que no contara con ningún tipo de financiamiento todos fueron asumidos de manera integral por el investigador responsable.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Viabilidad en recursos teóricos

El estudio fue viable teóricamente pues se sustenta en bases teóricas y conceptuales, seleccionadas de fuentes primarias y secundarias.

Viabilidad en recursos financieros

Así mismo el estudio fue viable económicamente pues el recurso económico necesario para realizar dicho estudio estará a cargo del investigador.

Viabilidad en recursos éticos

La presente investigación, se realizó respetando a las personas que en ella colaboren; así como sus conductas, ideas, costumbres, valores y creencias. Se tomarán en cuenta la siguiente pauta:

- a. Principio de beneficencia.
- b. Principio de la no modificación.
- c. Principio de la autonomía.
- d. Principio ético de justicia.

Viabilidad en recursos metodológicos

Se conto con el apoyo metodológico y estadístico del asesor de tesis y de los tres jurados asignados por la Universidad de Huánuco.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Peñaloza (2019). Argentina. “*Calidad bacteriológica de agua en tambos de Tandil*”. En los establecimientos dedicados a la producción de leche, se considera la importancia del agua que se hace indispensable. Su relevancia se relaciona con tres aspectos fundamentales: el agua como factor de mejora de salud y nutrición del animal, el agua como elemento para la higiene de las instalaciones del tambo y el agua como factor en la salud de la población rural involucrada. No existe reglamentación sobre la calidad del agua de consumo para animales, aunque trabajos y experiencias recomiendan el uso de agua potable para obtener producciones eficientes. El **objetivo** de este trabajo es analizar la calidad bacteriológica de muestras de agua y demostrar el impacto que esto tiene en un establecimiento lechero. Se tomaron 23 muestras de agua de 14 tambos pertenecientes al partido de Tandil de la Prov. de Bs.As, entre Abril y Septiembre del año 2017, desde la fuente destinada al consumo e higiene de los terneros en crianza artificial, de la fosa del tambo y de las viviendas del personal. Se realizó análisis bacteriológico de acuerdo a lo establecido por el artículo 982 del C.A.A, en el Laboratorio de Microbiología Clínica y Experimental (SAMP-FCV-UNCPBA). Hallamos que el 65,22 % de las muestras no es

apta para consumo. Como causas de no aptitud para consumo, un 20% fue por NMP de coliformes totales, 11% por presencia de *Escherichia coli* y el 67% restante debido a combinaciones de los parámetros evaluados. Con respecto a cada parámetro evaluado individualmente, una muestra presentó altos recuentos de mesófilos, 13 presentaron valores de coliformes por encima de lo permitido, la presencia de *Escherichia coli* se registró en 11 muestras y en una se observó presencia de *Pseudomonas aeruginosa*. Se **concluye** que un elevado porcentaje de los establecimientos utilizan agua no apta para consumo, siendo la contaminación fecal una de las principales causas (Peñaloza, M, 2019).

Miranda (2016). Colombia. *“Evaluación de la calidad del agua para consumo humano mediante indicadores fisicoquímicos y microbiológicos en el río Algodonal”*. El **objetivo** fue evaluar la calidad del agua para consumo humano a partir de la determinación de los índices de contaminación del agua (ICO/Col), para su comparación con los estándares nacionales e internacionales de calidad contemplados (Decreto 1594 de 1984), la OMS (1996) y resolución 2115 de (2007); referente a la destinación del recurso para el consumo humano. Se tomaron muestras simples e integradas para evaluación de parámetros fisicoquímicos, parámetros de plaguicidas (Carbamatos, organofosforados y Organoclorados) y parámetros microbiológicos (Coliformes fecales y *E.coli*). Los resultados

fisicoquímicos no mostraron concentraciones por encima de los valores máximos permitidos en la normatividad. No se determinó contaminación por mineralización (ICOMI), por materia orgánica (ICOMO) en las estaciones evaluadas. Se encontró baja afectación por sólidos suspendidos (ICOSUS) en estaciones E1y E2, periodo de menos lluvias. Se **concluye** que la fuente de agua río algodonal, en los tramos evaluados, es apta para tratamiento convencional de potabilización. Sin embargo, presenta restricciones para fines recreativos mediante contacto primario (Miranda, 2016).

Baque (2016). Ecuador. *“Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador”*. **Objetivo**, el estudio evaluó la calidad del agua destinada al consumo humano en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador. Se determinó el Índice de Calidad de Agua (ICA) y la correlación estadística entre los parámetros, usando la prueba de “t” de Student, con una significancia estadística de $p = 0,05$ entre las dos épocas. Los parámetros: nitritos, nitratos, turbidez, sólidos disueltos totales, pH, dureza total, color y hierro, están ubicado dentro del rango de aceptabilidad de calidad ambiental. Los valores, manganeso y oxígeno disuelto sobrepasan los límites máximos permisibles por el TULSMA, al igual que los coliformes fecales, en época lluviosa. **Conclusión**, la mayoría de los parámetros presentaron diferencias significativas (“t” al 5%) entre las dos épocas. El agua del cantón Quevedo está

levemente contaminada y requiere tratamiento de potabilización previo a su consumo. (Baque, 2016)

Guzmán (2015). Colombia. *“La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia”*. **Objetivo**, analizar la calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012. Resultados. Se encontró un alto porcentaje de municipios en los que el valor de potabilidad del agua no se ajustaba a lo establecido por la norma vigente; se identificaron los problemas relacionados con la presencia de E. coli, de coliformes totales y la ausencia de cloro residual libre, los cuales fueron más agudos en la zona rural. La calidad del agua tuvo una mayor correlación con la mortalidad infantil, constatándose así su importancia para la salud de la población infantil. **Conclusión**, la calidad del agua demostró tener un impacto importante en la mortalidad infantil, por lo que se requiere la adopción de políticas que fortalezcan los sistemas de suministro de agua en el país. Es esencial fortalecer los programas de vigilancia en salud ambiental, para orientar las acciones de mejoramiento de la calidad del agua e influir positivamente en la salud (Guzmán, 2015).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Flores (2019). Puno. *“Factores socioeconómicos, ambientales y situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del distrito de*

Pilcuyo". **Objetivo**, evaluar la situación actual del abastecimiento de agua para consumo doméstico. Se planteó como hipótesis: Los factores socioeconómicos y ambientales tienen influencia diferenciada en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo de la Región Puno; se desarrolló en el marco de los métodos cuantitativos, se ha utilizado la técnica de encuesta y cuestionario estructurado y para la valoración económica el método de valoración contingente utilizando los modelos de regresión Logit y Probit, y la disposición a pagar se ha estimado utilizando el paquete econométrico Limdep 8.0. **Conclusión**, los resultados fueron: Los factores sociales y económicos son independiente de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, a excepción de la variable estado civil, que no es independiente de la variable objeto de investigación; se ha identificado la predominancia de situación civil de casado el 45,2 % y convivientes el 35,7 % de jefes de familia que en conjunto representa al 80,9 % de los jefes de familia. Mediante los modelos probabilísticos de Logit y Probit se ha estimado la disposición a pagar (DAP) medio de S/. 4.7398 soles y la población estimado es de 152 habitantes y hace un total de S/. 720.4496 soles de valor agregado la cual es equivalente de \$. 255.464 dólares americanos, el monto estimado es aporte de los pobladores del centro poblado, en forma voluntaria, fondo que servirá para la implementación del plan de gestión de agua

potable; los resultados del análisis físico, químico y microbiológico evidencian que, el 37,5 % de los pozos familiares se encuentran dentro de los Imp cuyo valor es de 0 ml, aptos para el consumo humano; el 62,5 % de los pozos resultan no aptos (Chaiña J, 2019).

Aparicio (2015). Huaraz. *“Índice de calidad del agua de consumo humano en el sistema de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural del centro poblado de Paria – Willcawain – Huaraz”*. El **objetivo** de esta investigación es determinar la calidad y el riesgo del agua de consumo humano en el sistema de abastecimiento en el ámbito rural del Centro Poblado de Paria – Willcawain – Huaraz. La obtención de los parámetros microbiológicos, parasitológicos; organolépticos, químicos inorgánicos y orgánicos se realizó siguiendo las normas Internacionales y Nacionales en el laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo – Huaraz, para, posteriormente, calcular y calificar el Índice de Calidad del Agua-ICA mediante los métodos de Brown, Dinius, Lander y Deninger, Tyson y House, Swamee y Tyagi, y el Índice del Consejo Canadiense (CCME – WQI), desarrollado en USA, Inglaterra, India y Canadá, respectivamente. Se obtuvo los siguientes resultados tanto en los grifos, como en las captaciones; en los grifos: ICABrown = 75,31, ICADinius = 63,56, ICALawder mnp = 68,12, ICALawder anp = 79,46, ICATyson = 56,90, ICASwamee = 33,28, ICACCME = 65,07; y en las

captaciones: ICABrown = 74,26, ICADinius = 62,41, ICALawder mnp = 67,27, ICALawder anp = 78,32, ICAT y son = 55,39, ICASwamee = 35,65, ICACCME = 65,07. Se **concluye** que se evidencia un proceso gradual de deterioro de la calidad del agua debido a las actividades antrópicas, por lo que se recomienda realizar tratamientos de agua para que sea apta para el consumo humano (Aparicio Roque, 2015).

2.1.3. Antecedentes locales

Valdivia (2017) *“La calidad del agua de consumo doméstico en relación con las enfermedades diarreicas agudas en niños de 0 a 5 años en el centro poblado de Pachachupan - distrito de Chinchao, provincia Huánuco”*. **Objetivo**, establecer la significancia de la calidad del agua de consumo doméstico, con las enfermedades diarreicas agudas en niños de 0 a 5 años del centro poblado de Pachachupán- Distrito de Chinchao, provincia Huánuco, región Huánuco, periodo enero a junio del 2017. Obtuvo como resultado que el agua de consumo doméstico distribuida en la zona de estudio, no es apta para el consumo humano, tanto en la captación la “quebrada Tullca”, en el reservorio y las conexiones domiciliarias; El número de casos de enfermedades diarreicas agudas en la muestra en estudio en el centro poblado de Pachachupán, se apreció, que sin episodio de enfermedad diarreica aguda, obtuvo el mayor porcentaje [44,4% (8,0 casos)], seguido de un episodio de enfermedad diarreica aguda con un porcentaje [38,9% (7,0 casos)] y 2 a más

episodios de enfermedad diarreica con un porcentaje [16,7% (3,0 casos)]; al analizar la relación la calidad del agua (conductividad eléctrica, solubilidad total , turbidez, cloro residual , pH , color, coliformes totales, coliformes termorresistentes y bacterias heterotróficas) con las enfermedades diarreicas agudas de forma cuantitativa se estableció una correspondencia débil a considerable positiva ($r = 0,144$) para el potencial de hidrogeno y ($0,816$) para el color siendo los resultados significativos. Se **concluye** que existe relación estadísticamente significativa, por lo que podemos aceptar nuestra hipótesis de investigación (Valdivia Martel, 2017).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Calidad del agua

El conocimiento de la calidad del agua es de vital importancia para todas las personas que la utilizan tanto en sus hogares como en la industria, ya que puede ocasionar daños a la salud de los consumidores y a los equipos industriales. En este trabajo se evalúan los principales factores que determinan la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, quedando como base para estudios más avanzados (Limas Amorin, 2012).

La calidad del agua no es un criterio completamente objetivo, pero está socialmente definido y depende del uso que se le piense dar al líquido, por lo que cada uso requiere un determinado estándar de calidad. Por esta razón, para evaluar

la calidad del agua necesariamente se debe ubicar para uso probable que tendrá. Así por ejemplo el estándar de calidad para el agua apta para consumo humano no tendrá los mismos parámetros de calidad que los necesarios para el agua que forma parte de una laguna (Limas Amorin, 2012).

Por eso podríamos definir a la calidad del agua, como un estado de ésta, caracterizado por su composición físico-química y biológica, en que resulta inocua para la vida, dependiendo de su utilidad biológica. En consecuencia, podemos decir que un agua de buena calidad es aquella que está libre de contaminantes, es decir cualquier tipo de elemento o energía que cause efectos indeseables para la vida. La calidad del agua se puede también determinar por un número de análisis cuantitativos en el laboratorio, tales como pH, sólidos totales (TS), la turbidez y la determinación de coliformes (Limas Amorin, 2012).

2.2.2. La contaminación del agua

El agua es un recurso hídrico natural, indispensable para la para tener vida y dar sostenimiento al medio ambiente, que, como consecuencia del rápido desarrollo humano y económico y del uso inadecuado que se ha hecho de este recurso vital como medio de eliminación, ha sufrido un alarmante deterioro. Durante décadas, toneladas de sustancias biológicamente activas, sintetizadas para su uso en la agricultura, la industria, la medicina, etc., han sido vertidas al medio ambiente sin

reparar en las posibles consecuencias. El problema de la contaminación se notó principios del siglo XIX, se debe resaltar que el problema de la escasez, aspecto que está adquiriendo proporciones alarmantes a causa del cambio climático y la creciente desertización que está sufriendo el planeta (Damià Barceló L y López de Alda. M. J., 2003).

Un agua clara y potable es una necesidad humana básica; sin embargo, el acceso a ella continúa siendo una gran dificultad para muchas comunidades de países en desarrollo. La alteración de los parámetros del agua mediante organismos patógenos constituye el surgimiento a enfermedades que preocupan a las autoridades, un gran número de poblaciones se enfrenta a una contaminación química creciente proveniente del uso de agroquímicos, actividades industriales y fuentes domésticas (Damià Barceló L y López de Alda. M. J., 2003).

El recurso hídrico puede sufrir diferentes tipos de contaminación entre las cuales tenemos:

- **Contaminación Química:** se conoce como a la variedad de productos químicos como productos industriales, detergentes, aceites disolventes, pesticidas, herbicidas y combustible se pueden acumular en el agua (Calvo, 2016)

- **Contaminación Microbiológica:** se denomina a la cantidad de microorganismo patógeno (bacterias, virus y protozoos) pueden contaminar el agua. El mal estado del agua en sus parámetros trae enfermedades como la colera y otros.

- **Contaminantes que consumen oxígeno:** exceso de materiales biodegradables.

- Materia en suspensión y sustancia inmiscibles (Damià Barceló L y López de Alda. M. J., 2003).

2.2.3. Calidad del agua Parámetros Biológicos

Estos parámetros son importantes porque mide la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes, etc.

Este tipo de contaminación es más difícil de controlar que la química o física y además los tratamientos deben estar regulándose constantemente (Payeras, 2011)

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios, se suele referir al consumo en 5 días (DBO5), también suele emplearse, pero menos el (DBO21) de 21 días. Se mide en ppm de O₂ que se consume (Payeras, 2011)

Las aguas de origen subterráneas contienen menos de 1 ppm, un contenido superior es sinónimo de contaminación por infiltración freática. Mientras que en aguas de la superficie es muy variable y dependerá de las fuentes contaminantes aguas arriba. En las aguas de uso diario (domesticas) se sitúa entre

100 y 350 ppm. En las aguas industriales tiene un alcance elevado de ppm como, por ejemplo: fabricación de aceites, alcoholes, industria de la alimentación, etc. (Payeras, 2011)

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Se determina la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato, permanganato, etc, por el total de materias oxidables orgánicas e inorgánicas. El oxígeno es un parámetro más rápido que el anterior ya que es de medición casi inmediata, la unidad de medida son ppm de O₂. (Hernández, 2017)

Las aguas puras tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm (Payeras, 2011)

Existe un índice que indica el tipo de vertido, aguas arriba que tenemos en el agua que estamos analizando y es la relación (DBO / DQO) si es menor de 0,2 el vertido será de tipo inorgánico y si es mayor de 0,6 se interpretará que aguas arriba tenemos un vertido orgánico (Payeras, 2011)

Carbón Orgánico Total

El COT es la nomenclatura del carbón orgánico es la medida del contenido de materia orgánica del agua. Es especialmente utilizable en pequeñas concentraciones. En presencia de un catalizador, el carbón orgánico se oxida a CO₂; últimamente se está popularizando por la rapidez en la realización del análisis (Payeras, 2011).

a) Microorganismos recomendados como indicadores de la calidad microbiológica del agua

A continuación, se describen algunos grupos de microorganismos recomendados en guías y estándares como indicadores de la calidad del agua potable, importantes para su valoración en términos sanitarios (EPA United States Environmental Protection Agency, 2011).

Bacterias Coliformes totales

Pertenecen a la familia Enterobacteriácea, son bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos, no esporulados, fermentadores de lactosa a 35 °C con producción de gas y ácido láctico de 24 a 48 h de incubación y presentar actividad de la enzima β -galactosidasa. Constituyen aproximadamente el 10 % de los microorganismos intestinales de los seres humanos y otros animales (American Public Health Association, 2012). Se encuentran en grandes cantidades en el ambiente (fuentes de agua, vegetación y suelos), no están asociados necesariamente con la contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud. Son indicadores de degradación de los cuerpos de agua. En aguas tratadas estas bacterias funcionan como una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen, indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución o en las propias

fuentes. (Fernández A, Molina M, Alvarez A, Alcántara M, Espigares A. , 2001)

Coliformes fecales o termotolerantes

Son subgrupo de bacterias del grupo coliforme, presentes en el intestino de animales de sangre caliente y humanos. Su origen es esencialmente fecal, tienen la capacidad de fermentar la lactosa, con producción de ácido y gas a $(44,0 \pm 0,2)$ °C en 24 h de incubación. Incluye a *Escherichia* y en menor grado las especies de los géneros de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*;^{18,23,24} estas últimas tienen una importante función secundaria como indicadoras de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales. Indican la calidad del agua tratada y la posible presencia de contaminación fecal.

Escherichia coli

Estudios efectuados han demostrado que está presente en las heces de humanos y animales de sangre caliente en concentraciones entre 10^8 y 10^9 Unidades formadoras de colonias (UFC)/g de heces. *E. coli* es considerada un habitante normal del microbiota intestinal de los seres humanos, sin embargo, puede estar asociada a diversas condiciones patológicas. Las diferentes cepas patógenas de *E. coli* muestran especificidad de huésped y poseen atributos de virulencia distintos. Cuando ocurren aumentos repentinos de la concentración de patógenos, aumenta de forma considerable el

riesgo o se desencadenan brotes de enfermedades (Johnson TJ and Nolan LK. , 2009).

Microorganismos heterótrofos

Las bacterias heterótrofas abundan en el agua, incluidas el agua tratada y del grifo; poseen gran capacidad de adaptación, pueden tolerar condiciones adversas de suministro de oxígeno y permanecer más tiempo que otros microorganismos en el agua (Pulles, 2014).

Es un indicador de la carga total bacteriana, que favorece el recuento de bacterias viables a 37 °C en 48 h de incubación; sus resultados se expresan en UFC de los microorganismos existentes. Mediante este indicador se obtiene información útil que se estudia junto con el índice de coliformes, para controlar un determinado proceso o para verificar la calidad del tratamiento, desinfección o descontaminación. Se ha comprobado que el conteo total de microorganismos heterótrofos es uno de los indicadores más confiables y sensibles del tratamiento o del fracaso de la desinfección (Pulles, 2014).

Clostridium perfringens

Su origen no es exclusivamente fecal, estas bacterias se encuentran en suelos y aguas contaminadas. Esta bacteria es esporulada por ende tolera condiciones adversas tales como: elevadas temperaturas, desecación, pH extremos, falta de nutrientes, entre otras. Cuando está presente en el agua

potabilizada y desinfectada indica fallos en el tratamiento o en la desinfección. La detección de este microorganismo en el agua inmediatamente después de su tratamiento, constituye un indicador de alerta sobre el funcionamiento de la planta de filtración. Debido a su elevada resistencia, las esporas pueden indicar, de forma indirecta, la presencia de quistes de protozoarios (Payment P, Berte A., Prévost M, Ménard B and Barbeau B. , 2010).

2.2.4. Calidad del agua Parámetros físico

Sabor y Olor

Estos dos parámetros son determinaciones organolépticas y de determinación subjetiva, para sus observaciones no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida.

Tienen un interés muy evidente en las aguas potables dedicadas al consumo humano y podemos establecer ciertas "reglas": (FAO-OMS. , 2013)

El agua producto de sus parámetros adquieren un sabor salado a partir de 300 ppm de Cl⁻, y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO₄⁼. El CO₂ libre en el agua le da un gusto "picante". Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un olor y sabor desagradables (Andrea, 2010)

Color

El color se refiere básicamente en absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Existen numerosas causas y que no podemos atribuirlo a un constituyente en exclusiva, algunos colores específicos dan indicios de la causa que los provoca, sobre todo en las aguas naturales. El agua pura no tiene color sólo aparece como azulada en grandes espesores (García, 2014)

Los colores se presentan inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales:

- Color amarillento es por los ácidos húmicos.
- Color rojizo, significar la presencia de hierro.
- Color negro afirma la presencia de manganeso.

El color propio del agua, no altera al agua cuando se potabiliza, pero se puede rechazar la estética en aguas de proceso puede colorear el producto y en circuito cerrado las sustancias colorantes que hacen que se produzcan espumas. Los analisis para determinar el color del agua se hacen en un laboratorio por comparación, se suelen medir en ppm de Pt, las aguas subterráneas no sobrepasan los 5 ppm de Pt, pero las superficiales pueden alcanzar varios cientos de ppm de Pt. La eliminación suele hacerse por coagulación-floculación con posterior filtración o la absorción en carbón activo. (Fernández A, Molina M, Alvarez A, 2001)

Turbidez

Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a ciertos materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones (Payeras, 2011).

Es por lo tanto un parámetro físico bastante bueno para medir la calidad de un agua, pero deben darse tres condiciones fundamentales para que sea representativa: (Limas Amorin, 2012)

- No suele tratarse de una contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
- Las mediciones se realicen a la misma temperatura.

2.2.5. Calidad del agua Parámetros químico

pH

El nivel óptimo de pH es indispensable, por que determina los niveles de hidrógeno en el agua. Mide la naturaleza ácida o alcalina en las soluciones acuosa. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8. (Rigola, 2015)

Dureza

Anteriormente se describió sobre la dureza se definido y se tabulado en función de las sales que contiene el agua, hemos definido sus unidades de medida y las correspondientes equivalencias. La dureza es la presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones (Payeras, 2011)

Afecta tanto a las aguas domésticas como a las industriales y desde la ósmosis inversa que es uno de los principales parámetros que se deben controlar.

Las aguas que contienen menos de 50 ppm de CO_3Ca se llaman blandas.

- Hasta 100 ppm de CO_3Ca , ligeramente duras.
- Hasta 200 ppm de CO_3Ca , moderadamente duras.
- A partir de 200 ppm de CO_3Ca , muy duras.

Lo recurrente es encontrar aguas con menos de 300 ppm de carbonato cálcico, pero pueden llegar hasta 1000 ppm e incluso hasta 2000 ppm.

La estabilidad de las aguas duras y alcalinas se describirá posteriormente. La eliminación de la dureza del agua se realiza, principalmente, por descalcificación o ablandamiento por intercambio iónico con resinas. (Rigola, 2015)

Alcalinidad

La alcalinidad es una medida de neutralizar ácidos. La alcalinidad contribuye, principalmente a una solución acuosa los iones bicarbonato (CO_3H^-), carbonato ($\text{CO}_3^{=}$), y hidróxido (OH^-), los fosfatos, ácido silícico u otros ácidos de carácter débil. Su presencia en el agua puede producir CO_2 en el vapor de calderas que es muy corrosivo y también puede producir espumas, arrastre de sólidos con el vapor de calderas, etc. La alcalinidad y la dureza se mide en la misma unidad. Se corrige por descarbonatación con cal, tratamiento ácido o desmineralización por intercambio iónico. (Gunther F, Craun J, Brunkard M, Jonathan S, 2010)

Coloides

Es una medida del material en suspensión en el agua que, por su tamaño alrededor de 10^{-4} ~ 10^{-5} mm, se comportan como una solución verdadera y atraviesa el papel de filtro.

Los coloides pueden ser de origen orgánico (macromoléculas de origen vegetal) o inorgánico (oligoelementos: óxidos de hierro y manganeso) (Payeras, 2011)

Se eliminan por floculación y coagulación, precipitación y eliminación de barros. La filtración es insuficiente y se requiere ultrafiltración (Velasco, 2017)

Acidez mineral

La acidez es la capacidad para neutralizar bases. Es bastante inusual que las aguas naturales presenten acidez, no así las superficiales. Es responsable de corrosión se mide en las mismas unidades que la alcalinidad y se corrige por neutralización con álcalis (Payeras, 2011)

Sólidos Disueltos

Los sólidos disueltos es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. Su origen puede ser tanto en las aguas subterráneas y en las superficiales. Para las aguas potables se fija un valor máximo que se debe alcanzar de 500 ppm, por sí sólo no es suficiente para catalogar la bondad del agua (Payeras, 2011)

El proceso de tratamiento, entre otros, es la ósmosis inversa. (Rigola, 2015)

Sólidos en Suspensión

Se separan por filtración y decantación. Exactamente son sólidos sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración. El valor en aguas subterráneas suele ser menos de 1 ppm, las superficiales pueden tener mucho más según el origen y forma de captación (Payeras, 2011)

Cloruros

Las aguas salobres suelen contener millares de ppm de cloruros, el agua de mar siempre está bordeando los 20.000 ppm de cloruros. (Guzmán, 2015)

Sulfatos

El ión sulfato (SO_4^{2-}) son sales moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces suelen contener entre 2 y 250 ppm y el agua de mar alrededor de 3.000 ppm. Anteriormente ya se describió que el agua pura se satura de SO_4Ca a unas 1.500 ppm, y esto se produce cuando se presenta otras sales de calcio aumenta la solubilidad. (Rigola, 2015).

Nitratos

El ión nitrato (NO_3^-) es importante porque forman muy solubles y estables. Es reductor que pasa de nitritos a nitrógeno e incluso amoníaco. Se estima que las aguas normales contienen menos de 10 ppm, concentraciones muy elevadas en agua de bebida puede producir la cianosis infantil. Cuando se presenta junto con fosfatos, en aguas superficiales, provocan la aparición de un excesivo crecimiento de algas es lo que se conoce como eutrofización. (Payment P, Berte A, 2010)

Fosfatos

El ión fosfato (PO_4^{3-}) por su naturales forma sales muy poco solubles y se precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como proviene de un ácido débil contribuye a la alcalinidad del

agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes (Velasco, 2017).

Fluoruros

El ión fluoruro (F⁻), son sales de solubilidad muy limitada, estas sales se encuentran en cantidades superiores a 1 ppm. ya que también se almacena en el organismo y no existen estudios a largo plazo de efectos secundarios (Payeras, "Parámetros de la calidad del agua", 2011)

Sílice

Las aguas naturales por lo general contienen entre 1 y 40 ppm, pudiendo llegar a las 100 ppm. (Montoya Valer, 2015)

Bicarbonatos y Carbonatos

El equilibrio, como ya vimos, está muy afectado por el pH; todos estos iones contribuyen, fundamentalmente, a la alcalinidad del agua (Velasco, 2017)

Las aguas dulces de lagunas, manantiales y rios suelen contener entre 50 y 350 ppm de ión bicarbonato, y es el pH inferior a 8,3, con ello no habrá ión carbonato. El agua de mar contiene alrededor de 100 ppm de ión bicarbonato (Del águila, 2015)

Otros Componentes Aniónicos

Los sulfuros, S⁼, y el ácido sulfhídrico son muy característicos de medios reductores, pero en general las aguas contienen menos de 1 ppm, su principal característica es que el agua tiene muy mal olor. Los compuestos fenólicos

Magnesio

El ión magnesio, Mg^{++} , tiene casi las mismas propiedades a las del ión calcio, no obstante sus sales son un poco más solubles y difíciles de precipitar. El hidróxido de magnesio es poco soluble. En aguas dulces generalmente contiene entre 1 y 100 ppm. Las aguas del mar comprenden alrededor de 1.300 ppm. Su contenido en el agua potable con un centenar de ppm ocasiona un sabor amargo con efectos laxantes. (Baque, 2016)

Hierro

El hierro es un catión importante donde su presencia es relevante en la contaminación, se presenta en dos formas: ión ferroso, Fe^{++} , o más oxidado como ión férrico, Fe^{+++} . La estabilidad y aparición del hierro en diferentes formas depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras, composición de la solución, etc. (American Public Health Association. , 2012)

Por todo lo anterior y de acuerdo a los parámetros de calidad de agua, las aguas subterráneas sólo contienen el ión ferroso disuelto, que suele aparecer con contenidos entre 0 y 10 ppm, no obstante, al airear el agua se incrementa el hidróxido férrico de un color pardo-rojizo, donde se reduce la cantidad a menos de 0,5 ppm. Para que parezcan contenidos de hierro de varias docenas de ppm hacen falta que el medio sea ácido (Payeras, 2011)

Manganeso

Formando el MnO_2 que es insoluble. Rara vez el agua contiene más de 1 ppm y requiere un pH ácido (Payeras 2011)

Metales tóxicos

Los más comunes son el arsénico, el cadmio, el plomo, el cromo, el bario y el selenio. Todos deben ser seriamente controlados en el origen de la contaminación (Sevillano, 2011)

Gases Disueltos

El dióxido de carbono, CO_2 , se conoce que es un gas soluble que se hidroliza cuando se constituye en iones bicarbonato y carbonato, en función del pH del agua. Las aguas del sub suelo más profundas pueden contener hasta 1.500 ppm, pero las superficiales se sitúan entre 1 y 30 ppm, un exceso hace que el agua sea corrosiva. (American Public Health Association. , 2012)

El oxígeno en el agua es vital para la vida superior y para la mayoría de los microorganismos (Rigola, 1990)

El ácido sulfhídrico, SH_2 , causa un olor a huevos podridos y es corrosivo.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Calidad del agua, es un conjunto de características, físicas, Químicas y microbiológicas del agua, determinadas básicamente por los valores establecidos en la normativa peruana. (American Public Health Association, 2012)

Coliformes, grupo de bacterias que comprende todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos, no esporulados que producen ácido y gas al fermentar la lactosa (Djuikom E. , 2009)

Enfermedad diarreica: La diarrea es ocasionada por una variedad de gérmenes, entre ellos los virus, las bacterias y los protozoos. Esta enfermedad hace que las personas pierdan líquido y electrolitos, lo cual puede provocar deshidratación y, en algunos casos, causar la muerte.

Enfermedades relacionadas al consumo de agua. - Son las enfermedades transmitidas a través del agua, el cual actúa como vehículo para los patógenos causantes de relación huésped – hospedero, siempre afecta al primero y beneficia al segundo (Organización Mundial de la Salud, 2009).

Enterococcus faecalis, (Enterococos fecales), en los análisis de las aguas, los enterococos pueden considerarse como indicadores de contaminación fecal. Sin embargo, es conveniente remarcar que algunos enterococos que se encuentran en las aguas pueden proceder ocasionalmente de otros hábitats (Organización Mundial de la Salud, 2009).

Escherichia coli, se trata de una bacteria con diversas variantes. Su lugar de supervivencia es el intestino del hombre y los animales, no

suele causar ningún tipo de problema, incluso es necesaria para el funcionamiento correcto del proceso digestivo. Sin embargo, algunas cepas por intercambio de material genético, han adquirido la capacidad de causar infecciones y provocar diarreas sangrantes (Organización Mundial de la Salud, 2009).

Incidencia de enfermedades, la cantidad de la población que padece la enfermedad, que es objeto de estudio, en un momento determinado, es decir en un periodo de tiempo.

Límite máximo permisible, son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

Parámetros microbiológicos, son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para la supervivencia del ser humano que se analiza para ser consumido (Prus A., 2000).

Parámetros organolépticos, son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor mediante su percepción sensorial.

2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

Hi: El índice de calidad del agua es adecuado del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.

H0: El índice de calidad del agua no es adecuado del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.

2.4.2. Hipótesis específico

Hi1: Los parámetros microbiológicos de la calidad del agua es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

H01: Los parámetros microbiológicos de la calidad del agua no es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

Hi2: Los parámetros químicos de la calidad del agua es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

H02: Los parámetros químicos de la calidad del agua no es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

Hi3: Los parámetros físicos de la calidad del agua es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

H03: Los parámetros físicos de la calidad del agua no es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

2.5. Sistema de variables

2.5.1. Variable independiente

Bacteria

2.5.2. Variable dependiente

Calidad de agua

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 1 Operacionalización de las variables

Título: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del centro poblado de Cochatama, Huánuco- 2019.

Tesista: Miguel Ángel Cajas Condezo.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Variable independiente: Bacteria	Parámetros microbiológicos	Coliformes Totales (Número más Probable o NMP)	UFC/100 mL a 35°C	
		Coliformes termorresistentes (Número más Probable o NMP)	UFC/100 mL a 44,5°C	
		Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	
Variable dependiente: Calidad de agua	Parámetros físicos	Temperatura	°C	Numérico
		Turbidez UNT	UNT	
		Dureza	Mg/L	
		Conductividad	Us/cm	
	Parámetros químicos	Cloruro	PPM	Intervalo
		Nitrato	PPM	
		Oxígeno disuelto	PPM	
		Sulfato	SO	
		Sales disueltas	Mg/L	
		PH (7.5 Optimo)	Intervalo (0 - 14)	

Elaboración: Bach. Cajas, 2019.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según la intervención del investigador el estudio fue **observacional**, solo se observa y se describe en forma precisa los fenómenos (Fonseca & Martel, 2012).

Según la planificación de la medición de la variable de estudio fue **prospectivo**, porque el estudio pertenece al tiempo presente y la recolección de datos lo realiza el investigador a partir de la fuente primarias (Fonseca & Martel, 2012).

Según el número de mediciones de la variable de estudio fue **transversal**, porque los instrumentos se aplicarán en solo momento y las variables se medirán una sola vez (Fonseca & Martel, 2012).

Según el número de variables estudiadas es **descriptiva**, porque el estudio se trabaja con una variable.(Fonseca & Martel, 2012).

3.1.1. Enfoque

Cuantitativo (Fonseca & Martel, 2012).

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue el nivel II o llamado descriptivo.(Aguilar, 2006).

3.1.3. Diseño

Descriptivo transversal (Hernández, 2016)

M  O

Dónde:

M = Población Muestral

O = Observación

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio fue el manantial del Centro Poblado de Cochatama-Huánuco-2019.

- **Muestra**

Según el criterio se tomaron 4 muestras por unidad de parámetro físico, químico y microbiológico, en 4 puntos de fuentes hídricos.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Para la recolección de datos

La técnica utilizada fue el fichaje (Fonseca & Martel, 2012).

- **Instrumentos**

Para el Muestreo de Agua se Usarán los Protocolos

Correspondientes:

- Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales R.J. 010-2016 ANA.
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.
- Estandares de calidad ambiental (ECA) para el agua DS 004-2017 MINAM

3.3.2. Ficha de análisis documenta de laboratorio: Consta de las siguientes partes: título de la investigación, información específica sobre el llenado (instrucciones), datos generales sobre el punto de monitoreo (ubicación, coordenadas, nombre de la fuente, numero de muestra, fecha y hora), resultados de laboratorio del análisis físico (conductividad, solidos totales , turbiedad, pH, color), análisis químico (cloro residual libre) , análisis microbiológico (Coliformes totales, termorresistentes y bacterias heterotróficas) y el resultado de la calidad de agua.

3.3.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Métodos de análisis y bacterias utilizadas: En todas las muestras se cuantificaron coliformes fecales y *E. coli* por la técnica de Número Más Probable (NMP/100 ml).

La cuantificación se realizó con base a la tabla de NMP/100 ml para series de 5 tubos, de acuerdo con cada protocolo de ensayo.

Análisis estadístico y evaluación de la calidad del agua: Para el análisis de las variables coliformes fecales, *E. coli*, se utilizará el paquete estadístico SPSS versión 22.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se analizó las variables dependientes e independientes mediante prueba de laboratorio para determinar la calidad del agua.

Variables independientes: para el análisis de la variable independiente se tomaron como dimensión a las Bacterias que fueron analizados mediante laboratorio en cuatro puntos diferentes, donde los resultados son lo siguiente:

Tabla 2
Análisis microbiológico del agua, punto 01.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 01	Coliformes Totales (Número Probable o NMP) más	UFC/100 mL a 35°C	2	50
	Coliformes termorresistentes (Número Probable o NMP) más	UFC/100 mL a 44,5°C	0	20
	Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500	500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica - UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 02, se muestra el análisis microbiológico del agua realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza los coliformes totales, coliformes termorresistentes y las bacterias heterotrofas se obtiene como resultado de 2, 0 y 500 respectivamente; los coliformes totales, coliformes termorresistentes y las bacterias heterotróficas se encuentran por debajo de los límites máximos

permisibles de los componentes microbiológicos según D.S. 004-2017 MINAM.

Tabla 3

Análisis microbiológico del agua, punto 02.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 02	Coliformes Totales (Número más Probable o NMP)	UFC/100 mL a 35°C	189	50
	Coliformes termorresistentes (Número más Probable o NMP)	UFC/100 mL a 44,5°C	0	20
	Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	450	500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica - UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 03, se muestra el análisis microbiológico del agua realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza los coliformes totales, coliformes termorresistentes y las bacterias heterotrofias se obtiene como resultado de 189, 0 y 450 respectivamente; los coliformes termorresistentes se encuentran por debajo de los límites máximos de los componentes microbiológicos según D.S. 004-2017 MINAM, mientras que los coliformes totales y las bacterias heterotróficas se encuentran por encima de los límites máximos.

Los coliformes termorresistentes tienen un valor de 0, este resultado indica que mediante el análisis de agua que se realizó no se encuentre estas bacterias, puesto que el límite máximo es de 20, según el D.S. 004-2017 MINAM.

Tabla 4

Análisis microbiológico del agua, punto 03.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 03	Coliformes Totales (Número más Probable o NMP)	UFC/100 mL a 35°C	450	50
	Coliformes termorresistentes (Número más Probable o NMP)	UFC/100 mL a 44,5°C	0	20
	Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	425	500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica - UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 04 se muestra el análisis microbiológico, donde se analiza los coliformes totales, coliformes termorresistentes y las bacterias heterotrofias se obtiene como resultado de 450, 0 y 425 respectivamente; los coliformes termorresistentes se encuentran por debajo de los límites máximos de los componentes microbiológicos según 004-2017 MINAM, mientras que los coliformes totales y las bacterias heterotróficas se encuentran por encima de los límites máximos.

Tabla 5

Análisis microbiológico del agua, punto 4.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 04	Coliformes Totales (Número más Probable o NMP)	UFC/100 mL a 35°C	975	50
	Coliformes termorresistentes (Número más Probable o NMP)	UFC/100 mL a 44,5°C	0	20
	Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	350	500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica - UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 05, se muestra el análisis microbiológico del agua realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza los coliformes totales, coliformes termorresistentes y las bacterias heterotrofias se obtiene como resultado de 975, 0 y 350 respectivamente; los coliformes termorresistentes se encuentran por debajo de los límites máximos de los componentes microbiológicos según D.S. 004-2017 MINAM, mientras que los coliformes totales y las bacterias heterotróficas se encuentran por encima de los límites máximos.

Análisis de los parámetros microbiológicos según punto de monitoreo- A continuación, se analiza los parámetros microbiológicos según los puntos de análisis de agua.

- **Coliformes Totales**

Tabla 6

Análisis de coliformes totales según punto de análisis.

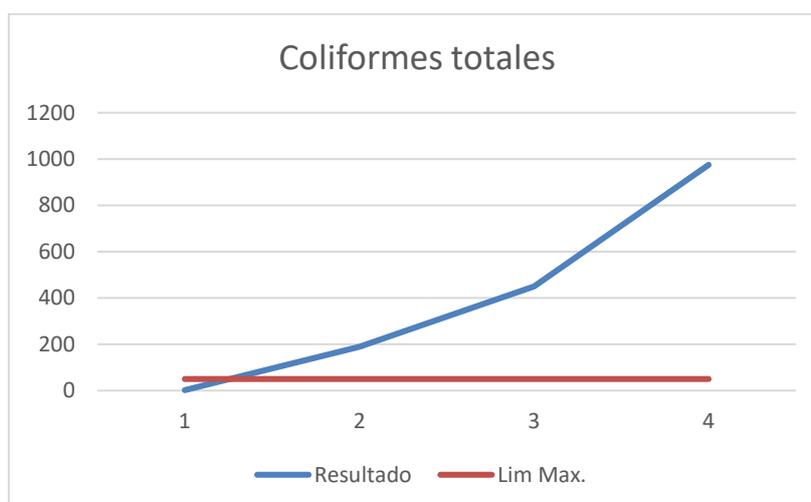
Punto	Resultado	Lim Max.
1	2	50
2	189	50
3	450	50
4	975	50

Fuente: Laboratorio Biotecnológica - UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 06, muestra los resultados comparativos de los coliformes totales en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que en el punto 1 un valor de 2 en coliformes totales sienta el máximo 50 según D.S. 004-2017 MINAM, encontrándose en un valor óptimo; los puntos 2, 3 y 4 tienen un valor de 189, 450 y 975 respectivamente encontrándose por encima de los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua.

Evolución de los coliformes totales.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica - UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 1

En el gráfico 01, se observa el análisis de los coliformes totales según los puntos de análisis de agua, en el punto 1 se observa que los coliformes totales tienen un valor por debajo del límite máximo, mientras que el punto 1, 2 y 3 sobrepasan el límite.

- **Coliformes termorresistentes-**

Tabla 7

Análisis de coliformes termorresistentes según punto.

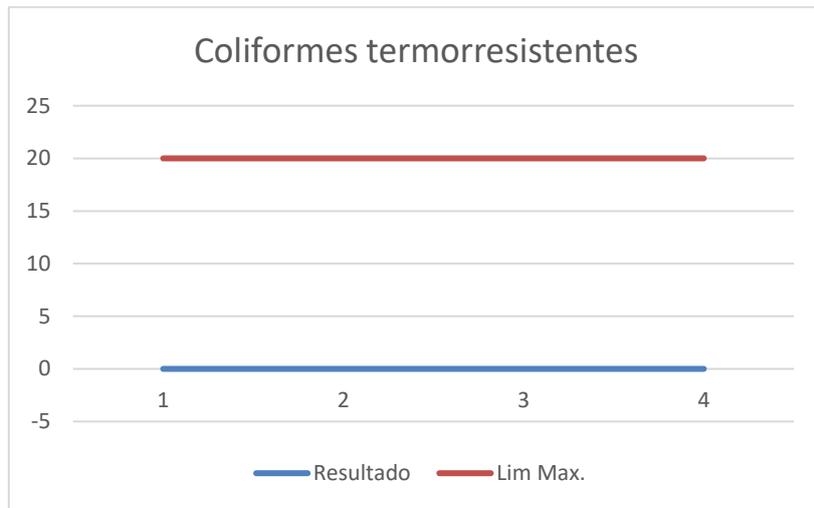
Punto	Resultado	Lim Max.
1	0	20
2	0	20
3	0	20
4	0	20

Fuente: Laboratorio Biotecnológica - UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 07, muestra los resultados comparativos de los coliformes termorresistentes, se observa que los 4 puntos de análisis de agua se obtienen un valor menor al límite máximo permitido por el D.S. 004-2017 MINAM.

Evolución de los coliformes termorresistentes.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 2

En el gráfico 02, se observa el análisis de los coliformes termorresistentes según los puntos de análisis de agua, todos los resultados se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos.

- **Bacterias heterotrófica-**

Tabla 8

Análisis de las bacterias heterotrófica según punto.

Punto	Resultado	Lim Max.
1	500	500
2	450	500
3	425	500
4	350	500

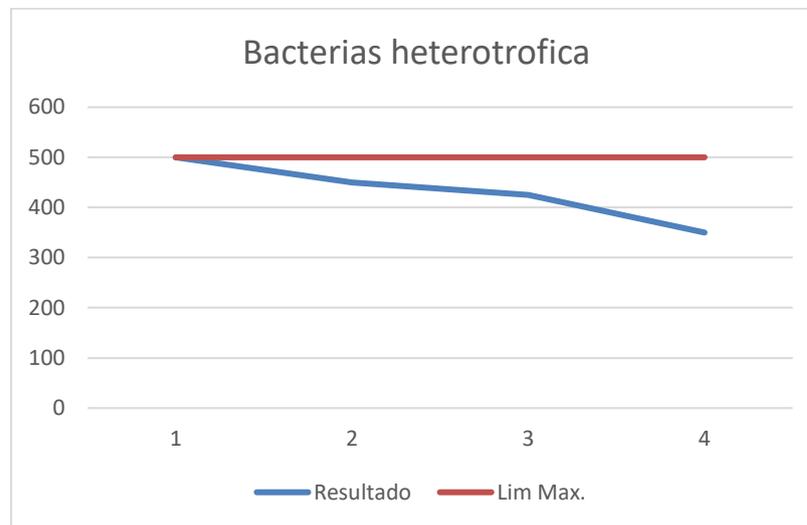
Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 08, muestra los resultados comparativos de las bacterias heterotrófica en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene en el punto 1 un valor de 500 en bacterias heterotróficas sienta igual al máximo permitido según D.S. 031-2010-S.A. según D.S. 004-2017 MINAM afirmamos que los puntos 2, 3 y 4 tienen un valor de 450, 425 y 350

respectivamente encuentran dentro de los límites máximos de los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua.

Evolución de las bacterias heterotróficas.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 3

En el gráfico 03, se observa el análisis de las bacterias heterotrófica según los puntos de análisis de agua, el punto 1 se encuentra igual que los límites máximos propuestos por el DS 031-2010-S, mientras que los puntos 2, 3 y 4 se encuentra dentro de los límites máximos permitidos por el DS 004-2017.

Variable dependiente: La variable dependiente que se analiza es calidad del agua que comprende los parámetros físicos y químicos que se representa a continuación:

- **Parámetros físicos-**. Los parámetros físicos del agua que se analizan son: la temperatura, turbidez, dureza y conductividad; a continuación, se muestran los parámetros físicos del agua en 4 puntos diferentes:

Tabla 9

Análisis físico del agua, punto 01.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 01	Temperatura	°C	9.2	12
	Turbidez UNT	UNT	2	5
	Dureza	mg/L	22	500
	Conductividad	us/cm	80.4	1500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 09, se muestra el análisis físico del agua realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza la temperatura, turbidez, dureza y conductividad obteniendo como resultado 9.2, 2, 22 y 80.4 respectivamente; según el DS 004-2017 MINAM se encuentran dentro de los límites máximos.

Tabla 10

Análisis físico del agua, punto 02.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 02	Temperatura	°C	9.4	12
	Turbidez UNT	UNT	3	5
	Dureza	mg/L	22	500
	Conductividad	us/cm	57	1500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 10, se muestra el análisis físico del agua realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza en el punto 02 la temperatura, turbidez, dureza y conductividad obteniendo como resultado 9.4, 3, 22 y 57 respectivamente; según el DS 004-2017 MINAM se encuentran dentro de los límites máximos.

Tabla 11

Análisis físico del agua, punto 03

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 03	Temperatura	°C	9.6	12
	Turbidez UNT	UNT	4	5
	Dureza	mg/L	12	500
	Conductividad	us/cm	57	1500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 11, se muestra el análisis físico del agua en el punto 03 realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza la temperatura, turbidez, dureza y conductividad con resultado 9.6, 4, 12 y 57 respectivamente; según el DS 004-2017 MINAM se encuentran dentro de los límites máximos.

Tabla 12

Análisis físico del agua, punto 04

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 04	Temperatura	°C	9.4	12
	Turbidez UNT	UNT	9	5
	Dureza	mg/L	20	500
	Conductividad	us/cm	50	1500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 12, se muestra el análisis físico del agua en el punto 04 realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza la temperatura, turbidez, dureza y conductividad con resultado 9.4, 9, 20 y 50 respectivamente; según el DS 004-2017 MINAM se encuentran dentro de los límites máximos a excepción de la turbidez.

Análisis de los parámetros físicos en puntos de monitoreo-. A continuación, se analiza los parámetros físicos según los puntos de análisis de agua.

- **Temperatura c°-**.

Tabla 13

Análisis de la temperatura del agua

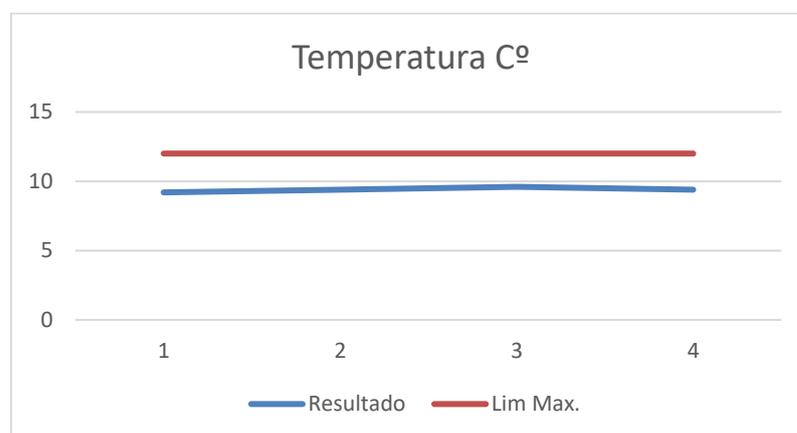
Punto	Resultado	Lim Max.
1	9.2	12
2	9.4	12
3	9.6	12
4	9.4	12

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 13, muestra los resultados comparativos de la temperatura del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que todos los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM.

Evolución de la temperatura.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 4

El gráfico 04 se observa que todos los resultados de temperatura obtenidos se encuentran dentro del límite máximo según DS 004-2017.

- **Turbidez UNT-**

Tabla 14

Análisis de la turbidez del agua

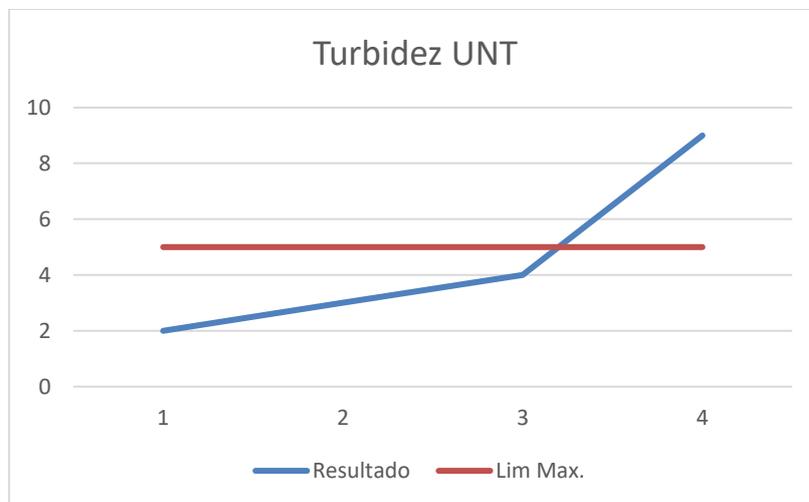
Punto	Resultado	Lim Max.
1	2	5
2	3	5
3	4	5
4	9	5

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 14, muestra los resultados comparativos de la turbidez del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que todos los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM a excepción del punto 04 donde los resultados son mayores a los límites máximos permitidos.

Evolución de la turbidez.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 5

El gráfico 05 muestra los resultados de la turbidez analizados en los 4 puntos de análisis, de acuerdo al resultado el punto 1, 2 y 3 se encuentran

dentro de los límites máximos permitidos, mientras que el punto 4 excede los límites.

- **Dureza-**

Tabla 15

Análisis de la dureza del agua

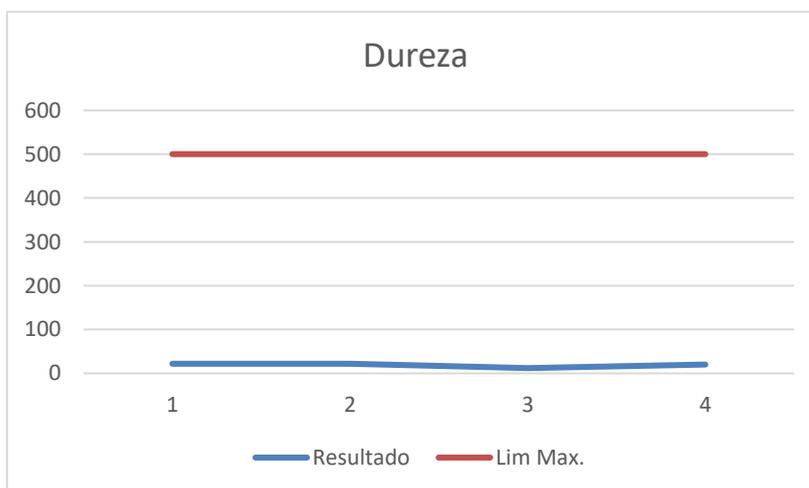
Punto	Resultado	Lim Max.
1	22	500
2	22	500
3	12	500
4	20	500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 15, muestra los resultados comparativos de la dureza del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que todos los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM.

Evolución de la dureza.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 6

El gráfico 06 muestra los resultados de la dureza del agua, donde los 4 puntos se encuentra dentro de los límites máximo según DS 004 – 2017 MINAM.

- **Conductividad-**

Tabla 16

Análisis de la conductividad del agua

Punto	Resultado	Lim Max.
1	80.4	1500
2	57	1500
3	57	1500
4	50	1500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 16, muestra los resultados comparativos de la conductividad del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que todos los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM

Evolución de la conductividad.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 7

El gráfico 07 muestra los resultados de la conductividad del agua, donde los 4 puntos se encuentra dentro de los limites máximo según DS 004 – 2017 MINAM.

- **Parámetros químicos-** Los parámetros químicos del agua que se analizan son: Cloruro, Nitrato, Oxígeno disuelto, Sulfato, Sales disueltos y pH; a continuación, se muestran los parámetros químicos del agua en 4 puntos diferentes:

Tabla 17

Análisis químico del agua, punto 01.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 01	Cloruro	mg/L	17	250
	Nitrato	mg/L	10	50
	Oxígeno disuelto	mg/L	6.22	≥ 6
	Sulfato	mg/L	0	250
	Sales disueltas	mg/L	48	1000
	PH (7.5 Optimo)	Intervalo (0 - 14)	7.551	6.5 - 8.5

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 17, se muestra el análisis químico del agua realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza el Cloruro, Nitrato, Oxígeno disuelto, Sulfato, Sales disueltos y pH se obtiene como resultado optimo dentro de los limites máximos según D.S. 004-2017 MINAM, estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua.

Con respecto al sulfato este toma un valor de 0 por que no se presentan este componente químico en el agua del punto de monitoreo respectivo.

Tabla 18

Análisis químico del agua, punto 02.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 02	Cloruro	mg/L	17	250
	Nitrato	mg/L	0	50
	Oxígeno disuelto	mg/L	6	≥ 6
	Sulfato	mg/L	23	250
	Sales disueltas	mg/L	34	1000
	PH (7.5 Optimo)	Intervalo (0 - 14)	7.324	6.5 - 8.5

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 18, se muestra el análisis químico del agua realizado en el laboratorio biotecnológico de la Universidad de Huánuco, donde se analiza el Cloruro, Nitrato, Oxígeno disuelto, Sulfato, Sales disueltos y pH se obtiene como resultado optimo dentro de los límites máximos según D.S. 004-2017 MINAM, estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua.

Tabla 19

Análisis químico del agua, punto 03.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 03	Cloruro	mg/L	17	250
	Nitrato	mg/L	0	50
	Oxígeno disuelto	mg/L	6.34	≥ 6
	Sulfato	mg/L	2	250
	Sales disueltas	mg/L	34	1000
	PH (7.5 Optimo)	Intervalo (0 - 14)	7.397	6.5 - 8.5

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 19, se muestra el análisis químico del agua en el punto 03, donde se analiza el Cloruro, Nitrato, Oxígeno disuelto, Sulfato, Sales disueltas y pH se obtiene como resultado óptimo dentro de los límites máximos según D.S. 004-2017 MINAM, estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua.

Tabla 20

Análisis químico del agua, punto 04.

Día	Indicadores	Unidad de Medida	Resultado	Lim. Max
Punto 04	Cloruro	mg/L	17	250
	Nitrato	mg/L	0	50
	Oxígeno disuelto	mg/L	6.19	≥ 6
	Sulfato	mg/L	5	250
	Sales disueltas	mg/L	34	1000
	PH (7.5 Optimo)	Intervalo (0 - 14)	7.461	6.5 - 8.5

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

En la tabla 20, se muestra el análisis químico del agua en el punto 04, donde se analiza el Cloruro, Nitrato, Oxígeno disuelto, Sulfato, Sales disueltas y pH se obtiene como resultado óptimo dentro de los límites máximos según 004-2017 MINAM, estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua.

Análisis de los parámetros químicos según los puntos-. A continuación, se analiza los parámetros químicos según los puntos de análisis de agua.

- **Cloruro-.**

Tabla 21

Análisis del cloruro del agua

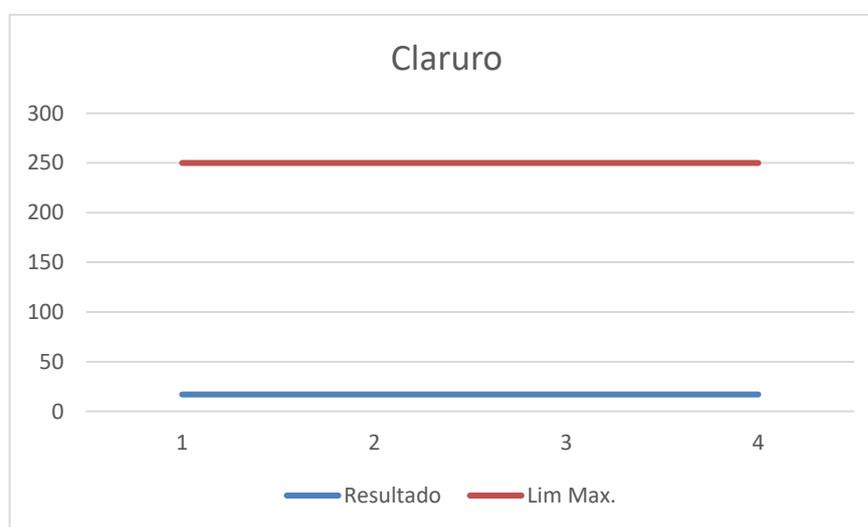
Punto	Resultado	Lim Max.
1	17	250
2	17	250
3	17	250
4	17	250

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 21, muestra los resultados comparativos del cloruro del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que todos los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM

Evolución del cloruro.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 8

El gráfico 08 muestra los resultados del cloruro del agua, donde los 4 puntos se encuentra dentro de los limites máximo según DS 004 – 2017 MINAM.

- **Nitrato-**

Tabla 22

Análisis del nitrato del agua

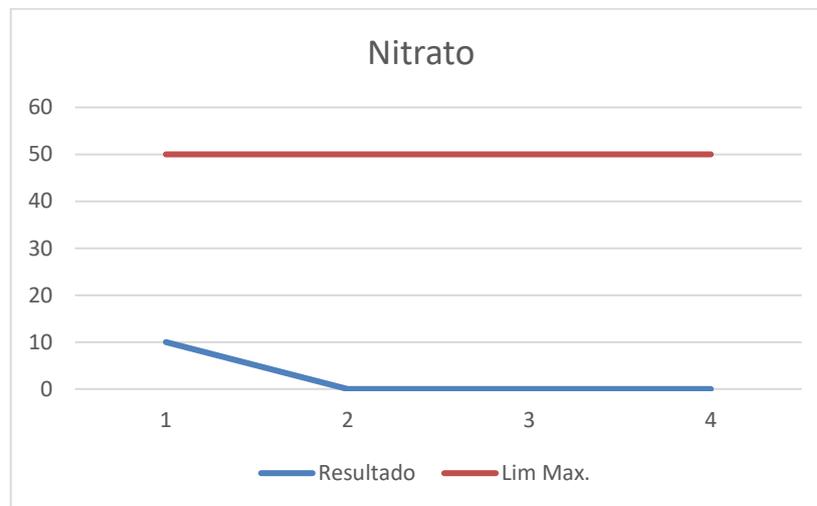
Punto	Resultado	Lim Max.
1	10	50
2	0	50
3	0	50
4	0	50

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 22, muestra los resultados comparativos del nitrato del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que todos los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM

Evolución del nitrato.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 9

El gráfico 09 muestra los resultados del nitrato del agua, donde los 4 puntos se encuentra dentro de los limites máximo según DS 004 – 2017 MINAM.

- **Oxígeno disuelto-**

Tabla 23

Análisis del oxígeno disuelto del agua

Punto	Resultado	Lim Max.
1	6.22	6
2	6	6
3	6.34	6
4	6.19	6

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 23, muestra los resultados comparativos del oxígeno disuelto del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que todos los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM

Evolución del oxígeno disuelto.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 10

El gráfico 10 muestra los resultados del oxígeno disuelto del agua, donde los 4 puntos se encuentra dentro de los limites máximo según DS 004 – 2017 MINAM.

- **Sulfato-**

Tabla 24

Análisis de sulfato del agua

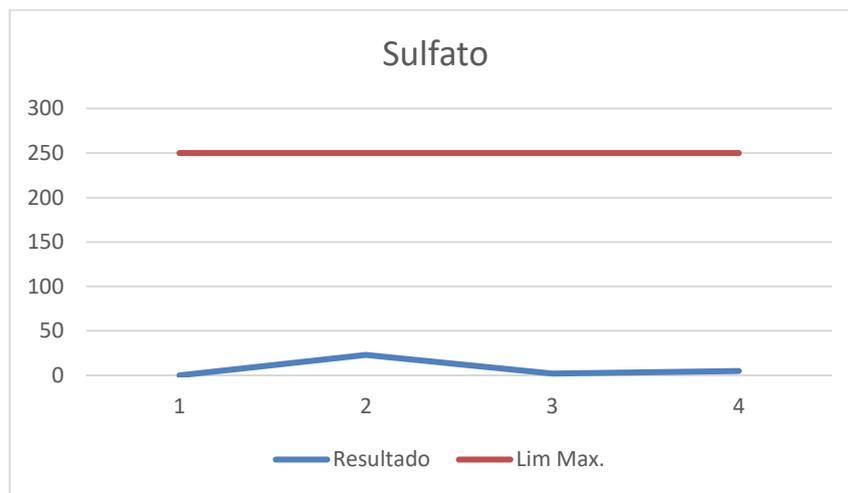
Punto	Resultado	Lim Max.
1	0	250
2	23	250
3	2	250
4	5	250

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 24, muestra los resultados comparativos del sulfato del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se obtiene que todos los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM.

Evolución del sulfato.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 11

El gráfico 11 muestra los resultados del sulfato de agua, donde los 4 puntos se encuentra dentro de los límites máximo según DS 004 – 2017 MINAM.

- **Sales disueltos-**

Tabla 25

Análisis de sales disuelto del agua

Punto	Resultado	Lim Max.
1	48	1000
2	34	1000
3	34	1000
4	34	1000

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 25, muestra los resultados comparativos de sales disuelto del agua en los 4 puntos de monitoreo donde los resultados obtenidos en los puntos se encuentran dentro de los límites máximos permitidos según DS 004-2017 MINAM

Evolución de sales disueltos.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 12

El gráfico 12 muestra los resultados de sales disueltos de agua, donde los 4 puntos se encuentra dentro de los limites máximo según DS 004 – 2017 MINAM.

- PH-.

Tabla 26

Análisis de pH del agua

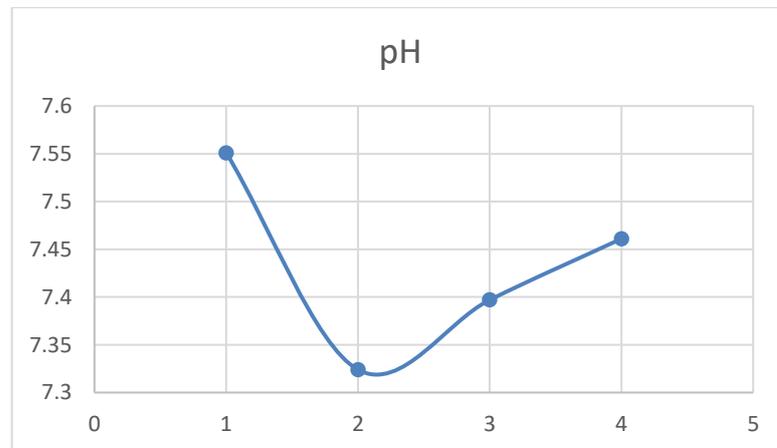
Punto	Resultado	Lim Max.
1	7.551	6.5 - 8.5
2	7.324	6.5 - 8.5
3	7.397	6.5 - 8.5
4	7.461	6.5 - 8.5

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 26, muestra los resultados comparativos del pH del agua en los 4 puntos de monitoreo donde se observa que los resultados se encuentran dentro del rango de niveles de pH permitidos según DS 004-2017 MINAM.

Evolución del pH.



Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Gráfico 13

El gráfico 13 muestra los resultados de los niveles de pH, los resultados se encuentran dentro del rango de pH según DS 004 – 2017 MINAM.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

De acuerdo al DS 004-2017 MINAM donde indica los parámetros de los estándares de calidad ambiental (ECA) de agua, se analiza el agua de

acuerdo a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de los puntos identificados, para aceptar o rechazar la hipótesis.

HIPOTESIS GENERAL

Hi: El índice de calidad del agua es adecuado del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.

H0: El índice de calidad del agua no es adecuado del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.

Según el DS 004-2017 MINAM, que aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua, donde se encuentra la subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, donde se divide en tres momentos, A1: Aguas que pueden ser potabilizados con desinfección, A2: Aguas que pueden ser potabilizados por tratamiento convencional y A3: agua que pueden ser potabilizadas por tratamiento avanzado. Cada etapa tiene su límite máximo para ser tratado.

Según sus orígenes del agua se toma como límite máximo la subcategoría A1: como agua que pueden ser potabilizados con desinfección. Verificando la tabla 02: Análisis microbiológicos del agua punto 01, tabla 09: Análisis físico del agua, punto 01, y tabla 16: Análisis químico del agua, punto 01 se observa y se afirma que los resultados se encuentran ubicado dentro de los límites máximos permisibles para que el agua pueda ser potabilizados por desinfección.

HIPOTESIS ESPECIFICO

Hi1: Los parámetros microbiológicos de la calidad del agua es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

H01: Los parámetros microbiológicos de la calidad del agua no es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

Tabla 27

Análisis de los parámetros microbiológicos

Indicador	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Lim. Max
Coliformes Totales (Número más Probable o NMP)	2	189	450	975	50
Coliformes termorresistentes (Número más Probable o NMP)	0	0	0	0	20
Bacterias heterotróficas	500	450	425	350	500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 27 muestra los parámetros microbiológicos de los puntos 1, 2, 3 y 4 donde se observa que los 4 puntos no están dentro del límite máximo de los 3 componentes microbiológicos, a excepción del punto 01 que se encuentra dentro de los límites máximos requeridos para que el agua se pueda potabilizar por desinfección. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula y decimos que el índice de calidad del agua del punto 1 es adecuado del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.

Hi2: Los parámetros químicos de la calidad del agua es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

H02: Los parámetros químicos de la calidad del agua no es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

Tabla 28

Análisis de los parámetros químicos del agua

Indicador	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Lim. Max
Cloruro	17	17	17	17	250
Nitrato	10	0	0	0	50
Oxígeno disuelto	6.22	6	6.34	6.19	≥ 6
Sulfato	0	23	2	5	250
Sales disueltas	48	34	34	34	1000
PH (7.5 Optimo)	7.551	7.324	7.397	7.461	6.5 - 8.5

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 28, muestra los resultados de los parámetros químicos de los puntos 1, 2, 3 y 4 donde podemos afirmar que los parámetros químicos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para que el agua se potabilice por desinfección.

Según el analice de los parámetros químicos del agua aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula y decimos que los parámetros químicos de la calidad del agua son adecuados en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

Hi3: Los parámetros físicos de la calidad del agua es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

H03: Los parámetros físicos de la calidad del agua no es adecuado en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

Tabla 29

Análisis de los parámetros físico del agua

Indicador	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Lim. Max
Temperatura	9.2	9.4	9.6	9.4	12
Turbidez UNT	2	3	4	9	5
Dureza	22	22	12	20	500
Conductividad	80.4	57	57	50	1500

Fuente: Laboratorio Biotecnológica – UDH

Elaboración: Bach. Cajas, 2019

La tabla 29 muestra que el análisis físico del agua en los cuatro puntos de monitoreo, donde los resultados demuestran que se encuentran dentro de los límites máximos permitidos, por ende, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula y decimos que los parámetros físicos de la calidad del agua son adecuados en el manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019.

CAPITULO V:

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del análisis de la calidad de agua realizado anteriormente demuestran que el punto 01 se encuentra dentro de los límites máximos permitidos por el MINAM de acuerdo a su DS 004-2017, las misma que se concuerda con los siguientes autores:

- Miranda R (2016). Colombia. **“Evaluación de la calidad del agua para consumo humano mediante indicadores fisicoquímicos y microbiológicos en el río Algodonal”**. Se analiza los parámetros fisicoquímicos, parámetros de plaguicidas (Carbamatos, organofosforados y Organoclorados) y parámetros microbiológicos (Coliformes fecales y *E.coli*). Los resultados fisicoquímicos no mostraron concentraciones por encima de los valores máximos permitidos en la normatividad.
- Guzmán B. (2015). Colombia. **“La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia”**. la calidad del agua demostró tener un impacto importante en la mortalidad infantil, por lo que se requiere la adopción de políticas que fortalezcan los sistemas de suministro de agua en el país.
- Valdivia S. (2017). **“La calidad del agua de consumo doméstico en relación con las enfermedades diarreicas agudas en niños de 0 a 5 años en el centro poblado de Pachachupan - distrito de Chinchao, provincia Huánuco”**. Obtuvo como resultado que

el agua de consumo doméstico distribuida en la zona de estudio, no es apta para el consumo humano, tanto en la captación la “quebrada Tullca”, en el reservorio y las conexiones domiciliarias.

La presente investigación se asemeja lo investigado por Miranda R (2016) , por que investiga los parámetros físicos , químicos y microbiológico del agua, al igual que nuestra investigación los valores físicos, químico y microbiológico se presentan dentro de los límites máximos de los estándares de calidad agua; por su parte Guzman 2015) analiza la calidad de agua para consumo humano con la morbimortalidad donde demuestra que el agua tiene impacto importante en la mortalidad infantil, para llegar al resultado Guzman(2015) analiza los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua , las cuales determinan que están fuera de los límites máximos permitidos por las normas; Valdivia (2017) analiza la calidad de agua para consumo humano y lo relaciona con las enfermedades diarreicas, los resultados demuestra que existe una relación significativa entre las variables.

CONCLUSIONES

De acuerdo al resultado de los análisis de la calidad del agua mediante los parámetros físicos, químicos y microbiológicos realizados en los 4 puntos de muestreo, se llega se concluye:

- De acuerdo al análisis de agua realizado a los 4 puntos, solo el punto 01 esta dentro de los límites máximos permisibles según el DS 004-2017 MINAM en la subcategoría A1 que corresponde a Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
- El punto 01, cumple con los parámetros microbiológicos propuestos por DS 004-2017 MINAM donde se especifica los límites máximos en microbiológicos.
- El punto 01, cumple con los parámetros físicos propuestos por DS 004-2017 MINAM donde se especifica los límites máximos en turbidez, dureza y conductividad.
- El punto 01, cumple con los parámetros químicos propuestos por DS 004-2017 MINAM donde se especifica los límites máximos en componentes químicos del agua.
- Los puntos 2, 3 y 4 cumple con los parámetros químicos y físicos, pero no cumple con los parámetros microbiológicos según los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua por que los Coliformes Totales según el análisis son mayores que los límites máximos permitidos.

RECOMENDACIONES

Se realizó un análisis de calidad de agua en 4 puntos de monitoreo donde según los análisis el punto 01 cumple con los límites máximos propuestos por los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua, DS 004 – 2017 MINAM en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua, por ende, se recomienda:

- Potabilizar el agua proveniente del punto 01 mediante desinfección tal y como indica el DS 004 – 2017 MINAM, para su consumo humano.
- Priorizar proyectos de inversión pública para la construcción de un reservorio con la finalidad de abastecer con el servicio de agua al C.P de Cochatama.
- Concientizar a la población a no tomar agua provenientes del punto 2 , 3 y 4 por que tiene un alto contenido de bacterias microbiológicas que traen como consecuencia enfermedades diarreica a los niños y adultos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Aguilar, S. (2006). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(2), 333-338.

Ahmed, K. (2009). Acanthamoeba: la biología y la importancia cada vez mayor en la salud humana. *FEMS Microbiol Rev.*, 30(2), 564-95.

American Public Health Association. (2012). *Standard Methods for the examination of water and wastewater 22nd edition* APHA, AWWA WEF. USA.

Análisis de la Situación de la Salud. (2017). *Análisis de la Situación de la Salud del Puesto de Salud la Esperanza*. Huánuco.

Aparicio (2015). Huaraz. “Índice de calidad del agua de consumo humano en el sistema de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural del centro poblado de Paria – Willcawain – Huaraz”, Tesis pregrado.

Asano, T. (2012). Recuperación de aguas residuales, el reciclaje y la reutilización: una introducción. En *recuperación de aguas residuales y la reutilización*. Takashi Asano (editor). publicación técnica. Lancaster. 1528 pags.

Ayres, R. (2000). La calidad del agua en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO Riego y Drenaje, N° 29. Roma. p 8-101.

Baque (2016). Ecuador. “Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador”. Tesis pregrado.

Chakravarty I, Bhattacharya A, Das SK. (2017). Water, sanitation and hygiene: The unfinished agenda in the World Health Organization South-East Asia Region. *WHO South East Asia J Public Health*, 6(2), 22-33.

Damià Barceló L y López de Alda. M. J. (2003). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC (Barcelona).

Djuikom E. (2009). Calidad microbiológica del agua de la cuenca del río Mfoundi en Yaundé, Camerún, según se infiere de bacterias indicadoras de contaminación fecal. *Environ Monit Evaluar*, 171-83.

EPA United States Environmental Protection Agency. (2011). *National primary drinking water regulations*.

Fernández A, Molina M, Álvarez A, Alcántara M, Espigares A. (2001). Transmisión fecohídrica y virus de la hepatitis A.

Fewtrell L, Kaufmann RB, Kay D, Enanoria W, Haller L, Colford JM, Jr. (2010). Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis*, 5(1), 42- 52.

Fonseca, A., & Martel, S. (2012). *Investigación científica en salud con enfoque cuantitativo* (1 ed.). Huánuco: Unheval.

Flores (2019). Puno. "Factores socioeconómicos, ambientales y situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo". Tesis pregrado.

Gómez, M. (junio de 2002). Bases para la revisión crítica de artículos médicos. *Rev Mex Pediatr*. 68(4), 152-159.

Guarino A. (2010). Evidence based guidelines form the management of a cute gastroenteritis in children in Europa. *European Society for Peadiatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition/European. Society for Pediatric Infectious Diseases*, 81-122.

Guzmán (2015). Colombia. "La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia". Tesis pregrado.

Han Z. (2010). Nuevas perspectivas sobre *Schistosoma* la biología y la interacción huésped-parásito. *Annu Rev Genómica Hum Genet.*, 10(1), 211-40.

Heggie T. W. (2010). El nadar con la muerte: 5. *Naegleria* infecciones fowleri en las aguas de recreo. *Viajes Med Infect Dis*, 6(1), 201-6.

Johnson TJ and Nolan LK. (2009). Pathogenomics of the Virulence Plasmids of *Escherichia coli*.

Limas Amorin, C. (2012). *Tratamiento del Agua*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CENTRO DEL PERÚ Facultad de Ingeniería en Industrias agua.

Luby SP, Halder AK, Huda TM, Unicomb L, Islam MS, Arnold BF, et al. (2015). Microbiological Contamination of Drinking Water Associated with Subsequent Child Diarrhea. *Am J Trop Med Hyg*. 93(5), 904-11.

Microred Santa María del Valle, Oficina de Epidemiología (2016). *Análisis de la Situación de Salud del Distrito de Santa María del Valle*. Huánuco; Ministerio de Salud.

Miranda (2016). Colombia. "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano mediante indicadores fisicoquímicos y microbiológicos en el río Algodonal" Tesis pregrado.

Organización Mundial de la Salud. (2008). *Calidad del agua: directrices, normas y la salud*. Londres: IWA Publishing; p. 17-40.

Organización Mundial de la Salud. (2009). La recreación del agua y la enfermedad. Londres: IWA Publishing.

Organización Mundial de la Salud. (12 de junio de 2018). Directrices para los entornos de aguas de recreo. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe1/en.

Orlando LS. (2018). Contaminación fecal del agua dispuesta para el consumo humano y su asociación con la presencia de bacterias patógenas en niños menores de cinco años de tres comunidades rurales peruanas. Lima: Tesis para optar el grado de maestro en epidemiología. Universidad Cayetano Heredia.

Payment P, Berte A., Prévost M, Ménard B and Barbeau B. (2010). Occurrence of pathogenic microorganisms in the Saint Lawrence River (Canada) and comparison of health risks for populations using it as their source of drinking water.

Peñaloza (2019). Argentina. "Calidad bacteriológica de agua en tambos de Tandil". Tesis pregrado.

Prus A. (2000). Revisión de estudios epidemiológicos sobre los efectos para la salud de la exposición a aguas recreativas. *Int J Epidemiol.*, 27(5), 1-9.

Rah JH, Cronin AA, Badgaiyan B, Aguayo VM, Coates S, Ahmed S. (2015). Household sanitation and personal hygiene practices are associated with child stunting in rural India: a cross-sectional analysis of surveys. *BMJ Open*, 5(2), 23.

Valdivia, S. (2017). La calidad del agua de consumo doméstico en relación con las enfermedades diarreicas agudas en niños de 0 a 5 años en el centro poblado de Pachachupan - distrito de Chinchao, provincia Huánuco. Huánuco: Tesis para optar el grado de ingeniero ambiental. Universidad de Huánuco.

ANEXOS

ANEXO 01:

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama-Huánuco- 2019.

Tesista: Miguel Angel Cajas Condezo

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Diseño	Población
<p>Problema general ¿Cuál es el del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019?</p> <p>Problemas específicos P₁: ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de la calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019? P₂: ¿Cuáles son los parámetros químicos de la calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019? P₃: ¿Cuáles son los parámetros físicos de la calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019?</p>	<p>Objetivo general Determinar el índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.</p> <p>Objetivos específicos O₁: Identificar los parámetros microbiológicos de la calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019. O₂: Identificar los parámetros químicos de la calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019. O₃: Identificar los parámetros físicos de la calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.</p>	<p>Ha: El índice de calidad del agua es adecuado del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.</p> <p>Ho: El índice de calidad del agua no es adecuado del manantial del Centro Poblado de Cochatama, 2019.</p>	<p>Variable de caracterización Índice de calidad del agua</p> <p>Indicadores Parámetros microbiológicos. Parámetros químicos. Parámetros físicos.</p>	<p>Descriptivo transversal: (Gómez, 2002)</p> <p>M  O</p> <p>Dónde: M = Población Muestral O = Observación</p>	<p>Población y muestra Agua del Manantial del Centro Poblado de Cochatama</p>

ANEXO 02:

Instrumento de Medición

Título: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama- Huánuco - 2019.

Tesista: Miguel Angel Cajas Condezo

Agosto								
Agua Parámetros Físicos y Químicos								
Fecha	Color	Turbidez	Conductividad y resistividad	Ph	T°	Dureza	Alcalinidad	Coloides
..../08/2019								
Agosto								
Agua Parámetros Microbiológicos								
Fecha	Bacterias Coliformes Totales	C. fecales o termotolerantes	Escherichia coli	Microorganismos heterotrofos	Clostridium perfringens			
..../08/2019								

Fuente: Miguel Angel Cajas Condezo

ANEXOS 03:

GUIA DE ANÁLISIS DE FICHA DOCUMENTAL DE LA CALIDAD DEL AGUA

Código:.....

INSTRUCCIONES. -Señor, (Sra., Srta.) por favor sírvase recolectar la información documental respecto a los datos que contiene la presente ficha documental referido a la calidad del agua (parámetros físicos, químicos y microbiológicos). Lea detenidamente cada pregunta y luego marque con un aspa (X) la o las respuestas correctas según crea conveniente. Y rellena las preguntas que ameriten en la ficha de análisis documental.

Se le insta no omitir ninguna respuesta vertida por la fiabilidad de la información.

Los datos se mantendrán con absoluta discreción. **Gracias**

2.1. DATOS GENERALES DEL INVESTIGADOR

Nombre del investigador:.....

2.2. DATOS GENERALES SOBRE PUNTO DE MONITOREO

Ubicación del punto de monitoreo	
Departamento:	Punto de muestreo:
Provincia:	Finalidad del monitoreo:
Distrito:	Número de muestra:
Localidad:	Fecha y Hora de muestreo:
Nombre del cuerpo de agua:	Fecha y Hora de llegada a laboratorio:
Clasificación del cuerpo de agua:	Preservada:

TABLA 4: Datos generales sobre punto de monitoreo

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM

Geográficas

Latitud:	Zona:
Este/longitud:	Altitud:

Resultado Análisis Físico del Agua:

Análisis físico del Agua.	Resultado
Conductividad(umho/cm)	
Sólidos Totales mg/L	
Turbiedad UNT	
PH	

Color UCV

TABLA 5: Resultado Análisis Físico del Agua

Resultado Análisis Químico del Agua:

Análisis químico del Agua.	Resultado
Cloro residual libre mg/L	

TABLA 6: Resultado Análisis Químico del Agua

Resultado Análisis Microbiológico del agua:

Análisis Microbiológico del Agua.	Resultado
Coliformes totales UFC/100MI	
Coliformes totales UFC/100MI	
Bacterias heterotróficas UFC/100MI	

TABLA 7: Resultado Análisis Microbiológico del agua

Calificación del Agua de consumo doméstico:.....

ANEXO 04:

Análisis de agua en el punto 01.



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA

INFORME DE ENSAYO N° 84-2019 ANÁLISIS DE AGUA: MANANTIAL COCHATAMA

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACION

- 1.1 Datos del solicitante: Miguel Angel Cajas Condezo
Proyecto: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, Huánuco-2019
- 1.2 Datos del servicio
Características a evaluar: Físico Químico y Microbiológico
Fecha de solicitud: 21 de Octubre 2019
- 1.3 Datos del producto: agua
Nombre de la captación: Manantial Cochatama Punto P1: Coordenadas UTM 361369 E, 8880610 N,

2. EVALUACION

- 2.1 Muestreo
La muestra consiste en 2 litros de agua en envase de polietileno. La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Miguel Angel Cajas Condezo
- 2.2 Resultados
Ensayos Físico Químicos

Características	Resultados	ECAS DS 015-2015 MINAM(categoría A1)
pH	7.551	6.5 - 8.5
Cloruros, mg/L	17	250
Conductividad, us/cm	80.4	1500
Sales Disueltas Totales, mg/L	48	1000
Sulfatos, mg/L	n.d.	250
Oxígeno Disuelto, mg/L	6.22	≥ 6
Alcalinidad, mg CaCO ₃ /L	40	No indicado
Nitratos, mg/L	10	50
Dureza, mg CaCO ₃ /L	22	500
Turbidez, NTU	2	5
Sólidos Suspendedos Totales, mg/L	1	No indicado

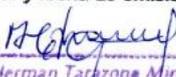
Categoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Ensayos Microbiológicos

Características	Resultados	ECAS DS 015-2015 MINAM(categoría A1)
Coliformes totales, ufc/100ml	2	50
Coliformes termotolerantes, ufc/100ml	n.d.	20
Bacteria heterotróficas, ufc/ ml	1.9×10^2	No indicado

Categoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
n.d.: no detectado

Lugar y fecha de emisión: Huánuco, 25 de Octubre 2019


Ing. Herman Tarazona Mirabal
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
DIRECTOR TECNICO

ANEXO 05:

Análisis de agua en el punto 02



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA

INFORME DE ENSAYO N° 85-2019
ANÁLISIS DE AGUA: MANANTIAL COCHATAMA

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACION

- 1.1 Datos del solicitante: Miguel Angel Cajas Condezo
Proyecto: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, Huánuco-2019
- 1.2 Datos del servicio
Características a evaluar: Físico Químico y Microbiológico
Fecha de solicitud: 21 de Octubre 2019
- 1.3 Datos del producto: agua
Nombre de la captación: Manantial Cochatama Punto P2: Coordenadas UTM 361439 E, 8880509 N,

2. EVALUACION

2.1 Muestreo

La muestra consiste en 2 litros de agua en envase de polietileno. La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Miguel Angel Cajas Condezo

2.2 Resultados

Ensayos Físico Químicos

Características	Resultados	ECAS DS 015-2015 MINAM(categoría A1)
pH	7.324	6.5 – 8.5
Cloruros, mg/L	17	250
Conductividad, us/cm	57	1500
Sales Disueltas Totales, mg/L	34	1000
Sulfatos, mg/L	23	250
Oxígeno Disuelto, mg/L	6.0	≥ 6
Alcalinidad, mg CaCO ₃ /L	48	No indicado
Nitratos, mg/L	n.d.	50
Dureza, mg CaCO ₃ /L	22	500
Turbidez, NTU	3	5
Sólidos Suspendidos Totales, mg/L	1	No indicado

Categoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Ensayos Microbiológicos

Características	Resultados	ECAS DS 015-2015 MINAM(categoría A1)
Coliformes totales, ufc/100ml	1.89×10^2	50
Coliformes termotolerantes, ufc/100ml	n.d.	20
Bacteria heterotróficas, ufc/ml	4.5×10^2	No indicado

Categoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
n.d. no detectado

Lugar y fecha de emisión: Huánuco, 25 de Octubre 2019

Ing. Herman Tarazona Mirabal
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
DIRECTOR TÉCNICO

ANEXO 06:

Análisis de agua en el punto 03



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA

INFORME DE ENSAYO N° 86-2019
ANÁLISIS DE AGUA: MANANTIAL COCHATAMA

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACION

- 1.1 Datos del solicitante: Miguel Angel Cajas Condezo
Proyecto: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado Cochatama, Huánuco-2019
- 1.2 Datos del servicio
Características a evaluar: Físico Químico y Microbiológico
Fecha de solicitud: 21 de Octubre 2019
- 1.3 Datos del producto: agua
Nombre de la captación: Manantial Cochatama Punto P3: Coordenadas UTM 361537 E, 8880535 N.

2. EVALUACION

2.1 Muestreo

La muestra consiste en 2 litros de agua en envase de polietileno. La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Miguel Angel Cajas Condezo

2.2 Resultados

Ensayos Físico Químicos

Características	Resultados	ECAS DS 015-2015 MINAM(categoría A1)
pH	7.397	6.5 – 8.5
Cloruros, mg/L	17	250
Conductividad, us/cm	57	1500
Sales Disueltas Totales, mg/L	34	1000
Sulfatos, mg/L	2	250
Oxígeno Disuelto, mg/L	6.34	≥ 6
Alcalinidad, mg CaCO ₃ /L	38	No indicado
Nitratos, mg/L	n.d.	50
Dureza, mg CaCO ₃ /L	12	500
Turbidez, NTU	4	5
Sólidos Suspendidos Totales, mg/L	2	No indicado

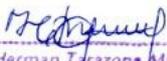
Categoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Ensayos Microbiológicos

Características	Resultados	ECAS DS 015-2015 MINAM(categoría A1)
Coliformes totales, ufc/100ml	4.5×10^2	50
Coliformes termotolerantes, ufc/100ml	n.d.	20
Bacteria heterotróficas, ufc/ ml	4.25×10^3	No indicado

Categoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
n.d. no detectado

Lugar y fecha de emisión: Huánuco, 25 de Octubre 2019


Ing. Herman Tarazona Mirabal
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
DIRECTOR TÉCNICO

ANEXO 07:

Análisis de agua en el punto 04.



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA

INFORME DE ENSAYO N° 87-2019
ANÁLISIS DE AGUA: MANANTIAL COCHATAMA

1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACION

- 1.1 Datos del solicitante: Miguel Angel Cajas Condezo
Proyecto: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama, Huánuco-2019
- 1.2 Datos del servicio
Características a evaluar: Físico Químico y Microbiológico
Fecha de solicitud: 21 de Octubre 2019
- 1.3 Datos del producto: agua
Nombre de la captación: Manantial Cochatama Punto P4: Coordenadas UTM 361752 E, 8880398 N.

2. EVALUACION

- 2.1 Muestreo
La muestra consiste en 2 litros de agua en envase de polietileno. La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Miguel Angel Cajas Condezo

2.2 Resultados

Ensayos Físico Químicos

Características	Resultados	ECAS DS 015-2015 MINAM(categoría A1)
pH	7.461	6.5 – 8.5
Cloruros, mg/L	17	250
Conductividad, us/cm	50	1500
Sales Disueltas Totales, mg/L	34	1000
Sulfatos, mg/L	5	250
Oxígeno Disuelto, mg/L	6.19	≥ 6
Alcalinidad, mg CaCO ₃ /L	40	No indicado
Nitratos, mg/L	n.d.	50
Dureza, mg CaCO ₃ /L	20	500
Turbidez, NTU	9	5
Sólidos Suspendidos Totales, mg/L	4	No indicado

Categoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Ensayos Microbiológicos

Características	Resultados	ECAS DS 015-2015 MINAM(categoría A1)
Coliformes totales, ufc/100ml	9.75×10^2	50
Coliformes termotolerantes, ufc/100ml	n.d.	20
Bacteria heterotróficas, ufc/ ml	3.5×10^3	No indicado

Categoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
n.d. no detectado

Lugar y fecha de emisión: Huánuco, 25 de Octubre 2019

Ing. Herman Tarazona Mirabal
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
DIRECTOR TÉCNICO

ANEXO 08:

Recolección de muestras



Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Recolección de muestras en el punto 02



Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Recolección de muestras en el punto 01



Elaboración: Bach. Cajas, 2019

Pegado de etiqueta en la muestra.



Elaboración: Bach. Cajas, 2019

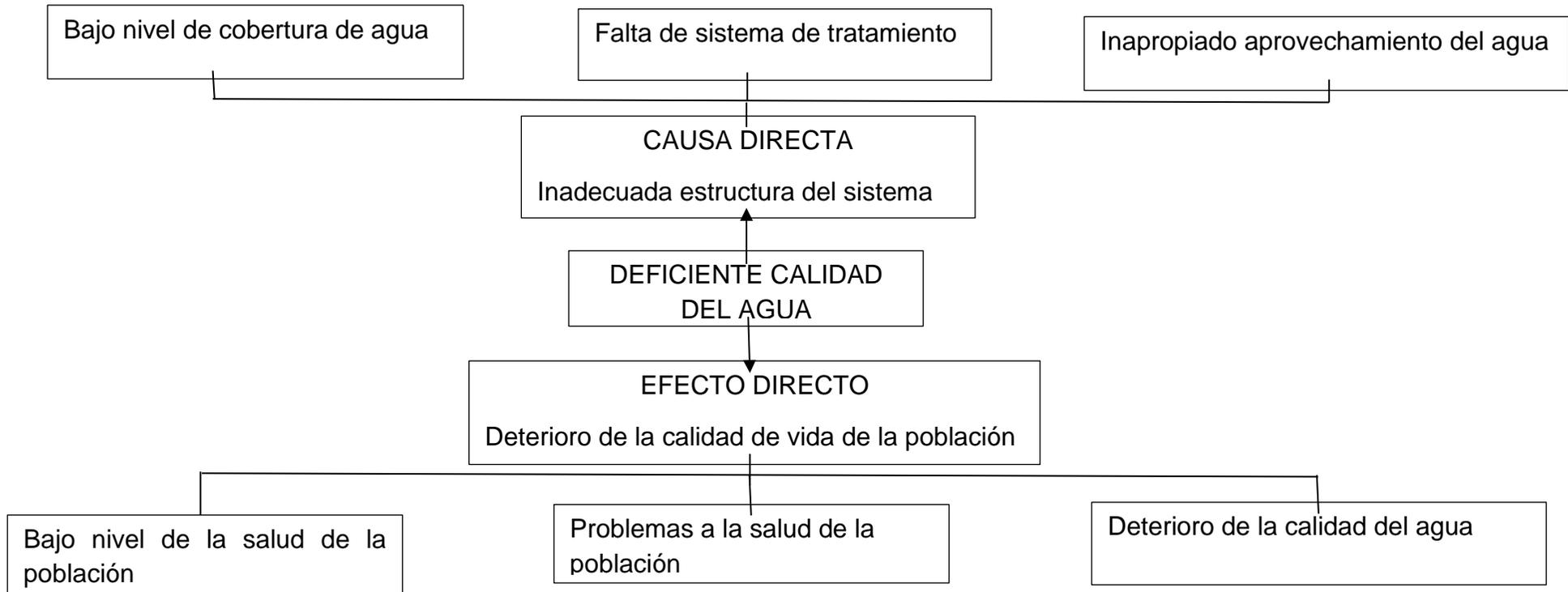
Presentación de las muestras en el laboratorio para su análisis físico, químico y microbiológico,

ANEXO 08:

ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS

Título: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama- Huánuco - 2019.

Tesista: Miguel Angel Cajas Condezo

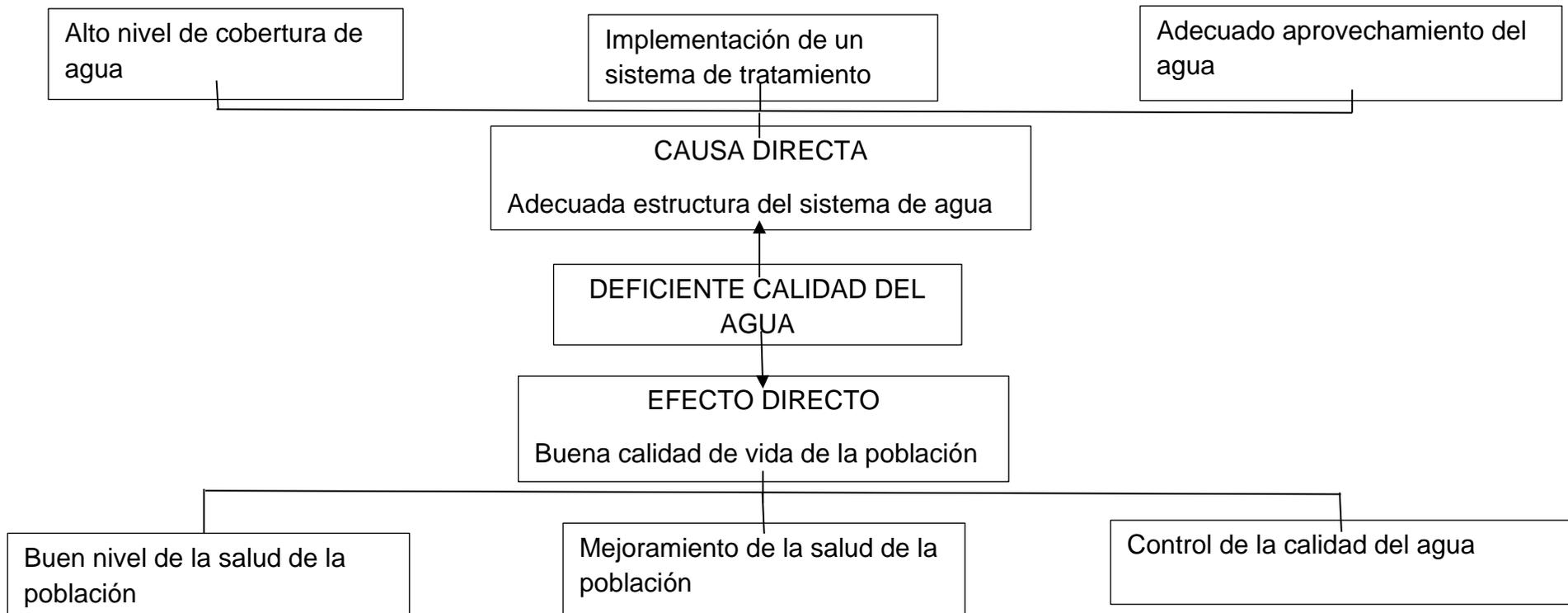


ANEXO 09:

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES

Título: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama- Huánuco - 2019.

Tesista: Miguel Angel Cajas Condezo

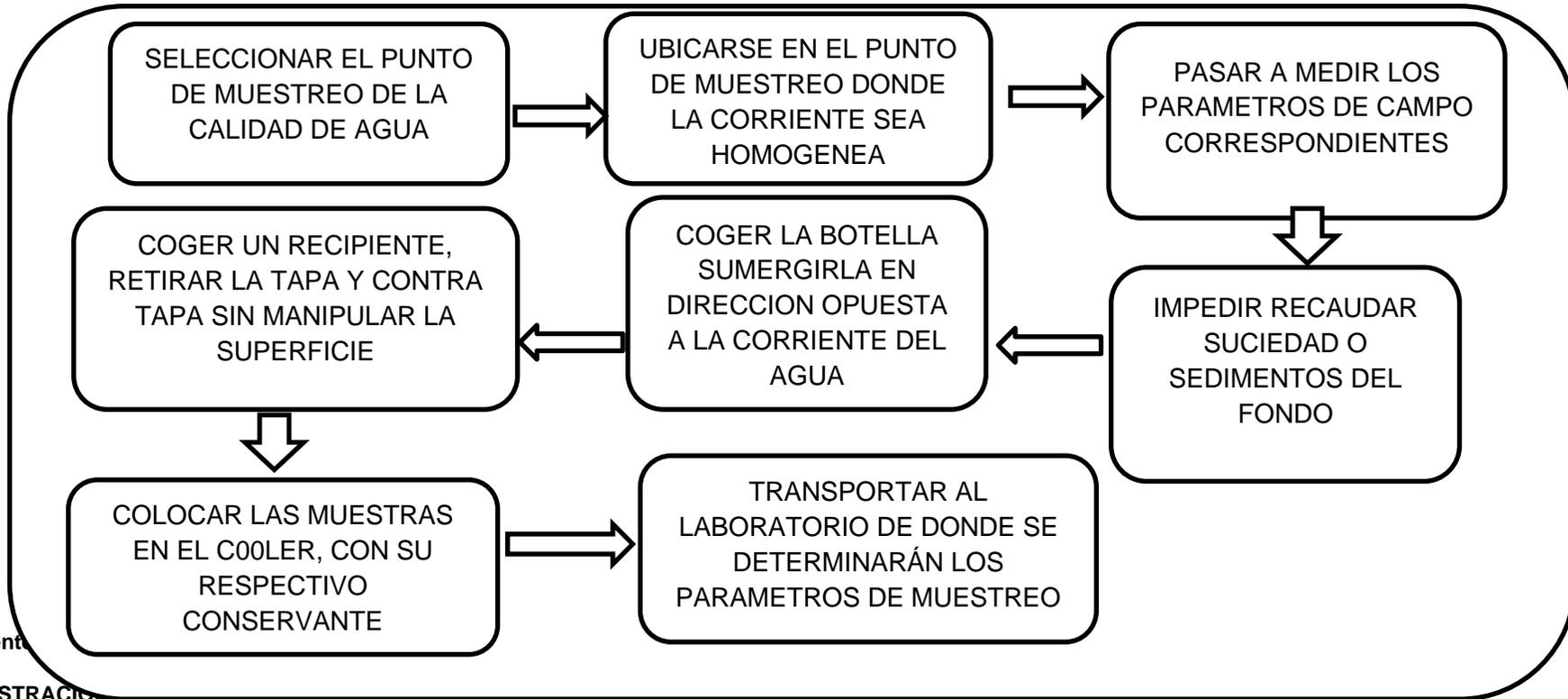


ANEXO 10:

PROCEDIMIENTO PARA EL MUESTREO DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL DEL CENTRO POBLADO DE COCHATAMA – HUÁNUCO – 2019

Título: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama- Huánuco - 2019.

Tesista: Miguel Ángel Cajas Condezo



Fuente:

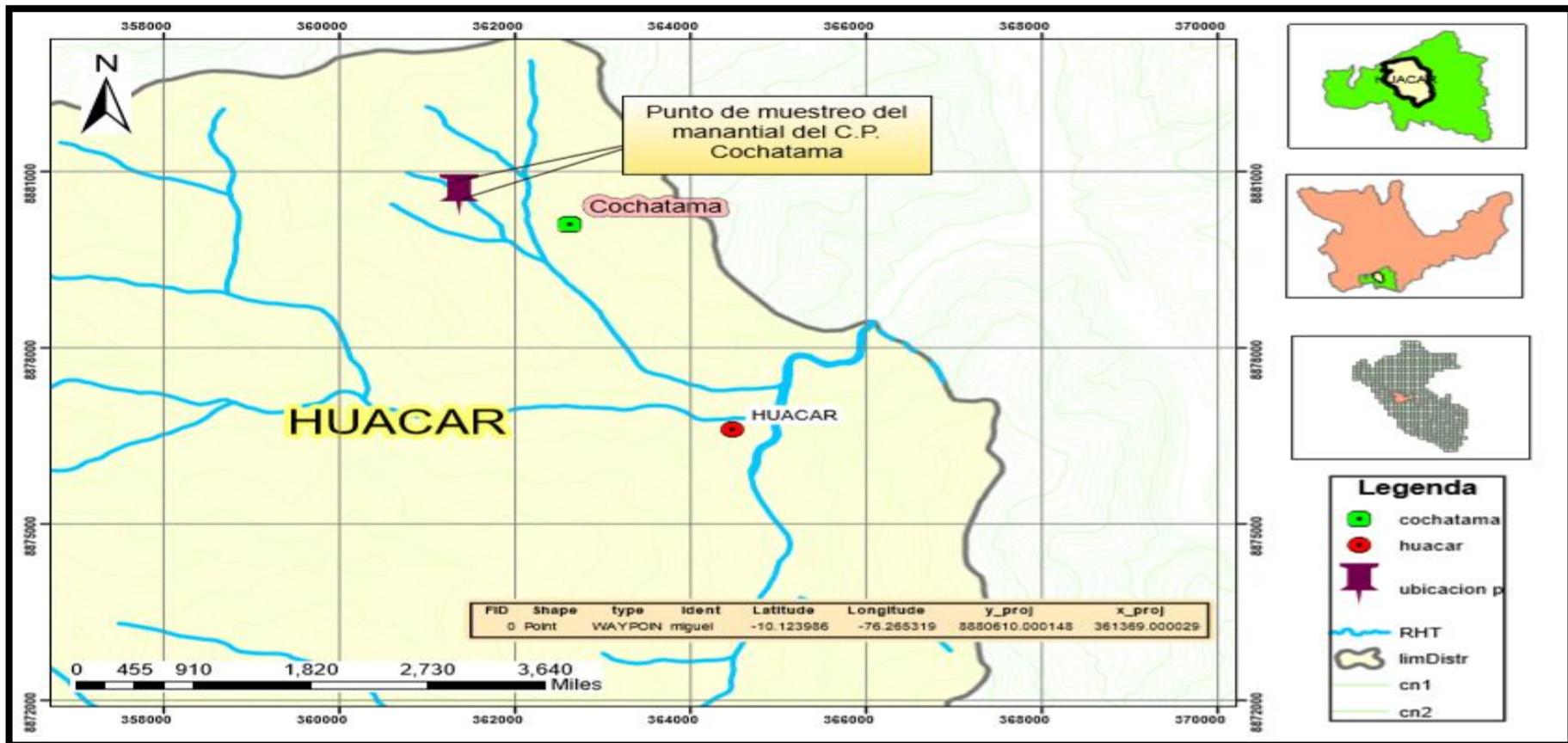
ILUSTRACION

ANEXO 11:

MAPA DE UBICACIÓN DEL MANANTIAL DEL CENTRO POBLADO DE COCHATAMA

Título: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama - Huánuco - 2019.

Tesista: Miguel Ángel Cajas Condezo



ILUSTRACION 2: Mapa de ubicación del manantial del centro poblado de cochatama

Titulo: Determinación del índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama-Huánuco - 2019.Tesista: Miguel Ángel Cajás Condezo

