UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

OXAPAMPA

TESIS

CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA, DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA HERMOSA, DISTRITO DE CHONTABAMBA, PROVINCIA DE OXAPAMPA – 2018

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

Bachiller

ARIAS AYALA, Jhon Paul

Cerro de Pasco – Perú

2018

CONTRA CARÁTULA

DEDICATORIA

Lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre y abuela, por creer siempre en mí y darme la fuerza moral para seguir adelante en el camino de la vida. A mi tío Carlos Alberto Arias Ayala, por darme ese apoyo incondicional y estar siempre conmigo en las buenas y malas. Y a mi hermana Cristina Valeria Carbajal Arias, por ser mi motivo para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por haberme acogido en sus aulas y formarme profesionalmente.

Al ingeniero Edson Ramos Peñaloza, por haberme inculcado los buenos valores en mi vida estudiantil.

Al ingeniero Esteban Navarro Espinoza, por haberme apoyado moralmente durante mi proceso de aprendizaje en la universidad.

Al ingeniero Anderson Marcelo Manrique, por haberme brindado toda su confianza y toda la colaboración brindada para la elaboración de este proyecto.

RESUMEN.

El objetivo de la presente investigación, fue determinar el índice de calidad del agua que consume la población de pampa Hermosa, ubicado en el distrito de Chontabamba provincia de Oxapampa

Para ello se identificó el lugar de muestreo, siendo elegido la captación, que tiene las coordenadas UTM Este:451254, Norte: 8816215, con un altitud de 1731 msnm, el agua consumida por la población es sin desinfección, analizándose parámetros campo (Temperatura, pH y OD) fisicoquímico (Conductividad eléctrica, color verdadero, STD, turbidez, Cianuro, nitritos, nitrato, DBO_5, fosfato, cloruros, dureza y flúor), los cuales se encuentran dentro del rango establecido por los LMP ECAs de la normativa nacional a excepción la turbidez y parámetros bacteriológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes, echeria Coli y organismos de vida libre), los cuales superan los LMP de la normativa nacional.

La recolección de la información se realizó mediante toma de muestras en campo, realizando un monitoreo con equipos multiparametro de agua; para el análisis químico y bacteriológico se envió las muestras a la ciudad de Lima.

Los resultados finales arroja que en el centro poblado de Pampa Hermosa tiene un ICA de 78,56 el cual fue determinado por el método NSF, donde considera 9 parámetros de mayor importancia como son: para el OD; coliformes fecales; pH; DBO_5 ; NO_3-N; fosfatos; desviación de temperatura; turbiedad y SDT (Ott, 1978); con una ponderación de 0,17; 0,15; 0,12; 0,10; 0,10; 0,10; 0,10 y 0,08 respectivamente.

El ICA NSF de 82,35 está en el rango de 70-90 que nos indica que el agua que viene consumiendo esta población de calidad buena, pero debida a la mala

calidad bacteriológica es necesario implementar otro tratamiento antes de consumirla.

EL TESISTA

ÍNDICE.

DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTOS iv
RESUMEN. v
ÍNDICE. vii
INTRODUCCIÓN xi
CAPÍTULO I. 1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1. Determinación del Problema. 1
1.2. Formulación del Problema. 2
1.2.1. Problema General. 2
1.2.2. Problema específico. 2
1.3. Objetivos: 3
1.3.1. Objetivos Generales. 3
1.3.2. Objetivos Específicos. 3
1.4. Justificación del Problema. 3
1.4.1. Justificación Teórica. 3
1.4.2. Justificación Práctica. 3
1.4.3. Justificación Metodológica. 4
1.4.4. Justificación Social. 4
1.5. Importancia y Alcances de la Investigación. 4
1.6. Limitaciones. 4
CAPÍTULO II. 6
MARCO TEÓRICO 6
2.1. Antecedentes. 6
2.1.1. A nivel internacional. 6
2.1.2. A nivel Nacional. 7
2.2. Bases Teórico – Científicos. 8
2.2.1. El Agua. 8
2.2.2. Calidad del agua. 9
2.2.3. Parámetros de calidad del agua. 11
2.2.3.1. Parámetros de calidad física del agua. 11
2.2.3.2. Parámetros de calidad química del agua. 14
2.2.3.3. Parámetros de calidad bacteriológica del agua. 17

2.2.4. Índices de calidad de agua. 18
2.2.4.1. Clasificación y uso de los índices. 19
2.2.4.2. Diseño de los índices. 21
2.2.5. Técnicas de muestreo de agua para consumo humano. 29
2.2.5.1. Muestreo de agua. 30
2.2.5.2. Procedimiento de muestreo. 30
2.2.5.3. Acondicionamiento preservación y traslado de muestras. 35
2.2.6. Normativa nacional de calidad de agua. 38
2.2.6.1. Constitución Política del Perú (1993). 38
2.2.6.2. Ley General del Ambiente – Ley N° 28611. 38
2.2.6.3. Ley de Recursos Hídricos - Ley Nº 29338. 40
2.2.6.4. Ley General de Salud - Ley Nº 26842. 41
2.2.6.5. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias-DECRETO SUPREMO N° 004 – 2017 – MINAM. 42
2.2.6.6. Aprueban Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Decreto Supremo N° 031 – 2010 – S.A. 44
2.2.6.7. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano D.S. Nº 160-2015./DIGESA/SA. 45
2.3. Definición de Términos. 45
2.3.1. Agua cruda. 45
2.3.2. Agua natural. 46
2.3.3. Agua natural superficial. 46
2.3.4. Agua natural subterránea. 46
2.3.5. Agua para consumo humano. 46
2.3.6. Agua tratada. 46
2.3.7. Alcalinidad total. 46
2.3.8. Análisis físico y químico del agua. 46
2.3.9. Análisis microbiológico del agua. 46
2.3.10. Características bacteriológicas. 47
2.3.11. Contaminación. 47
2.3.12. Coliformes. 47
2.3.13. Coliformes fecales. 47
2.3.14. Coliformes termotolerantes. 47
2.3.15. Características físico-químicas. 48

2.3.16. Cloruros. 48
2.3.17. Conductividad eléctrica. 48
2.3.18. Dureza total. 48
2.3.19. *Escherichia coli*. 49
2.3.20. Grupo coliforme. 49
2.3.21. Límite máximo permisible. 49
2.3.22. Muestra de agua. 49
2.3.23. Parámetros de Campo. 49
2.3.24. pH. 50
2.3.25. Sólidos disueltos totales. 50
2.3.26. Sulfatos. 50
2.3.27. Toma de muestra de Agua para Consumo Humano. 51
2.4. Hipótesis. 51
2.4.1. Hipótesis Generales. 51
2.4.2. Hipótesis Específicos. 51
2.5. Identificación de las Variables 51
2.5.1. Variables Independientes. 51
2.5.2. Variables Dependientes. 51
2.5.3. Variables Intervinientes. 52
CAPÍTULO III. 53
METODOLOGÍA 53
3.1. Tipo de Investigación. 53
3.2. Diseño de la Investigación. 53
3.3. Población y Muestra. 54
3.3.1. Población. 54
3.3.2. Muestra. 54
3.4. Métodos de la Investigación. 55
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. 55
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos. 56
3.7. Tratamiento Estadístico de Datos. 56
CAPÍTULO IV. 57
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 57
4.1. Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros. 57
4.2. Presentación de Resultados. 61

4.3. Discusión de Resultados. 67
CONCLUSIONES. 69
RECOMENDACIONES. 71
BIBLIOGRAFÍA 72
ANEXOS 75

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones crecen y se desarrollan generalmente dentro y alrededor de fuentes naturales básicas e imprescindible para su crecimiento y desarrollo. Una de ellas es «El Agua»; un elemento extraño, porque nadie puede atestiguar fehacientemente cómo y por qué está en la tierra. Sin embargo, sin su existencia la tierra no se hubiese desarrollado en la forma natural que conocemos dando origen a la vida animal y vegetal tal como la observamos. «Para alcanzar ese desarrollo que actualmente gozamos en forma natural, han tenido que transcurrir miles de años».

La supervivencia del hombre como especie, se debe en parte al aprovechamiento de los recursos naturales; sin embargo, la falta de planeación y el desconocimiento de las posibles consecuencias de un mal aprovechamiento trajeron consigo la contaminación del ambiente natural. El recurso hídrico (necesario para la vida) ha sido fuertemente afectado por sustancias cada vez más agresivas y difíciles de tratar debido a su naturaleza química de sustancias presentes en desperdicios que caen a las corrientes.

Por tal razón; instituciones gubernamentales, ambientales, universidades y diversas organizaciones, se han preocupado por evaluar el impacto antrópico sobre los recursos hídricos a través del estudio de la naturaleza química, física y biológica del agua, mediante programas de monitoreo.

El tratamiento de los datos obtenidos en el monitoreo suele ser una tarea dispendiosa y en muchas ocasiones de difícil entendimiento para los diferentes actores involucrados en el proceso de la valoración de la calidad, pues en la actualidad los valores obtenidos deben permitir resolver diferentes tipos de

conflictos como el uso del agua y la integridad ecológica de los sistemas acuáticos, los cuales involucran también aspectos socioeconómicos.

La implementación de nuevas metodologías que involucren más de dos parámetros para la valoración de la calidad del agua toma cada vez más importancia, los índices de calidad del agua engloban varios parámetros en su mayoría físicoquímicos y en algunos casos microbiológicos que permiten reducir la información a una expresión sencilla, conocida como: índices de calidad del agua (ICA).

Los trabajos de mayor envergadura se basan en la metodología Delphi, como él .The National Sanitation Foundation. (NSF), el que utiliza nueve parámetros en donde incluye la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), oxígeno disuelto (OD), coliformes fecales, nitratos (NO_3^-), pH, cambio de temperatura, sólidos disueltos totales (SDT), fosfatos totales y turbiedad (NSF, 2006).

Las amenazas latentes a la calidad del agua, se materializan en riesgo sanitario. El uso de la tierra puede alterar su calidad química y los componentes bióticos, lo cual provoca que las fuentes de aguas superficiales sean vulnerables. Los efectos de las actividades antrópicas sobre los ecosistemas acuáticos pueden ser irreversibles a largo plazo y comprometen la calidad del agua.

La evaluación de la calidad del agua que alimenta un sitio de captación es la base para tomar medidas preventivas y/o correctivas de vigilancia y protección. La captación del agua para consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa del distrito del Chontabamba de la provincia de Oxapampa, se obtiene de un ojo de agua que se encuentra en la parte superior de la población, en donde se desarrolla la ganadería y agricultura. Estas manifestaciones constituyen un riesgo potencial de contaminación al naciente de agua por

sustancias químicas toxicas, a causa de agroquímicos, modificando la calidad fisicoquímica del agua tal que no sea apta para la ingesta y menesteres domésticos.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del Problema.

El agua es un recurso natural fundamental para la vida en el planeta. Su uso y acceso es un derecho que garantiza, la salud y alimentación. En el mundo y sobretodo en el Perú, el acceso al agua de calidad y en cantidad no solo es un asunto técnico o de gestión sino que remite a aspectos relacionados con la justicia social.

Las fuentes de agua para consumo humano varían en cantidad y calidad desde el núcleo familiar, pasando por pequeñas comunidades y ciudades hasta grandes centros urbanos, por lo tanto el acceso al agua de calidad es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental.

La población rural de la provincia de Oxapampa, dentro de ellos el centro poblado de Pampa Hermosa, del distrito de Chontabamba, no es ajeno a esta problemática, donde la agricultura cada día viene creciendo, debido a la necesidad de producir alimentos, pero descuidamos las fuentes de agua,

deforestando sus alrededores, o muchas veces contaminado con productos agroquímicos o biológicos, afectando así la calidad y cantidad del agua.

El centro poblado de Pampa Hermosa cuenta con una junta administradora de servicio y saneamiento (JASS) reconocido por la municipalidad distrital de Chontabamba, el cual administra dicho recurso vital, pero desconocen el manejo adecuado para conservar la calidad y cantidad, es por ello con el fin de interpretar la calidad de agua de los datos físicos, químicos y biológicos, se recurrió a los índices de calidad del agua NSF (ICA), los cuales mediante una expresión matemática que representa todos los parámetros valorados permiten evaluar el recurso hídrico. Los variables que se tendrán en cuenta en este proceso son: pH, oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), una forma de nitrógeno, fosfatos y sólidos totales (ST).

1.2. Formulación del Problema.

1.2.1. Problema General.

¿Cuál es el índice de calidad, del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa-2018?

1.2.2. Problema específico.

- ¿Qué características fisicoquímicas, tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa?
- ¿Qué características biológicas, tiene el agua de consumo humano centro poblado de Pampa Hermosa, del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa?

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivos Generales.

Determinar el índice de calidad, del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa-2018.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar las características fisicoquímicas, que tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa?
- Determinar las características biológicas, tiene el agua de consumo humano centro poblado de Pampa Hermosa del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa?

1.4. Justificación del Problema.

1.4.1. Justificación Teórica.

En el presente trabajo, se realizó un estudio de caracterización de los parámetros fisicoquímica y biológica, del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, a fin de determinar el índice de calidad del agua (ICA – NSF) de dicha población.

El proyecto generó una base de conocimientos que permita tomar conciencia en la población sobre el cuidado del agua, para tener una mejor calidad de vida.

1.4.2. Justificación Práctica.

Con esta investigación se evaluó la calidad de agua de consumo humano de dicha población tomando como indicador el índice de calidad de agua (ICA – NSF), y comparando con la normativa

nacional que son los ECAS agua el DS – 004 – 2017 – MINAM y el reglamento de calidad de agua el DS Nº 031 – 2010 – SA.

1.4.3. Justificación Metodológica.

En el presente proyecto de investigación, se pretende encaminar a la obtención de una metodología para medir la calidad de agua, utilizando los índices de calidad de agua (ICA).

1.4.4. Justificación Social.

Con este proyecto, se dió a conocer la importancia de tomar medidas para coservar los bosques y de mantener una agricultura reponsable, para cuidar el agua y tener dicho elemento de calidad.

1.5. Importancia y Alcances de la Investigación.

A través del siguiente proyecto, se buscó generar conciencia en la población del centro poblado de Pampa Hermosa, del distrito de Chontabamba; en un adecuado manejo y conservación del agua, para mantener una calidad y cantidad que sea sostenible en el tiempo.

Este proyecto identificó a los principales problemas de contaminación que tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, el cual fue comparado con la normativa nacional (DS 031 – 2010 – SA y DS 004 – 2017 – MINAM) y posteriomente se calculó el indice de calida de agua (ICA) para determinar la calidad del agua que consume dicha población.

1.6. Limitaciones.

Las limitaciones que se tendrán en el presente proyecto son:

- Falta de conciencia en el cuidado de agua por parte de la población de Pampa Hermosa.

- Falta de monitoreo periódico a fin de tener datos históricos.
- Falta de equipos apropiados, el cual eleva el costo para la elaboración del presente proyecto.
- Desconocimiento por parte de la JASS, del centro poblado de Pampa Hermosas sobre el adecuado manejo de sus recursos hídricos.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

2.1.1. A nivel internacional.

Según, Petro Niebles & Wees Martinez, 2014, la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco Bolívar, Caribe Colombiano estimó un rango, en pH 7.05 a 7.55, turbiedad de 0.09 a 1.79 UNT, nitratos de 0.79 a 140.00 mg/l, alcalinidad 55.20 a 302.40 mg/l, dureza total 66.60 a 225.80 mg/l, cloruros de 8.75 a 67.98 mg/l.

Además Zhen Wu, 2009, en la Calidad físico – química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria Curubande, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008. Indicó rangos de temperatura 25.00 a 27.00 °C, pH 5.67 a 7.51, turbiedad 3.52 a 31.50 UNT, solidos totales 213.00 a 268.00 mg/l, calcio 18.90 a 25.00 mg/l, magnesio 5.50 a 7.60 mg/l, cloruros 10.50 a 18.70 mg/l, sulfatos 67.00 a 107.00 mg/l.

2.1.2. A nivel Nacional.

Según, Abad Ortiz, 2014, en su investigación determinó la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico, los resultados para coliformes fecales fueron de 0 a 18.75 NMP/100ml. Así mismo Laura Chauca, 2015, investigó la calidad bacteriológica de los manantiales del centro de investigación y producción de Chucuito (CIPCH) UNA, reportando para coliformes fecales en el manantial Murinlaya un rango de 90.00 a 540.00 NMP/100ml superando los límites permisibles. Además Vilca (2011), en la evaluación de la calidad baceriologica y físico química de las aguas de manantial como fuente de consumo humano reportó un promedio de 6.76 NMP/100ml coliformes fecales.

Según, Soto Romero, 2013, sobre la calidad bacteriológica de agua de pozo y agua potable utilizada en los mercados de la ciudad de Puno, los resultados obtenidos en agua de pozo del mercado Bellavista para coliformes fecales fueron 111.00 NMP/100 ml.

Por otro lado Yanapa, 2012, sobre la calidad Bacteriológica del Agua Potable de la Ciudad de Ilave, los resultados para coliformes fecales fueron de 1.38 NMP/ 100ml.

Por otra parte Mendoza, realizó estudio de la microbiología y factores físicos del agua de las desembocaduras de los principales ríos del Lago Titicaca, donde obtuvo valores promedio de coliformes fecales 1500.00 NMP/100ml.

2.2. Bases Teórico – Científicos.

2.2.1. El Agua.

El agua es esencial para los seres vivos, animal y vegetal, cuyos cuerpos se componen 70% de agua. En la vida se utiliza el agua como medio de dilución y transporte interno de los elementos y sus combinaciones necesarios para el desarrollo de los organismos, (Prieto, 2004); igualmente el agua es más importante de todo los compuestos, siendo esencial para toda forma de vida.

Aproximadamente el 60 a 70% del organismo humano está compuesto de agua teniendo en cuenta que en forma natural casi no existe pura, siempre contiene sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión (Asano & Levine, 1998).

El agua presenta propiedades físicas, químicas y biológicas en la actualidad; con el afán de elevar el bienestar de la colectividad se programan y planifican una serie de medidas tendientes a resolver los numerosos problemas de la salud, ya que el agua se comporta como un medio de difusión de enfermedades; por tal razón debe vigilarse permanentemente la calidad sanitaria de la misma para evitar epidemias, (Alvarez, 1991), a su vez el agua en su estado natural es incoloro, insípido e inodora, es un buen conductor y disolvente, adquiere la forma del recipiente que lo contenga; el agua comienza a formar un color característico y olor debido a materia orgánica y productos químicos (Laura, 2009).

2.2.2. Calidad del agua.

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad fisicoquímica del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS , 2006), tras cortos o largos periodos de exposición (Rojas, 2002). Mientras que, la microbiológica se basa en la determinación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente al ser humano o que, por su presencia puedan señalar la posible existencia de otros, tal y como sucede con los coliformes fecales, Escherichia coli y Salmonella. Aquellas aguas que cumplan con los estándares preestablecidos para el conjunto de parámetros indicadores considerados, serán aptas para la finalidad a que se las destina. El agua para consumo humano (ACH) es aquella utilizada para la ingesta, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios y otros menesteres domésticos (OPS, 2003).

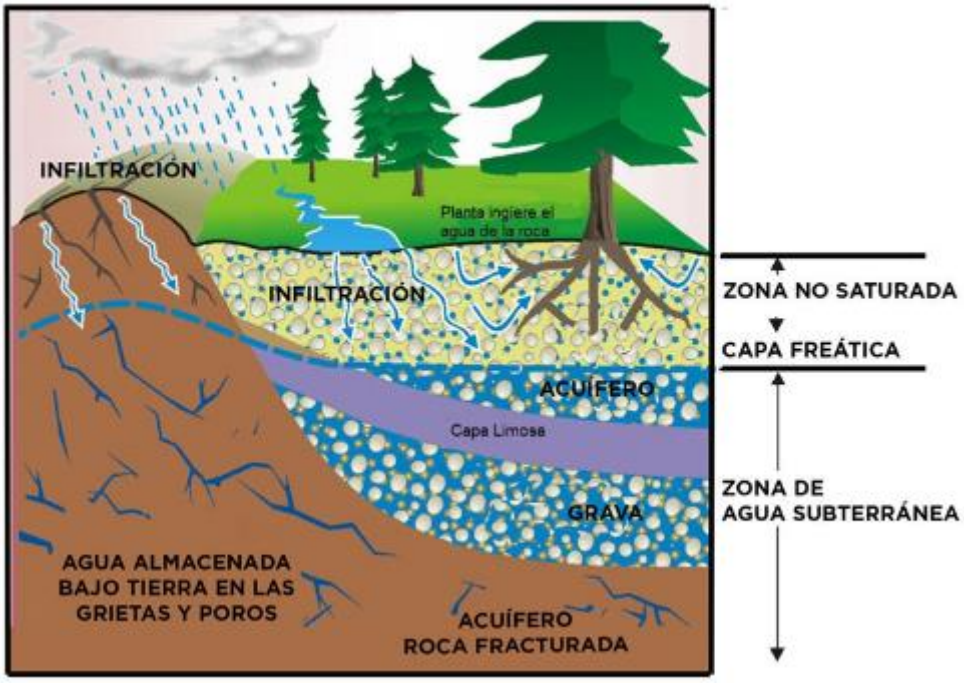
El agua para consumo humano se deriva de dos fuentes: aguas superficiales, como los ríos y reservorios; y subterráneas (Fawell & Nieuwenhuijsen, 2003). Las primeras son aquellas que fluyen sobre la superficie de la Tierra, incluyen las que precipitan de las lluvias y las que brotan de los manantiales. Las segundas son las que están situadas bajo el nivel freático y saturando completamente los poros y fisuras del terreno; fluyen a la superficie del suelo de forma natural a

través de manantiales y pozos artesanales, o por medio de sistemas de bombeo.

Gráfico Nº 1: Cuerpo de agua superficial.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 2: Agua subterránea



Fuente: *Gálvez (2011)*

Los parámetros indicadores de contaminación o índices de calidad, permiten medir los cambios percibidos en un cierto cuerpo de agua que puede ser afectado por distintos tipos de contaminación o degradación física (Custodio & Díaz, 2001). Cualquier cambio significativo en la concentración de algún parámetro indicador es sospecha de algún grado de contaminación, ya sea físico, químico o bacteriológico (Fawell & Nieuwenhuijsen, 2003).

2.2.3. Parámetros de calidad del agua.

Los parámetros de calidad del agua a evaluar guardan relación con los contaminantes potenciales, que pueden estar presentes en el agua superficial de la microcuenca en estudio, y al uso de la misma. Tomando como referencia la composición química característica del agua separada a presión atmosférica de los pozos geotérmicos, y debido a que el área de estudio se encuentra dentro de una zona con influencia hidrotermal, los parámetros físicos y químicos que se determinan en cada sitio son: temperatura, pH, conductividad eléctrica, color, turbiedad, solidos disueltos totales, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cloruro, sulfato, fluoruro, fosfato, nitrito, nitrato, nitrógeno amoniacal, bicarbonato, boro y sílice. Los parámetros bacteriológicos analizados incluyen coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* (Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg, 2005).

2.2.3.1. Parámetros de calidad física del agua.

Los parámetros físicos permiten determinar cualitativamente el estado y tipo de agua.

a. **Temperatura (T).** La temperatura es una medida del grado de calor de un cuerpo, se expresa en unidades de grado centígrado (°C) y se mide con un termómetro de mercurio o digital.

b. **Potencial de hidrógeno (pH).** El pH es una medida del contenido de ion hidrogeno en medio acuoso. Las aguas que poseen un valor de pH superior a siete son alcalinas, y si es inferior son acidas. El agua de los ríos que no está afectada por la contaminación presenta un pH entre 6,5 y 8,5, dentro del cual los organismos acuáticos capturan y liberan dióxido de carbono durante la fotosíntesis y respiración, respectivamente (Hem, 1985).

c. **Color verdadero.** Existen dos tipos de color: el verdadero y aparente. El primero es el que se debe a las sustancias disueltas una vez eliminada la turbiedad. El segundo es el que resulta de las sustancias disueltas, como por ejemplo las materias en suspensión. Se miden en unidades de platino cobalto (U-Pt-Co), basadas en 1 mg/L de Pt. Pueden deberse a la presencia de materias orgánicas coloreadas o de minerales como el hierro (OMS , 2006). Los colores reales aparentes son aproximadamente idénticos en el agua clara y en las aguas de turbidez muy débil.

d. **Turbiedad.** La turbiedad es una medida de la cantidad de materia en suspensión que interfiera con el paso de

un haz de luz a través del agua. Se expresa en unidades de nefelometricas de turbiedad (UNT) y se mide en un turbidimetro (OMS, 1998). Es producida por materias suspendidas como arcilla o materia orgánica e inorgánica finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

e. **Conductividad eléctrica (CE).** La conductividad es una medida de la actividad eléctrica de los iones en una disolución. Se expresa en unidades de microsiemen por centímetro (µS/cm) y se mide con un conductimetro (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

f. **Sólidos disueltos totales (SDT).** Los SDT es una medida de cantidad de solidos después de ser evaporado la fase acuosa a una temperatura superior a 100 °C. Se determinan por medio de la gravimetría (OMS , 2006). En el agua para consumo humano, la mayoría de la materia orgánica se encuentra en forma de solidos disueltos y consiste en sales y gases disueltos. Los iones predominantes son el bicarbonato, cloruro, sulfato, nitrato, sodio, potasio, calcio y magnesio. Estas sustancias influyen sobre otras características del agua, tales como el sabor, dureza y tendencia a la incrustación (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

2.2.3.2. Parámetros de calidad química del agua.

a. Oxígeno disuelto (OD). El oxígeno es un oxidante que se encuentra en la atmosfera y juega un papel muy importante en las reacciones de oxidación-reducción acuosas, así como también en la respiración microbiana. Un método analítico para su determinación es el yodo métrico de Winkler. Se mide en porcentaje de saturación del oxígeno disuelto a una determinada temperatura del agua y altura del sitio de muestreo. La solubilidad del oxígeno depende de la presión atmosférica a una temperatura dada. Así, en el verano cuando las temperaturas son altas, su solubilidad es menor en comparación con el invierno (APHA, AWWA, & WPCF, 1995). Este parámetro es un indicador de la capacidad de un cuerpo de agua para mantener la vida acuática.

Tabla Nº 1: 100 % Capacidad de Oxígeno Disuelto (mg/L)

Temperatura (°C)	OD (mg/l)	Temperatura (°C)	OD (mg/l)
0	14,6	16	9,9
1	14,2	17	9,7
2	13,8	18	9,6
3	13,5	19	9,3
4	13,1	20	9,1
5	12,8	21	8,9
6	12,5	22	8,7
7	12,1	23	8,6
8	11,8	24	8,4
9	11,6	25	8,3
10	11,3	26	8,1
11	11,0	27	8,0
12	10,8	28	7,8
13	10,5	29	7,7

14	10,3	30	7,6
15	10,1	31	7,5

Fuente: (Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg, 2005)

b. **Demanda bioquímica de oxígeno de cinco días (DBO_5).** Es la cantidad de oxigeno requerido por las bacterias durante cinco días a 20 °C. Se define como la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial, antes de la incubación, y el remanente después de cinco días de incubación a 20 °C. Un método analítico para determinarla es el yodometrico de Winkler. Es utilizado para determinar la contaminación de aguas domesticas en términos de la cantidad de oxigeno descargado en cuerpos naturales, en donde prevalecen condiciones aeróbicas. La prueba es una de las más importantes en el control de actividades contaminantes en ríos (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

c. **Nitratos.**

Los nitratos (NO_3^-) son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno, que se pueden encontrar en alimentos y aguas de bebida. Derivan principalmente del empleo de fertilizantes nitrogenados, excretas de animales, descargas de desechos sanitarios e industriales, y del uso como aditivos alimentarios (conservas de pescado y carnes). En las aguas superficiales, como los ríos y lagos, la concentración de nitratos es habitualmente baja, de algunos mg/l (excepto que exista un nivel

importante de contaminación). En los acuíferos profundos también suele ser baja, aunque superior a la que encontramos en aguas superficiales. La utilización de fertilizantes nitrogenados, que se infiltran en el suelo, y las descargas de deshechos sanitarios e industriales en pozos ciegos o zanjas de absorción, que también terminan infiltrándose en el suelo, contribuyen al aumento de la concentración de nitratos en los acuíferos subterráneos. A medida que todos estos compuestos nitrogenados son arrastrados por el agua hacia los acuíferos, a través del suelo, se producen reacciones químicas que terminan oxidando estos compuestos hasta el estado de nitratos. De esta manera la concentración de nitratos puede aumentar en las napas subterráneas. Las características del suelo, las condiciones climatológicas, las cantidades de productos nitrogenados descargadas, las características de las napas subterráneas, etc., determinan los niveles de concentración a los que pueden elevarse los nitratos en estos acuíferos.

d. Fosfatos.

En las aguas naturales y residuales, el fósforo se presenta mayoritariamente en forma de fosfatos. Estos son clasificados en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro, meta y otros polifosfatos) y fosfatos enlazados

orgánicamente. Se encuentran en solución, en partículas o detritus o en cuerpos de organismos acuáticos y pueden provenir de diversas fuentes.

2.2.3.3. Parámetros de calidad bacteriológica del agua.

El agua destinada al consumo humano y uso doméstico debe estar libre de patógenos. La mayor parte de las enfermedades transmitidas a través del agua tienen su origen en la ingestión de agua contaminada por microorganismos de origen fecal (Henry & Heinke, 1999) y por lo tanto producen cuadros diarreicos en las personas. Existen muchas fuentes de contaminación, dentro de las más comunes se encuentra la ingestión de alimentos o agua contaminada con heces que provienen del tracto gastrointestinal del hombre y otros animales de sangre caliente. Los principales indicadores para la evaluación de la calidad bacteriológica del agua son los coliformes fecales y la bacteria Escherichia coli, ambos provienen de las heces de origen humano y animal.

a. **Coliformes fecales (CF).** Los coliformes fecales son un subgrupo de bacterias entéricas, que fermentan la lactosa a altas temperaturas de incubación (44,5 °C), por lo que también se les conocen como coliformes termotolerantes. Este grupo consiste principalmente de bacterias como *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae,*

Citrobacter freundii y Enterobacter sp. (Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg, 2005).

b. Coliformes termotolerantes.

Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram – negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 °C +/− 0,2 °C dentro de las 24 +/− 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es el Escherichia coli. (Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg, 2005)

c. Organismo de vida libre.

Se dice de vida libre a aquellos organismos que pueden vivir en un medio sin requerir de otros organismos. Por ejemplo, las microalgas que realizan fotosíntesis para alimentarse, los microorganismos saprófitos que se alimentan mediante la descomposición de la materia orgánica, etc. (Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg, 2005)

2.2.4. Índices de calidad de agua.

El índice de calidad de agua (ICA) es una herramienta que permite identificar la calidad de agua de un cuerpo superficial o subterráneo en un tiempo determinado. En general, el ICA incorpora datos de múltiples parámetros físicos, químicos y biológicos, en una ecuación matemática, mediante la cual se evalúa el estado de un cuerpo de agua (Yogendra & Puttaiah, 2008). Por medio del ICA se puede

realizar un análisis general de la calidad del agua en diferentes niveles, y determinar la vulnerabilidad del cuerpo frente a amenazas potenciales (Soni & Thomas, 2014).

Esta herramienta surge como una alternativa para la evaluación de los cuerpos hídricos permitiendo que los procesos de formulación de políticas públicas y seguimientos de los impactos sean más eficaces (Torres, Cruz, & Patiño, 2009).

En la actualidad existen diferentes metodologías para evaluar la calidad de agua de un cuerpo; la diferencia entre una y otra radica en la forma de calcularse y en los parámetros que se tienen en cuenta en la formulación del índice respectivo.

2.2.4.1. Clasificación y uso de los índices.

De acuerdo a Ball & Church, 1980, los índices pueden clasificarse en diez categorías, orientadas de acuerdo a su uso dentro de cuatro grupos, así:

- ✓ **Grupo I**, se aplica a los tensores e incluye dos categorías:

  Indicadores en la fuente: reportan la calidad de agua generada por tensores en fuentes discretas.

  Indicadores en un punto diferente a la fuente: reportan la calidad del agua generada por fuentes difusas.

- ✓ **Grupo II,** miden la capacidad de estrés:

Indicadores de medidas simples: incluyen muchos atributos y componentes individuales del agua, que pueden ser usados como indicadores de su calidad.

Indicadores basados en criterios o estándares: correlacionan las medidas de calidad del agua con los niveles estándar o normales que han sido determinados para la preservación y usos adecuados del agua.

Los índices multiparámetro: se determinan por la opinión colectiva o individual de expertos.

Los índices multiparámetros empíricos: son establecidos por el uso de las propiedades estadísticas de las mediciones de calidad del agua.

- ✓ **Grupo III, indicadores para lagos:** específicamente desarrollados para este tipo de sistemas.
- ✓ **Grupo IV,** tiene en cuenta las consecuencias:

Indicadores de la vida acuática: basados en diferentes reacciones de tolerancia de la biota acuática a varios contaminantes y condiciones.

Indicadores del uso del agua: evalúan el agua respecto a usos como abastecimiento y agricultura.

Indicadores basados en la percepción: se determinan por la opinión público y los usos de los cuerpos de agua.

Según Ott, (1978), los ICA e ICO son una herramienta que se tiene en la actualidad para disminuir e interpretar

la información generada en el monitoreo de una fuente, y hace una clasificación de acuerdo a sus usos, así:

- ✓ **Manejo del recurso,** en este caso los índices pueden proveer información a personas que toman decisiones sobre las prioridades del recurso.
- ✓ **Clasificación de áreas,** los índices son usados para comparar el estado del recurso en diferentes áreas geográficas.
- ✓ **Aplicación de normatividad,** en situaciones específicas y de interés, es posible determinar si se está sobrepasando la normatividad ambiental y las políticas existentes.
- ✓ **Análisis de la tendencia,** el análisis de los índices en un periodo de tiempo puede mostrar si la calidad ambiental está disminuyendo o mejorando.
- ✓ **Información pública,** los índices pueden tener utilidad en acciones de concientización y educación ambiental.
- ✓ **Investigación científica,** tiene el propósito de simplificar una gran cantidad de datos de manera que se pueda analizar fácilmente y proporcionar una visión de los fenómenos medioambientales.

2.2.4.2. Diseño de los índices.

Los indicadores ICA básicamente son una expresión de un número de parámetros que permiten valorar el recurso hídrico para un determinado uso, estos son presentados en

forma de número, rango, descripción verbal, símbolo o color. Para Ball & Church, (1980) el cálculo de los índices ICA se basan en tres pasos consecutivos, que son:

a. **Selección de parámetros o variables:** se puede considerar entre dos o n-parámetros. La elección depende en gran medida del criterio de un experto, como también de la información existente, los criterios de tiempo, localización y su importancia como estándar de calidad. Para Del Río, (1986), la determinación de las variables se basa esencialmente en la calcificación realizada por los siguientes autores: Walski & Parker, (1974) utiliza las variables OD, temperatura, coliformes, pH, SS, turbidez, transparencia, nitratos, fosfatos, grasas, color y olor, mediante las cuales se puede evaluar de la fuente las características organolépticas, efecto sobre la vida acuática y la salud humana.

   Dunnette, (1979) propone la selección de variables de acuerdo a cinco categorías (Tabla 2); estas también se pueden definir teniendo en cuenta el tipo de uso de la fuente, por ejemplo, agua para consumo, recreación, riego, industria, etc. Por lo que es importante definir un grado de jerarquía.

   La metodología Delphi, que de acuerdo a (Dinius, 1987) es la más usada en el diseño de índices de calidad, propone la escogencia y conformación de un panel de

expertos tales como, agencias de vigilancia, académicos y otros, que tengan relación con la calidad del agua, quienes seleccionan las variables de acuerdo a su criterio individual y finalmente escogen las de mayor recurrencia.

Tabla 2. Selección de variables.

Categorías	Variables que las representan
Nivel de oxígeno.	OD, DBO, DQO
Eutrofización.	NO_2 -N, NO_3 -N, ortofosfatos.
Aspectos de salud.	Coliformes totales y fecales.
Características físicas.	Temperatura, transparencia, sólidos totales

Fuente: (Dunnette, 1979)

b. Determinación del subíndice para cada parámetro: tiene como propósito la transformación de las variables de una escala dimensional a una adimensional para permitir su agregación. Según Fernández y Solano (2005), se pueden utilizar varios métodos :

- *Valor nominal o numérico***,** previa comparación del valor del parámetro con un estándar o criterio.
- *Parámetro en número decimal, diagramas o tablas de calibración:* en este caso se debe desarrollar para cada parámetro su propio diagrama, en el que se indique la correlación entre el parámetro y su valor en escala de calidad. Esta escala generalmente está entre 0 y 100, aunque también se acostumbra

escalarlos entre 0 y 1. Según Del Río, (1986), las curvas construidas se basan en cuatro métodos:

Método basado en la experiencia propia: es muy subjetivo debido a que no solamente se encuentran grandes diferencias de criterio entre autores distintos, sino también entre las curvas desarrolladas por un mismo autor para distintos parámetros.

El método Delphi: para su construcción se usa el promedio de la opinión de varios expertos.

Curvas basadas en ecuaciones matemáticas: se parte de una fórmula matemática con la cual se desarrolla la curva de calidad respectiva para cada parámetro o a partir de las curvas generadas se desarrolla la fórmula matemática respectiva.

Curvas basadas en la normatividad: se generan las curvas a partir de los valores de los parámetros recogidos en diferentes normatividades. El principal objetivo de este método es buscar la objetividad y la aceptación por parte de los expertos.

- *Parámetro bajo formulación matemática:* con el fin de convertir los valores del parámetro de acuerdo a varias escalas con las que los valores del parámetro conservan sus unidades originales.

La etapa más importante en la construcción del índice es la determinación de los subíndices. De acuerdo Ott,

(1978) las funciones matemáticas para realizar este proceso pueden ser: lineales, lineales segmentadas (incluyen funciones de umbral), no lineal y segmentada no lineal

c. **Determinación del índice por agregación de los subíndices:** una vez se tiene la información homogeneizada de todos los parámetros seleccionados, hay que mirar la manera de unificar la información final; la integración de los subíndices determina el índice de calidad de agua, que puede darse por medio de fórmulas de agregación matemática que comúnmente corresponden a una función promedio (Tabla 3).

Tabla 3. Fórmulas de agregación.

Método	***Formula***	***Método***	***Formula***
Promedio ponderado	$ICA = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} q_i$	Subíndice mínimo	ICA=min(q_1, q_2,….q_n)
Promedio aritmético ponderado	$ICA = \sum_{i=1}^{n} q_i w_i$	Subíndice máximo	ICA=max(q_1, q_2,….q_n)
Promedio geométrico no ponderado	$ICA = \left(\prod_{i=1}^{n} q_i\right)^{\frac{1}{n}}$	Promedio no ponderado modificado	$ICA = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} q_i\right)^2$
Promedio geométrico ponderado	$ICA = \left(\prod_{i=1}^{n} q_i\right)^{w_i}$	Promedio ponderado modificado	$ICA = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} q_i w_i\right)^2$

Fuente: Van Helmond & Breukel, (1997)

Básicamente existen dos enfoques para calcular un ICA: (i) el producto ponderado; en este método los pesos dan importancia a los puntajes y todos son ponderados de acuerdo a la importancia de los pesos y luego multiplicados, evitando el encubrimiento que se presenta

cuando se calcula un valor satisfactorio, aunque el subíndice sea insatisfactorio; (ii) la suma ponderada; en esta cada puntaje es multiplicado por un peso y los productos son sumados para obtener el índice, si los pesos son iguales para cada puntaje, el valor del índice es llamado valor aritmético no ponderado. Si la suma de los pesos no son iguales, entonces se conoce como valor aritmético de la calidad del agua (Ball & Church, 1980).

Finalmente, el valor obtenido mediante la fórmula de agregación de variables debe ser interpretado mediante una escala general de calidad o polución, para lo cual los diferentes autores toman un escala de 0 a 10 ó 0 a 100, define rangos de calidad, estos en algunos casos se les asigna un color .

En la Tabla 4 se presenta un resumen de los índices ICA e ICO, revisados en la literatura, que emplean parámetros físico-químicos y microbiológicos para su evaluación. Se clasificaron teniendo en cuenta su país de origen, el tipo de variables físico-químicas usadas y el método de agregación en el cálculo del índice.

Tabla 4. Índices de calidad del agua.

ICA	Variables incluidas	Tipo de estimación
Estados Unidos		
NSF	Temperatura, pH, OD, DBO, SDT, turbiedad, coliformes fecales, NO_3 -N y fosfatos total	Curvas – Promedio ponderado
Dinius (1987)	Temperatura (aire-superficie), pH, OD, DBO, color, conductividad, NO_3 -N, alcalinidad, dureza, cloruros, coliformes totales y fecales.	Ecuación – Media Geométrica ponderada.
Agua de Oregón OWQI	Temperatura, pH, OD, DBO_5, ST, NO_2-N, NO_3-N, NH_4 -N, fosfatos totales y coliformes fecales.	Ecuaciones – Cuadrado de la media armónica.
Idaho	OD, turbidez, fosfatos totales, coliformes fecales y conductividad	Ecuación – Proporción Logarítmica.

Canadá		
British Columbia	Se basa en consecución de objetivos los cuales son los límites seguros de las variables dadas por la normatividad.	Fórmulas-Raíz cuadrada de la sumatoria.
México		
León (1998)	Diferencia de Temperatura, pH, OD, DBO_5, DQO, SST, NO_3 -N, NH_4 -N, fosfatos, alcalinidad, dureza, fenoles, cloruros, coliformes totales y fecales	Fórmulas – Promedio Geométrico ponderado.
Montoya (1997)	Conductividad, pH, OD, DBO_5, ST, SST, NO_2 -N, NO_3 -N, NH_4 -N, Turbiedad, color, alcalinidad, dureza, cloruros, grasas y aceites, fosfatos, detergentes, coliformes totales y fecales	Ecuaciones – Promedio Ponderado.
Brasil		
CETESB (2002)	Temperatura, pH, OD, DBO_5, ST, turbiedad, coliformes fecales, nitrógeno total y fósforo total	Curvas – Promedio Ponderado.
Colombia		
Behar et al.(1997)	OD, DBO_5 y coliformes fecales	Curvas – Promedio ponderado.
Rojas (1991)	pH, OD, DBO_5, ST, turbiedad y coliformes fecales	Curvas – Promedio ponderado.
Icauca	pH, OD, color, turbiedad, DBO_5, nitrógeno total, fósforo total, ST, SST y coliformes fecales	
España		
Calidad general ICG	Considera 23 parámetros, 9 Básicos (coliformes totales, OD, DQO, DBO_5, conductividad, fosfatos totales, SST, NO_3 -N, y pH) y 14 complementarios	Grafica – Promedio aritmético ponderado
implificado (ISQA)	Temperatura, OD, DQO, SST y conductividad	Curva - Sumatoria
Comunidad Europea		
UWQI	Cadmio, cianuro, mercurio, selenio, arsénico, fluoruro, NO_3 -N, OD, DBO_5, fósforo total, pH y coliformes totales	Ecuación – Promedio aritmético ponderado

Fuente: Modificado Fernández & Solano, (2005)

A continuación se presenta la base conceptual y la estimación para ICA-NSF.

ICA-NSF surge en los años setenta y en la actualidad es utilizado para supervisar la calidad de los ríos a través del tiempo y comparar aguas de abastecimiento en Estados Unidos y muchos países del Mundo (NSF - National Sanitation Fundation., 2006). Para su desarrollo se seleccionaron 142 expertos en el tema de calidad de agua, quienes usaron la técnica de investigación Delphi, basada esencialmente en tres pasos.

- ✓ Probaron 35 variables de contaminación basados en el criterio profesional colectivo y los conocimientos del medio acuático o foco de contaminación, clasificadas en tres categorías de acuerdo a si el parámetro debía ser:

“no incluido”, “indeciso” o “incluido”, a los que se les asignó un valor de 1 a 5, de acuerdo con su mayor o menor importancia, siendo uno la calificación más significativa (Ott, 1978).

- ✓ Evaluaron las respuestas de los expertos y se seleccionaron nueve variables de mayor importancia: OD, coliformes fecales, pH, DBO_5, SDT, NO_3-N, fosfatos, temperatura y turbidez.
- ✓ Se asignaron los pesos relativos o peso de importancia del parámetro (w_i) correspondientes a los factores de contaminación en aguas de acuerdo al uso del agua e importancia de los parámetros en relación al riesgo que implique el aumento o disminución de su concentración.

Con esta última etapa se construyen niveles de calidad de agua en un rango de 0 a 100, siendo organizados en una gráfica en las ordenadas y los niveles de las variables en las abscisas, estas curvas son conocidas como relaciones funcionales o curvas de función (Gráficos 1 a 9, ver anexo II), construidos para los nuevos parámetros (Ott, 1978).

Para calcular el índice de calidad del agua agregado, se usa una suma lineal ponderada de los subíndices o una función de agregación del producto ponderado (ecuación 1), para lo cual se tiene en cuenta los pesos asignados de cada variable, que son: para el OD 0,17; coliformes fecales 0,15; pH 0,12; DBO_5 0.10; NO_3-N 0.10; fosfatos 0.10;

desviación de temperatura 0.10; turbiedad 0.08 y SDT 0.08 (Ott, 1978). El resultado obtenido se interpreta de acuerdo a la Tabla 5.

Ecuación 1.

$$ICA = \sum_{i=1}^{n} q_i w_i$$

Donde Subi: subíndice del parámetro i

w_i : factor de ponderación para el subíndice i.

Tabla 5. Escala de clasificación del ICA-NSF.

Rango	***Escala de color***		
Excelente:	91 – 100	AZUL	
Buena:	71 – 90	VERDE	
Media:	51 – 70	AMARILLO	
Mala:	26 – 50	NARANJA	
Muy Mala:	0 – 25	ROJO	

Fuente: (Fernández & Solano, 2005)

2.2.5. Técnicas de muestreo de agua para consumo humano.

Considerando el **"Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano"** (DS N° 160 – 2015 – DIGESA) que indica la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, comprende la ejecución de actividades como caracterización de las fuentes de abastecimiento, inspecciones del sistema de abastecimiento del agua para consumo humano, muestreo y análisis de los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA, que aprueba el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, dispone de

procedimientos uniformes que aseguren la representatividad e invariabilidad de las muestras.

2.2.5.1. Muestreo de agua.

El muestreo de agua es una actividad dirigida a la recolección de una pequeña porción del total de la masa, de manera que represente lo más fidedignamente posible la calidad de la misma, en el lugar y en el momento de obtención de la muestra.

La toma de muestras no sólo involucra el proceso de la obtención física de la muestra, sino también la caracterización del ambiente del cual la muestra fue tomada (Inspección).

2.2.5.2. Procedimiento de muestreo.

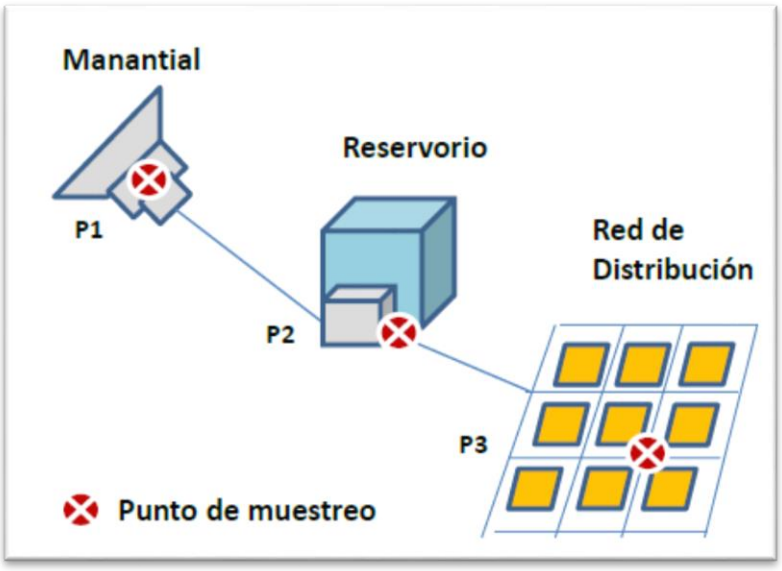
Para un correcto muestreo es necesario tomar en consideración los siguientes pasos.

a. Ubicación del punto de muestreo.

Se debe programar la ubicación y número de muestras a tomar, previo estudio de las facilidades de acceso y medio de transporte hasta el punto de muestreo.

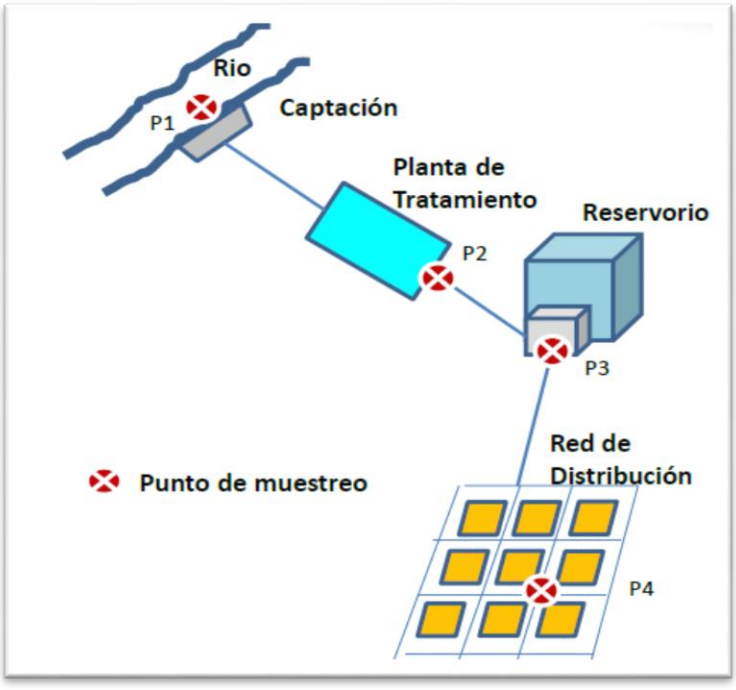
La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá ser determinada, tomándose como base, los planos del sistema y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Gráfico Nº 3: Punto de muestreo en sistema por gravedad simple.



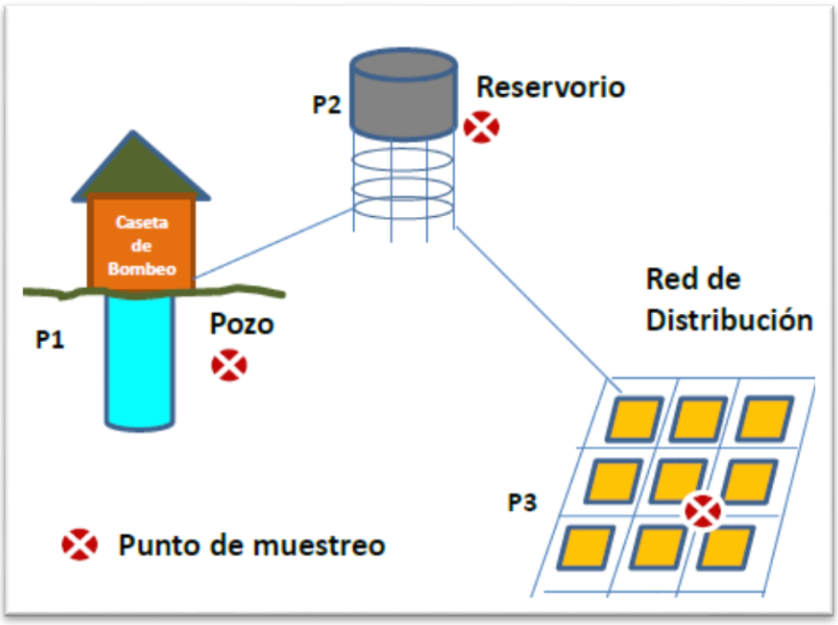
Fuente: (DIGESA, 2015)

Gráfico Nº 4: Punto de muestreo en sistema por gravedad con tratamiento.



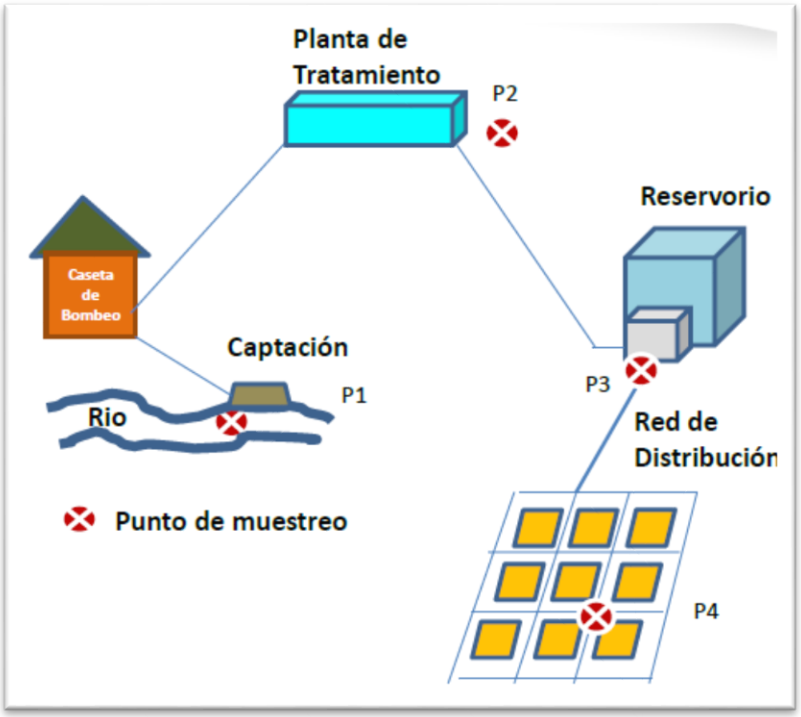
Fuente: (DIGESA, 2015)

Gráfico Nº 5: Punto de muestreo en sistema por bombeo sin tratamiento.



Fuente: (DIGESA, 2015)

Gráfico Nº 5: Punto de muestreo en sistema por bombeo con tratamiento.



Fuente: (DIGESA, 2015)

b. Toma de muestras.

La toma de muestra debe ser realizada por personal capacitado, a fin de asegurar que las muestras sean representativas del agua que está siendo suministrada a los consumidores y que durante el muestreo y transporte su composición no se modifique.

El punto de muestreo debe ser identificado, en la determinación de la ubicación se utilizará el sistema de posicionamiento Satelital (GPS), la misma que se registrará en coordenadas UTM y utilizará para el registro de información.

Considerar un espacio de 2,5 cm aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión, adición de preservantes y homogenización de la muestras.

Se pueden considerar de la siguiente manera:

- **Parámetros de campo.** El muestro para análisis de parámetro de campo como pH, conductividad, turbiedad y temperatura, se realiza in situ, con equipos portátiles y calibrados.
- **Monitoreo de agua parámetros bacteriológicos.** Aguas de corrientes de ríos, aguas con escaso o nulo movimiento (lagunas, reservorios), o agua de un deposito (tanque). Para la recolección de muestra de agua, se debe sostener el frasco por la parte inferior y sumergirlo hasta una profundidad de 20

centímetros, con la boca ligeramente hacia arriba. Si se trata de una corriente colocar la boca del frasco en sentido contrario a la corriente de agua.

Agua de un grifo en un sistema de distribución de agua potable.

- ✓ Limpiar y retirar del grifo cualquier tipo de materia extraña adherida a la boca de salida. Abrir el grifo, hasta que alcance su flujo máximo y dejar correr el agua durante dos minutos.
- ✓ El recipiente de muestreo (vidrio) no debe llenarse completamente, el espacio de aire es útil para la homogenización de la muestra por el Laboratorio.
- ✓ Tener la precaución de ajustar fuertemente la tapa del frasco.
- ✓ Si las muestras contienen cloro, debe agregarse 0,1 ml., solución de tiosulfato de sodio al 10%, antes de la esterilización, para eliminar la acción bactericida del cloro.

- ➢ **Monitoreo de agua para análisis fisicoquímico.**
  - ✓ El frasco; debe ser de plástico (polipropileno) de 1 litro de capacidad, de primer uso, con tapa rosca de boca ancha.
  - ✓ Enjuagar el frasco con el agua a ser recolectada tres veces con la finalidad de eliminar posibles

sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.

- ✓ Llenar hasta el límite del frasco, luego de tomada la muestra y cerrar herméticamente.
- ✓ Rotular la muestra.

➢ **Monitoreo de agua para análisis de metales.**

- ✓ El frasco; debe ser de plástico (polipropileno) de 1 litro de capacidad, de primer uso, con tapa rosca de boca ancha.
- ✓ Enjuagar el frasco con el agua a ser recolectada de dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.
- ✓ Llenar hasta el límite del frasco, luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade persevante adecuado y cerrar herméticamente.
- ✓ Rotular la muestra.

2.2.5.3. Acondicionamiento preservación y traslado de muestras.

➢ **Rotulado e Identificación de la Muestras de Agua**

Los frascos deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible, de preferencia utilizar plumón de tinta indeleble, sin borrones ni enmendaduras, la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente datos con precisión:

- ✓ Código de identificación de campo.

- ✓ Coordenadas.
- ✓ Localidad, distrito, provincia, región.
- ✓ Punto de Muestreo.
- ✓ Matriz.
- ✓ Fecha y hora de muestreo.
- ✓ Tipo de análisis requerido.
- ✓ Preservada, nombre del preservante.
- ✓ Muestreador.

- **Acondicionamiento y Preservación de Muestras**

  Debe asegurarse que las muestras para el análisis de cada parámetro considerado, cumplan con los requisitos (tiempo de vigencia y temperatura); para la recepción de muestras por el laboratorio de control ambiental.

  Una vez tomada la muestra de agua, se procederá a adicionar el reactivo de preservación requerido, cuando sea necesario. Tener en cuenta los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado por el laboratorio.

  Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad sellar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido y agitar para uniformizar las muestras.

- **Conservación y Envió de Muestras**

  Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicadas en el Listado de requisitos para la recepción de muestras, publicado por el laboratorio, debiendo disponer para ello con preservantes de temperatura (Ice pack u otro similar).

  Los recipientes de vidrio deben ser embalados con cuidado para evitar roturas derrames y contaminación.

  Las muestras deben ser enviadas en cajas térmicas, aisladas de la influencia de la luz solar y con disponibilidad de espacio para la colocación del material refrigerante.

- **Medio de Transporte**

  - ✓ Deben ser transportados en cajas adecuadas (cooler) con refrigerantes tan pronto como sea posible; No se debe transportar las muestras de agua en mochilas, maletines, cajas de cartón, bolsas etc.
  - ✓ Para el ingreso de las muestras al laboratorio, deberán entregarse debidamente rotuladas y con la solicitud de ensayo debidamente completada. Se debe tener en cuenta los tiempos establecidos en Listado de requisitos presentado por el laboratorio.

2.2.6. Normativa nacional de calidad de agua.

Los lineamientos de políticas nacionales, regionales, locales y sectoriales relevantes para la ejecución del trabajo de campo e interpretación de resultados se fundamentan a continuación:

2.2.6.1. Constitución Política del Perú (1993).

La Constitución Política del Perú constituye, dentro del ordenamiento jurídico, la norma legal de mayor jerarquía e importancia dentro del Estado Peruano. En ella se resaltan los derechos fundamentales de la persona humana, como son el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida.

2.2.6.2. Ley General del Ambiente – Ley N° 28611.

Artículo I.- Del derecho y deber fundamental

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Artículo V.- Del principio de sostenibilidad

La gestión del ambiente y de sus componentes, así como el ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente Ley, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

Artículo IX.- Del principio de responsabilidad ambiental

El causante de la degradación del ambiente y de sus componentes, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas para su restauración, rehabilitación o reparación según corresponda o, cuando lo anterior no fuera posible, a compensar en términos ambientales los daños generados, sin perjuicio de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales a que hubiera lugar.

Artículo X.- Del principio de equidad

El diseño y la aplicación de las políticas públicas ambientales deben contribuir a erradicar la pobreza y reducir las inequidades sociales y

económicas existentes; y al desarrollo económico sostenible de las poblaciones menos favorecidas. En tal sentido, el Estado podrá adoptar, entre otras, políticas o programas de acciones afirmativas, entendidas como el conjunto coherente de medidas de carácter temporal dirigidas a corregir la situación de los miembros del grupo al que están destinadas, en un aspecto o varios de su vida social o económica, a fin de alcanzar la equidad efectiva.

2.2.6.3. Ley de Recursos Hídricos - Ley Nº 29338.

Esta Ley establece que las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad de la Nación, y su dominio es inalienable e imprescriptible. No hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas. El uso justificado y racional del agua, sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo del país.

Según el **Artículo 83º** Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

2.2.6.4. Ley General de Salud - Ley Nº 26842.

Esta Ley establece que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla.

En el **Artículo 103°** se indica que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

En el **Artículo 104º** se señala que toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

En el **Artículo 105º** se encarga a la Autoridad de Salud competente, la misión de dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.

2.2.6.5. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias- DECRETO SUPREMO N° 004 – 2017 – MINAM.

Artículo 1.- Objeto de la norma. La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002 – 2008 – MINAM, el Decreto Supremo N° 023 – 2009 – MINAM y el Decreto Supremo N° 015 – 2015 – MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Entiéndase como aquellas

aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado. Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

2.2.6.6. Aprueban Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Decreto Supremo N° 031 – 2010 – S.A.

El presente Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

El presente Reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo; no se encuentran comprendidas en el ámbito de aplicación del presente Reglamento: a) Las aguas minerales naturales reconocidas por la autoridad competente; y b) Las aguas que por sus características físicas y químicas, sean calificadas como productos medicinales.

2.2.6.7. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano D.S. Nº 160-2015./DIGESA/SA.

Este proyecto tiene la finalidad de contar con un procedimiento confiable y seguro, que contribuya a obtener una correcta toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y la recepción de las muestras por parte de laboratorio, del agua para consumo humano, para ser analizadas en los parámetros señalados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo Nº 031 – 2010 – SA.

Estandarizar los procedimientos técnicos, equipos y materiales que se deben utilizar y criterios que se deben aplicar para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción por parte del laboratorio de las muestras agua para consumo humano.

2.3. Definición de Términos.

2.3.1. Agua cruda.

Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento. (DIGESA, 2015).

2.3.2. Agua natural.

Recurso acuáticos que se encuentran en la naturaleza (Gonzáles, 2012).

2.3.3. Agua natural superficial.

Es la que se encuentra en la superficie del terreno formando los ríos, lagos, manantiales (Gonzáles, 2012).

2.3.4. Agua natural subterránea.

Es la que se encuentra bajo la superficie del terreno pudiendo ser su afloramiento natural o extracción artificial (Gonzáles, 2012).

2.3.5. Agua para consumo humano.

Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal. (DIGESA, 2015).

2.3.6. Agua tratada.

Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/ó biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.

2.3.7. Alcalinidad total.

Capacidad del agua para neutralizar ácidos y representa la suma de bases que pueden ser tituladas (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

2.3.8. Análisis físico y químico del agua.

Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas. (DIGESA, 2015).

2.3.9. Análisis microbiológico del agua.

Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos. (DIGESA, 2015).

2.3.10. Características bacteriológicas.

Son aquellas que se originan por la presencia de bacterias nocivas a la salud humana (Gonzáles, 2012).

2.3.11. Contaminación.

Alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los uso del agua (Gonzáles, 2012).

2.3.12. Coliformes.

Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

2.3.13. Coliformes fecales.

Sub grupo de coliformes que habitan en el intestino del hombre y animales de sangre caliente y que fermentan la lactosa con formación de gas a las 24 horas a 44,5°C (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

2.3.14. Coliformes termotolerantes.

Coliformes que son capaces de fermentar lactosa a 44-45°C. En muestras de agua, predominan los generos *Escherichia, Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter. Escherichia coli* se puede distinguir de los

demás coliformes termotolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β-glucuronidasa (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

2.3.15. Características físico-químicas.

Son aquellas que se originan por la presencia de bacterias nocivas a la salud humana (Gonzáles, 2012).

2.3.16. Cloruros.

El ión cloruro (Cl), es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. El contenido de cloruros de las aguas naturales son variables y depende principalmente de la naturaleza de los terrenos atravesados, en cualquier caso, esta cantidad (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

2.3.17. Conductividad eléctrica.

Parámetro que mide la concentración de minerales disueltos en una muestra de agua, siendo más conductora de la electricidad mientras tenga más minerales disueltos (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

2.3.18. Dureza total.

Se refiere al contenido total de iones alcalinotérreos (grupo 2) que hay en el agua, principalmente Ca y Mg. La dureza, por lo general, se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonatos de calcio (CaCO) por litro. Es decir si la concentración total de Ca y Mg es 1 mM, se dice que la dureza es 100 mg/l de CaCO (Romero, 2006) 2006).

2.3.19. *Escherichia coli*.

Especie del genero *Escherichia* (familia enterobacteriaceae); son bacilos cortos, anaerobios facultativos, móviles o inmóviles, gran negativos, formadores de gas, que fermentan la glucosa y la lactosa; son ubicuos en el suelo, agua y las heces (Gonzáles, 2012).

2.3.20. Grupo coliforme.

Coliformes totales, es un grupo de bacterias que habitan en el tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Pueden encontrase en plantas suelos y ambientes acuáticos son aerobios y anaerobios facultativos formas bacilares no son formadoras de esporas gran negativos fermentadores de lactosa con producción de ácido y gas (Gonzáles, 2012).

2.3.21. Límite máximo permisible.

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua para consumo humano. (DIGESA, 2015).

2.3.22. Muestra de agua.

Volumen de agua representativa para ser analizada según requerimiento de laboratorio o del método de ensayo específico en puntos del sistema de agua potable, en forma aleatoria (en relación con el momento y emplazamiento). (DIGESA, 2015).

2.3.23. Parámetros de Campo.

Son indicadores o valores de las medidas físicas químicas realizadas en un punto de la toma de muestra, siendo estos la

temperatura, conductividad, pH, cloro residual y turbiedad. (DIGESA, 2015).

2.3.24. pH.

Es una medida convencional de la acidez o basicidad de soluciones acuosas por definición es igual al logaritmo negativo de la concentración de los iones hidrogeno en la solución (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

2.3.25. Sólidos disueltos totales.

Medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micras y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. Es básicamente la suma de todos los minerales metales y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

2.3.26. Sulfatos.

Son aniones que abundan en aguas naturales. Pueden tener su origen en el contacto del agua, con terrenos ricos en yesos así como por la contaminación con aguas residuales industriales el contenido de estos no suele presentar problemas de potabilidad en las aguas de consumo humano pero contenidos superiores a 300 mg/l pueden causar trastornos gastrointestinales en los niños se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio tienen acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de consumo (Romero, 2006).

2.3.27. Toma de muestra de Agua para Consumo Humano.

Es el procedimiento para obtener volúmenes de agua en puntos determinados del sistema, de abastecimiento de agua para consumo humano, debiendo ser representativos; con el propósito de evaluar características físicas, químicas, biológicas y/o microbiológicas.

2.4. Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis Generales.

El índice de calidad del agua, de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa es de calidad buena.

2.4.2. Hipótesis Específicos.

- Las características fisicoquímicas, que tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa cumplen con los límites máximos permisibles (DS Nº 031 – 2010 – SA).
- Las características biológicas, que tiene el agua de consumo humano centro poblado de Pampa Hermosa, del distrito de Chontabamba, Provincia Oxapampa; cumplen con los límites máximos permisibles (DS Nº 031 – 2010 – SA).

2.5. Identificación de las Variables

2.5.1. Variables Independientes.

- Parámetros fisicoquímicos. (SDT, Turbidez, pH y Temperatura (DBO_5, %OD, Nitratos y Fosfatos)
- Parámetros bacteriológicos. (Coliformes fecales).

2.5.2. Variables Dependientes.

- Índice da calidad del agua (ICA-NSF)

2.5.3. Variables Intervinientes.

- Contaminantes del agua.
- Precipitaciones pluviales.
- Sistemas de agua sin mantenimiento.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación.

La presente investigación a) Según su finalidad será aplicada, debido a que buscará conocer el problema de calidad del agua; b) Según su alcance temporal será sincrónica, porque se estudiara en un periodo puntual; c) Por su profundidad es descriptiva, porque se pretende describir las variables; d) Según su amplitud será micro, debido a que la investigación hará referencia al estudio de las variables en grupos pequeños; e) Según sus fuentes será primaria, debido a que la investigación utilizará datos de primera mano (medición en campo); f) Según su carácter es cuantitativo; g) Según su naturaleza es empírica, porque se trabaja con hechos de experiencia directa no manipulados; h) Por su marco será de campo, porque se observará el fenómeno en su ambiente natural.

3.2. Diseño de la Investigación.

La presente investigación tiene un diseño no experimental. Que corresponde al diseño descriptivo simple.

M ➔ O

Dónde: M= Muestra.

O= Observación.

3.3. Población y Muestra.

3.3.1. Población.

Agua de captación de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, Distrito de Chontabamba y provincia de Oxapampa.

Gráfico Nº 6: Captación del sistema de agua de Pampa Hermosa.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Muestra.

Se tomará muestras de agua puntual según la necesidad de muestra en los análisis.

Gráfico Nº 7: Muestras de agua tomada de reservorio para sus análisis.

Fuente: elaboración propia**.**

3.4. Métodos de la Investigación.

El método de investigación utilizado fue descriptivo, se explicó la calidad de agua a través del comportamiento de las variables en estudio que son los parámetros fisicoquímico y bacteriológico, para determinar el índice de calidad de agua (ICA –NSF)**.**

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

La técnica de recolección de datos de fuentes primarias, se realizó a través de un monitoreo en campo con ayuda de un equipo multiparámetro para agua (Medidor PCD 650); realizándose por 7 días, del 12 al 18 de junio del presente (Cuadro Nº 6), el cual fue recolectado en una ficha de monitoreo.

Además se realizó los análisis fisicoquímico y bacteriológico; realizándose a través de un muestreo puntual el 23 de Junio del presente y llevado al laboratorio Evironmental Quality analitical Services S.A., para su análisis y posterior reporte.

3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

Para el procesamiento de datos se utilizó la estadística descriptiva, tablas de frecuencias, gráficos y otros, con la finalidad de hacer un adecuado análisis e inferencia estadística.

3.7. Tratamiento Estadístico de Datos.

Los datos obtenidos en el monitoreo de parámetros de campo y resultados del laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológico se trataran utilizando Excel y el software SPSS 23.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros.

Primeramente se hizo la identificación del lugar de toma de muestra el cual fue a la salida del reservorio, midiendo los parámetros de campo de pH, Temperatura, oxígeno disuelto, en un tiempo de 7 días (Tabla Nº 6).

Tabla Nº 6: Datos obtenidos en monitoreo de parámetros de campo.

Nº	Fecha	pH	T (ºC)	OD (mg/L)
1	12/06/2018	8,1	16,4	7,7
2	13/06/2018	8,4	16,7	7,9
3	14/06/2018	8,5	16,5	7,7
4	15/06/2018	8,2	18,0	7,8
5	16/06/2018	8,2	17,9	8,2
6	17/06/2018	8,1	19,0	8,0
7	18/06/2018	7.9	18,3	7,9
Promedio.		8,3	17,5	7,9
Variación		0,4	2,6	0,5

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la tabla Nº 6, el promedio es de pH, Temperatura y OD son 8,3; 17,5 ºC y 7,9 mg/L respectivamente; y la variación de pH, temperatura y OD son, 0,4; 2,6 ºC y 0.5 mg/L respectivamente.

En el cuadro Nº 7 se presentan los datos promedio resumidos de pH y OD, y la variación de temperatura.

Tabla Nº 7: Resultados promedio de parámetros de campo y comparación con LMP y ECAs.

Nº	Parámetro	Unidades	Resultados	LMP (DS 031-2010-SA)	ECAs (DS 004-2017-MINAM)
1	pH		8,3	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
2	Temperatura.	$\triangle$ ºC	2,6		3
3	OD	mg/L	7,9		>=6

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la tabla 7 el pH, la temperatura y el oxígeno disuelto cumplen con LMP (DS 031 – 2010 – SA) para agua de consumo humano y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Para determinar el porcentaje de saturación de oxígeno recurrimos a la tabla Nº 1 a la temperatura promedio de 17,5 calculada en la tabla Nº 6 , la saturación de oxígeno es de 9,66 mg/L, luego calculamos el porcentaje de saturación:

$$\%Saturación = \frac{7,9}{9,65} * 100 = 81,7\%$$

Como se puede observar el porcentaje de saturación del oxígeno es de 81,7 %.

En el análisis de parámetros fisicoquímico y bacteriológico, se realizó un muestreo puntual el 23 de junio del presente, el cual fue llevado al laboratorio Environmental quality analytical services S.A., para su análisis el cual se presenta en los Tabla Nº 7, 8 y 9.

Tabla Nº 8: Resultado de análisis de parámetros Físicos.

Nº	Parámetro	Unidades	Resultados	LMP (DS 031-2010-SA)	ECAs (DS 004-2017-MINAM)
1	Conductividad Eléctrica	µmho/cm	236,5	1500	1500
2	Color Verdadero	UC	<1	15	15
3	STD (180 ºC)	mg/L	122	1000	1000
4	Turbidez	NTU	7	5	5

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla Nº 8 observamos que la turbidez sobrepasa los LMP (DS 031 – 2010 – SA) para agua de consumo humano y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; mientras que la conductividad eléctrica, color verdadero y SDT no sobrepasan lo LMP y ECAs.

Tabla Nº 9: Resultado de análisis de parámetros químicos.

Nº	Parámetro	Unidades	Resultados	LMP (DS 031-2010-SA)	ECAs (DS 004-2017-MINAM)
1	Cianuro total	mg CN^-/L	<0.005	0,070	0,070
2	Nitritos	mg N-NO_2^-/L	<0.003	0,2	3
3	Nitratos	mg N-NO_3^-/L	0,418	50	50
4	DBO_5	mg O_2/L	0		5
5	Fosfatos.	mg /L	0,05		0,1
6	Cloruros	mg Cl^-/L	<0,5		250

7	Dureza	mg $CaCO_3$/L	112	500	500
8	Flúor	mgF^- /L	0,122	1,0	1,5

Fuente: Elaboración Propia**.**

En la tabla Nº 9, observamos que ningún parámetro químico sobrepasa los LMP (DS 031 – 2010 – SA) para agua de consumo humano y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Tabla Nº 10: Resultado de análisis de parámetros biológicos.

Nº	Parámetro	Unidades	Resultados	LMP (DS 031-2010-SA)	ECAs (DS 004-2017-MINAM)
1	Colifromes totales (35 ºC)	NMP/100ml	350	<1.8	50
2	Coliformes termotolerantes (44,5 º C)	NMP/100ml	13	<1.8	20
3	Echería Coli	NMP/100ml	13	<1.8	0
4	Huevos de helmintos	Huevo/L	>1	0	0
5	Recuento de heterótrofos en placa	UFC/ml	700	500	
6	Organismos de vida libre.	Organismo/ L	806	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla Nº 10 observamos que los coliformes totales, coliformes termotolerantes, Echria coli y organismos de vida libre sobrepasan LMP (DS N° 031 – 2010 – SA) para agua de consumo humano, los coliformes totales y organismos de vida libre sobrepasan físico sobrepasa los ECAs (DS N° 004 – 2017 – MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional,

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, los demás cumplen con los estándares mencionados.

4.2. Presentación de Resultados.

En la tabla Nº 11, se presentan los resultados de los nueve parámetros para la determinación ICA-NSF como se indica la tabla 4, con la cual calcularemos el valor de Q para cada parámetro.

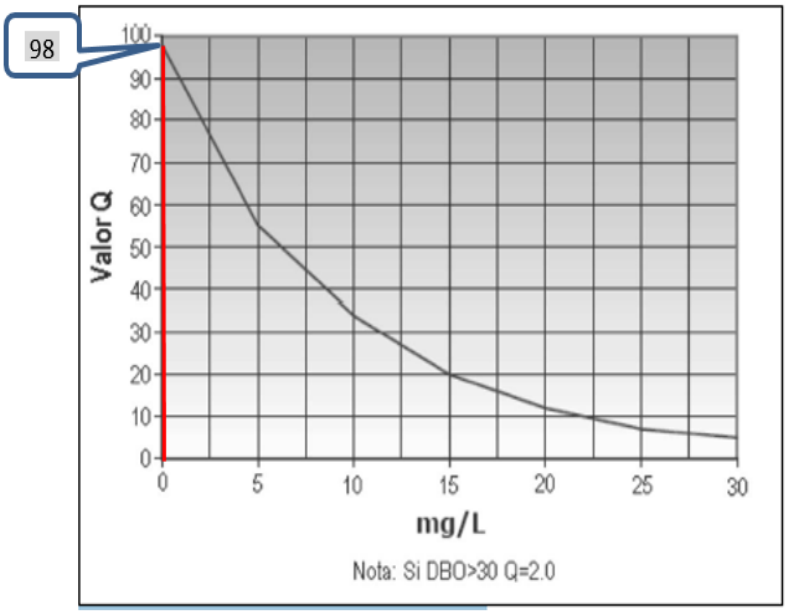
Tabla Nº 11: Resultado de parámetros para la determinación del ICA.

Nº	Parámetro	Expresado en:	Resultado
1	DBO_5	mg O_2/L	0
2	Solidos totales disueltos(180 º)	mg/L	122
3	Turbidez	NTU	7
4	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	350
5	Nitratos	mg/L $N\text{-}NO_3^-$	0,418
6	%OD	% Saturación	81,7
7	pH		8,3
8	Temperatura	ΔºC	2,6
9	Fosfatos	mg/L	0,05

Fuente: Elaboración Propia.

Calculamos el valor de Q para cada parámetro el cual se muestra en los gráficos Nº 8 al 16, para la determinación del ICA-NSF.

Gráfico Nº 8. Curva de calidad de DBO

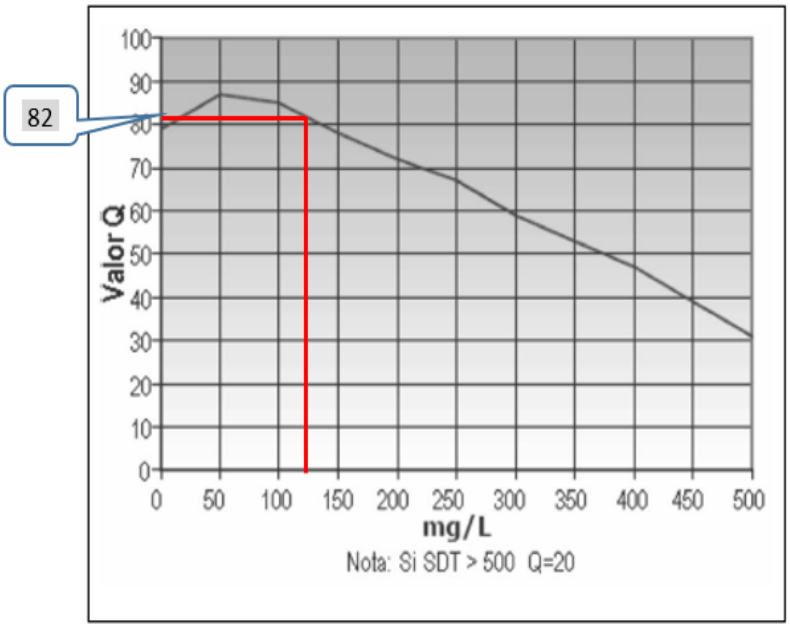


j

Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 8 el valor de la DBO_5 es 0 mg/L el cual da un valor de Q_{DBO} de 98.

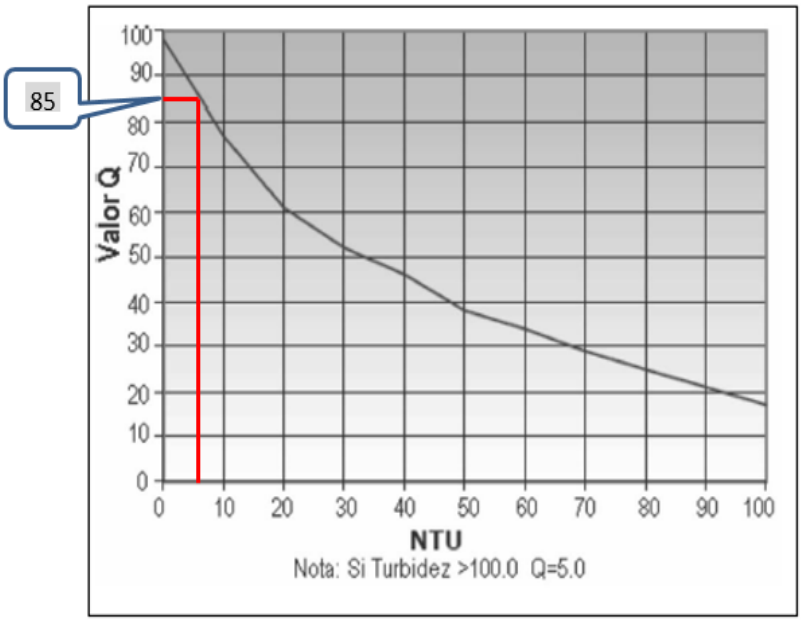
Gráfico Nº 9. Curva de calidad de SDT



Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 9 el valor de la SDT es de 122mg/L el cual da un valor de Q_{SDT} es de 82.

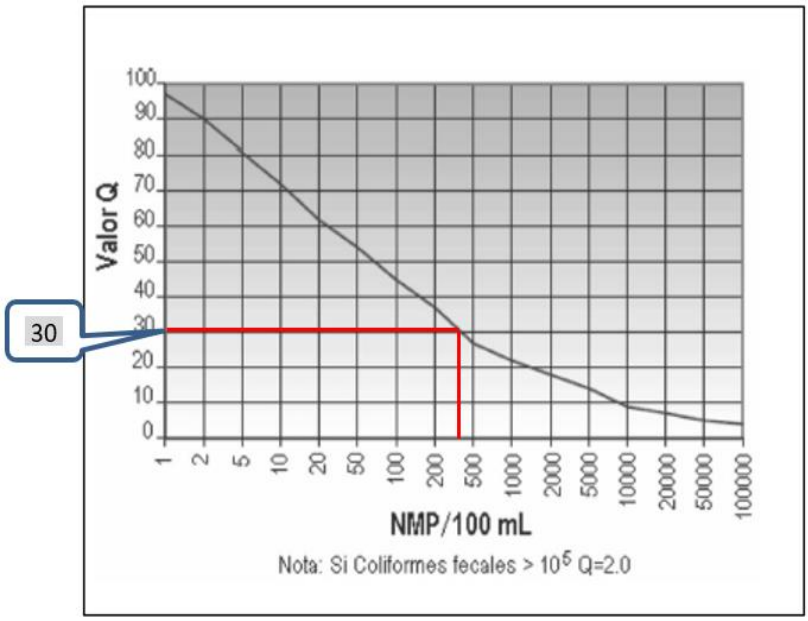
Gráfico Nº 10. Curva de calidad de turbidez.



Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 10 el valor de turbidez es de 7 NTU el cual da un valor de $Q_{TURBIDEZ}$ es de 85.

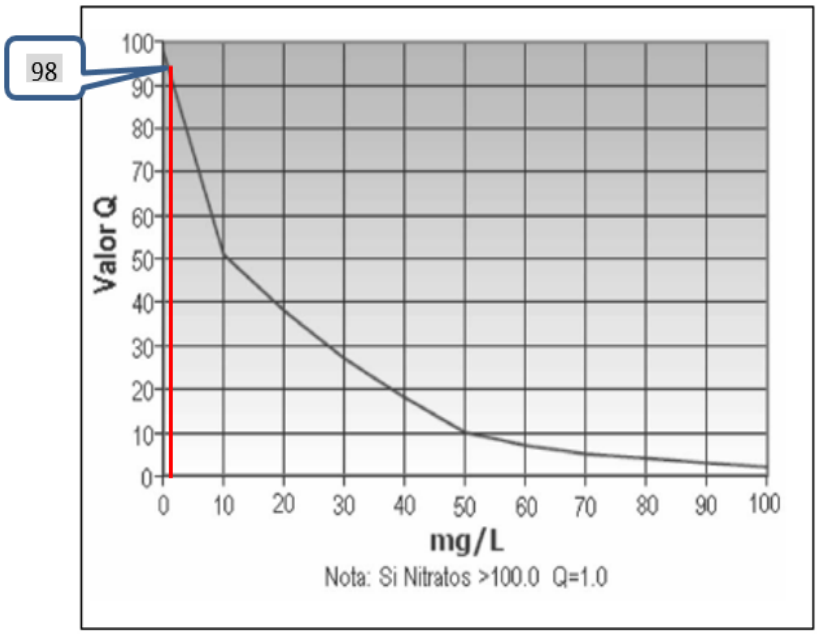
Gráfico Nº 11. Curva de calidad de coliformes fecales.



Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 11 el valor de coliformes fecales existentes en el agua es de 350 NMP/100 ml el cual da un valor de Q_{CF} es de 30.

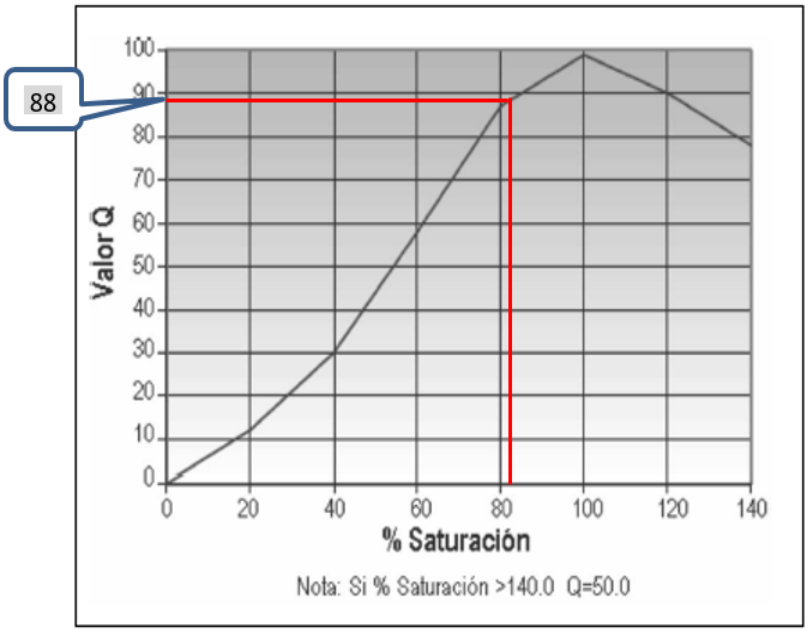
Gráfico Nº 12. Curva de calidad de nitratos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 12 el valor de nitratos existentes en el agua es de 0,418 mg/L el cual da un valor de $Q_{NITRATO}$ es de 98.

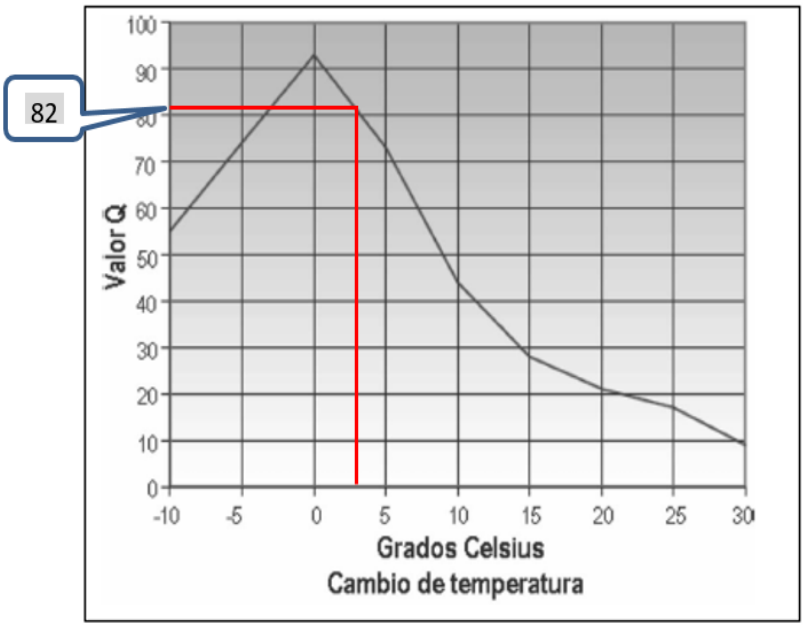
Gráfico Nº 13. Curva de calidad de % OD



Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 13 el valor de porcentaje de saturación de oxígeno disuelto existente en el agua es de 81,7 % el cual da un valor de $Q_{\%OD}$ es de 88.

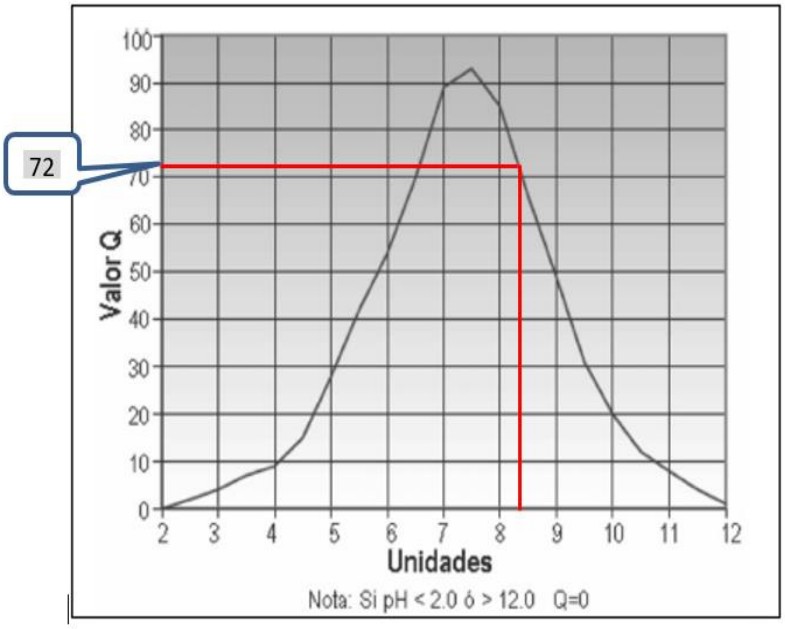
Grafico 14. Curva de calidad de temperatura



Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 14 el valor de variación de temperatura en el agua es de 2,6 ºC el cual da un valor de Q_T es de 82.

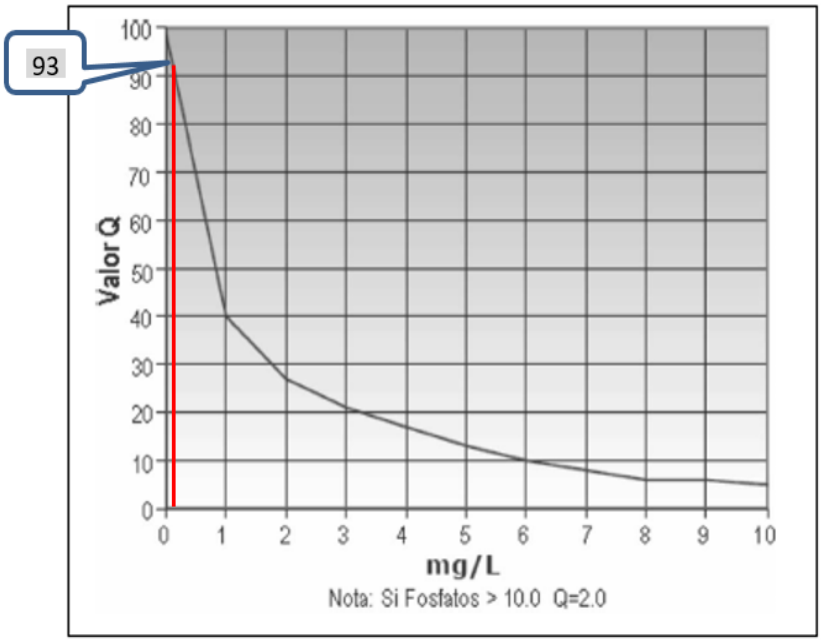
Grafico 15. Curva de calidad de pH.



Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 15 el valor de variación de pH en el agua es de 8,3, el cual da un valor de Q_{pH} es de 72.

Grafico 16. Curva de calidad de fosfatos.



Fuente: Elaboración Propia.

Según el gráfico Nº 16 el valor de variación de fosfato en el agua es de 0,05 mg/L, el cual da un valor de $Q_{FOSFATO}$ es de 93.

En el cuadro Nº 12 se determina el promedio aritmético ponderado según como se indica en la tabla Nº 3.

Tabla Nº 12: Determinación del ICA-NSF.

Parámetro	Valor Q	Ponderación	Total
DBO_5	98	0,1	9,8
Solidos totales disueltos(180 º)	82	0,08	6,56
Turbidez	85	0,08	6,8
Coliformes Fecales	30	0,15	4,5
Nitratos	98	0,1	9,8
%OD	88	0,17	14,96
pH	72	0,12	8,64

Temperatura	82	0,1	8,2
Fosfatos	93	0,1	9,3
ICA-NSF			78,56

Fuente: Elaboración Propia**.**

En la tabla Nº 12 se observa que el ICA-NSF es de 78,56 el cual está en el rango de 71-90 comparado con el cuadro Nº 5, calidad de agua es buena, el cual nos da una calidad bastante aceptable para consumo humano.

4.3. Discusión de Resultados.

Como se observa en la tabla Nº 6, en el monitoreo de parámetros físicos realizado del 12 al 18 de junio del presente, se obtuvo un pH promedio de 8,3, una variación de temperatura de 2,6 y OD promedio de 7,9 que medido a una temperatura promedio de 17,5 representa un 81,7 % de saturación. En la tabla Nº 7 se observa que comparado estos parámetros con los LMP (D.S. 031 – 2010 – SA), y ECAs (D.S. 004 – 2017 – MINAM), están en el rango considerado apto; al mismo tiempo la temperatura presenta una variación de 2,6 ºC; el cual está por debajo de los ECAs, (D.S. 004 – 2017 – MINAM).

En la tabla Nº 8 se presenta los parámetros físicos (Conductividad eléctrica, color verdadero, STD y turbidez) el cual fue muestreado el día 23 de junio del presente, en donde se observa que ninguno no sobrepasan los LMP (D.S. 031 – 2010 – SA), y ECAs (D.S. 004 – 2017 – MINAM), quedando para estos parámetros, apto para el consumo humano.

En la tabla Nº 9, en donde se presenta los resultados del análisis los parámetros químicos (Cianuro, nitritos, nitrato, DBO_5, fosfato, cloruros, dureza y flúor), se observa que ninguno sobrepasa los LMP (D.S. 031 –

2010 – SA), y ECAs (004 – 2017 – MINAM), quedando para estos parámetros, apto para el consumo humano.

En la tabla Nº 10 observamos que los coliformes totales, coliformes termotolerantes, Echeria coli y organismos de vida libre sobrepasan LMP (DS 031 – 2010 – SA) y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, luego se observa que no existe huevo de helmintos, cumpliendo así con las normas antes mencionada.

CONCLUSIONES.

1. Dentro de los parámetros fisicoquímicas (Conductividad eléctrica, color verdadero, STD, temperatura, pH, OD, Cianuro, nitritos, nitrato, DBO_5, fosfato, cloruros, dureza y flúor) del agua de consumo humando del centro poblado de Pampa Hermosa, como se indica en las tablas Nº 6, 7 8 y 9, se encuentran dentro del rango adecuado, pero la turbidez presenta un valor de 7 UNT que es mayor a 5 NTU lo que indica que sobrepasa LMP (DS 031 – 2010 – SA) y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), estos indica que ese debe de implementar un sistema de sedimentación adecuado para reducir la turbidez ya que a esas condiciones no es recomendable clorar el agua, ni consumir directamente.
2. Dentro de los parámetros biológicas del agua de consumo humando del centro poblado de Pampa Hermoza, como se indica en la tabla 10, observamos que los coliformes totales, coliformes termotolerantes, echeria Coli y organismos de vida libre sobrepasan LMP (DS 031-2010-SA) para agua de consumo humano, los coliformes totales y organismos de vida libre sobrepasan y sobrepasa los ECAs (DS 004-2017-MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, solo cumpliendo con las normas antes mencionado en el parámetro de huevos de Helminto, que presenta ausencia de ello. Por tanto es necesario implementar un tratamiento adicional como filtros de arena, la cloración y hervir el agua antes de consumir, todo ello para evitar el riesgo a la salud de la población. .

3. El ICA- NSF calculado es de 78,56 (tabla Nº 12), el cual está en el rango de 71-90 comparado con el cuadro Nº 5, se determina que la calidad de agua es buena, pero a pesar de ello es esta agua, no puede ser consumida directamente y es necesario implementar al sistema de abastecimiento de agua, un sistema de filtración y/o desinfección, para evitar riesgos a la salud de la población de Pampa Hermosa.

RECOMENDACIONES.

1. Implementar al sistema de tratamiento de agua del centro poblado de Pampa Hermosa, sedimentadores y sistema de desinfección, para mejorar la calidad de agua y proteger la salud de esta población.
2. Realizar monitoreo de parámetros fisicoquímico, bacteriológico y de campo del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa mensualmente y comparar los resultado de épocas de mayor y menor precipitación.
3. Coordinar con el ministerio de salud, sobre la vigilancia de la calidad de agua de consumo humano, y así poder comparar los resultados obtenidos y poder determinar la calidad de agua a través del tiempo.
4. Realizar un análisis de enfermedades diarreicas agudas y parasitosis y poder relacionar la calidad de agua con la salud de la población.
5. Realizar un estudio de deforestación en el centro poblado de Pampa Hermosa a fin de determinar la relación directa de la calidad de agua y deforestación.
6. Realizar análisis de pesticidas en agua de consumo humano del centro poblado de pampa Hermosa, para determinar el efecto de la agricultura en la calidad de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Ortiz, A. (2014). *Calidad fisicoquimica y bacteriológica del agua de cinco manantiales del distrito de jacas chico provincia de yarowilca, region huanuco.* Puno.: Facultad de Ciencias Biologicas, Univeridad Nacional del Altiplano.
- Alvarez, A. (1991). *Salud Pública y medicina preventiva.* Mexico.
- APHA, (., AWWA, (., & WPCF, (. (1995). *Métodos Normalizados para el.* Madrid.: Díaz de Santos, S.A.
- Asano, T., & Levine, D. (1998). *Wasterwater reclamation, recycling and reuse: an introduction In wast. Technomic Publishing.* Lancaster.
- Ball, R., & Church, R. (1980). Water quality indexing and scoring. *Journal of the Environmental Engineering Division, American Society of Civil Engineers, 106, EE4.*, 757-771.
- Custodio, E., & Díaz, E. (2001). *Calidad del agua subterránea. En: Hidrología.* Barcelona, España.: Omega. P.
- Dinius, S. (1987). Design of a water quality index. *W.R. Bulletin, V23, No. 5,*.
- Dunnette, D. (1979). Geographically Variable Water Quality Index Used in Oregon. *Journal of the Water Pollution*, 53-61.
- Eaton, A., Clesceri, L., Rice, E., & Greenberg, A. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* Estados Unidos.: Centennial Edition.
- Fawell, J., & Nieuwenhuijsen, M. (2003). Contaminants in Drinking Water. *British Medical Bulletin.*, 199-208.
- Fernández, N., & Solano, F. (2005). *Índices de Calidad y de contaminaci.* Universidad de Pamplona.
- Gonzáles, G. (2012). *Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones (primera ed.).* Colombia.: Escuela Colombiana de Ingenieria Jario Garavito.
- Hem, J. (1985). *Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water*. Recuperado el 20 de Agosto. de 2018, de Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water: http://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2254/html/pdf.html
- Henry, J., & Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental.* México.: Prentice Hall.

- Laura Chauca, E. (2015). *Calidad Bacteriologica de los mananiales del centro de invesigacion y produccion de chucuito (CIPCH)UNA.* Puno.: Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Laura, E. (2009). *Control de calidad de los alimentos.* Puno.: U. N. Altiplano.
- Mendoza, C. (2011). *Microbiología y factores físicos de las aguas de las desembocaduras de los principales ríos tributarios del lago Titicaca.* Puno.: Universidad Nacional del Altiplano.
- NSF - National Sanitation Fundation. (2006). *Consumer Information: Water Quality Index (WQI)*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de Consumer Information: Water Quality Index (WQI): www.nsf.org/consumer/just_for_kids/wqi.asp
- OMS . (2006). *Agua, saneamiento y salud: Enfermedades*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de Agua, saneamiento y salud: Enfermedades: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/index.html
- Ott, W. (1978). Environmental Indices. *Theory and Practice,*.
- Petro Niebles, A. K., & Wees Martinez, T. (2014). *Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco Bolivar, caribe Colombiano.* Colombia.: Universidad tecnológica de bolivar facultad de ingenieria programa de ingenieria.
- Prieto, J. (2004). *El agua sus formas efectos abastecimiento, usos, daños, control y conservacion.* Bogota: Eco Ediciones.
- Rojas, R. (2002). Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo. *OPS/CEPIS*, 353.
- Romero, J. (2006). *Calidad del Agua (segunda ed.).* Colombia.: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas (primera ed.).* Cartagena de Indias-Colombia: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumend. net.
- Soni, H., & Thomas, S. (2014). *Assessment of surface water quality in relation to water quality index of tropical lentic environment, Central Gujarat, India.* India: International journal of environment, 3(1).

- Soto Romero, Y. (2013). *Calidad bacteriológica de agua de pozo y agua potable utilizada en los mercados de la ciudad de Puno.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano una revisión crítica. *Revista Ingenierías.*, 79-94.
- Yanapa, J. (2012). *Calidad organoléptica, físico – química y bacteriológica del agua potable de la ciudad de Ilave.* Puno.: Universidad Nacional del Altiplano.
- Yogendra, K., & Puttaiah, E. (2008). *Determination of water quality index and sustainability of an urban waterbody in Shimoga Town, Karnataka.* India.: Ministry of Environment and Forests, Government of India.
- Zhen Wu, B. Y. (2009). *Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada victoria Curubande, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008.* Nicaragua.: Escuela de Ciencias Exactas y Naturales de Nicaragua.

ANEXOS

ANEXO A

Fotos de monitoreo y tomas de muestra.

Foto A-1: Muestreo para parámetros bacteriológicos.

Fuente: elaboración propia.

Foto A-2: muestreo de para parámetros fisicoquímicos.

Fuente: elaboración propia.

Foto A-3: Transporte y conservación de muestras de agua.

Fuente: elaboración propia.

Foto A-4: Muestreo para análisis parasitológico.

Fuente: elaboración propia.

Foto A-5: Recolección de la información.

Fuente: elaboración propia.

Foto A-6: Equipo multiparametro (Medidor PCD 650) para monitoreo de parámetros de campo.

Fuente: elaboración propia.

ANEXO B

Resultado de análisis.

Environmental Quality Analytical Services S.A.
EQUAS
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

INFORME DE ENSAYO Nº N0745/18

Solicitante : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHONTABAMBA**
Dirección : **Jr. José Walijewski N° 201 - Chontabamba**

Procedencia : **LOCALIDAD DE PAMPA HERMOSA**
Distrito: Chontabamba - Provincia: Oxapampa
Departamento: Pasco

Matriz de la Muestra : **Agua Superficial**

Fecha de Muestreo : 23 - Junio - 2 018
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 24 - Junio - 2 018 / 11:30 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 24 al 30 - Junio - 2 018

Código Interno: L0745/18

PARÁMETROS	0745 – 1 [a] Fuente [b] (12:08 h)	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
Huevos de Helmintos	< 1	Huevo/L	*The modified Bailenger method*
Recuento de Heterótrofos en Placa	70 x 10	UFC/mL	*APHA 9215 B*
Organismos de Vida Libre	806	Organismos/L	*APHA 10900 A,B*

(a) Código de Laboratorio (b) Código del Solicitante y hora de muestreo

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -
- *STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22nd, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.*
- *ANALYSIS OF WASTEWATER FOR USE IN AGRICULTURE: A LABORATORY MANUAL OF PARASITOLOGICAL AND BACTERIOLOGICAL TECHNIQUE – OMS 1996.*

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-
- *La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.*

Lima, 30 de Junio de 2 018.

EQUAS S.A.
Ing. Eusebio Víctor Cóndor Evaristo
Gerente General

ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A. EQUAS S.A.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.
Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.
Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e_mail: info@equas.com.pe

INFORME DE ENSAYO Nº A0745/18

Solicitante : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHONTABAMBA**
Dirección : **Jr. José Walijewski N° 201 - Chontabamba**

Procedencia : **LOCALIDAD DE PAMPA HERMOSA**
Distrito: Chontabamba - Provincia: Oxapampa
Departamento: Pasco

Matriz de la Muestra : **Agua Superficial**

Fecha de Muestreo : 23 - Junio - 2 018
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 24 - Junio - 2 018 / 11:30 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 24 al 30 - Junio - 2 018

Código Interno: L0745/18

PARÁMETROS	0745 – 1 [a] Fuente [b] (12:08 h)	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
Cianuro Total	< 0,005	mg CN^-/L	APHA 4500-CN^- C,E
Conductividad Eléctrica	236,50	µmhos/cm	APHA 2510 B
Color Verdadero	< 1,0	UC	APHA 2120 C
Sólidos Totales Disueltos (180 ºC)	122	mg/L	APHA 2540 C
Nitritos	< 0,003	mg N-NO_2^-/L	EPA 354.1
Nitratos	0,418	mg N-NO_3^-/L	APHA 4500-NO_3^- B
Sulfatos	4	mg SO_4^{2-}/L	APHA 4500-SO_4^{2-} E
Turbidez	7,00	NTU	APHA 2130 B

([a]) Código de Laboratorio *([b]) Código del Solicitante y hora de muestreo* *NTU: Unidad Nefelometrica de Turbidez*
UC: Unidad de Color

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-
- *STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22nd, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.*
- *US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA 354.1,1971.*

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-
- *La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.*

Lima, 30 de Junio de 2 018.

EQUAS S.A.
Ing. Eusebio Victor Cóndor Evaristo
Gerente General

ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A. EQUAS S.A.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.
Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.
Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

INFORME DE ENSAYO Nº A0745/18

Solicitante : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHONTABAMBA**
Dirección : **Jr. José Walijewski N° 201 - Chontabamba**

Procedencia : **LOCALIDAD DE PAMPA HERMOSA**
Distrito: Chontabamba - Provincia: Oxapampa
Departamento: Pasco

Matriz de la Muestra : **Agua Superficial**

Fecha de Muestreo : 23 - Junio - 2 018
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 24 - Junio - 2 018 / 11:30 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 24 al 30 - Junio - 2 018

Código Interno: L0745/18

PARÁMETROS	0745 – 1 [a] Fuente [b] (12:08 h)	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
Metales Totales:			
Aluminio	0,186	mg/L	***APHA 3111 D***
Arsénico	< 0,001	mg/L	***APHA 3114 C***
Cadmio	< 0,003	mg/L	***APHA 3111 B***
Cromo	< 0,011	mg/L	***APHA 3111 B***
Cobre	< 0,007	mg/L	***APHA 3111 B***
Hierro	0,076	mg/L	***APHA 3111 B***
Mercurio	0,0003	mg/L	***APHA 3112 B***
Manganeso	0,014	mg/L	***APHA 3111 B***
Sodio	4,859	mg/L	***APHA 3111 B***
Níquel	< 0,008	mg/L	***APHA 3111 B***
Selenio	< 0,001	mg/L	***APHA 3114 C***
Zinc	< 0,006	mg/L	***APHA 3111 B***

([a]) Código de Laboratorio *([b]) Código del Solicitante y hora de muestreo*

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-
❑ *STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22nd, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.*

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-
❑ *La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.*

Lima, 30 de Junio de 2 018.

EQUAS S.A.
Ing. Eusebio Víctor Cóndor Evaristo
Gerente General

ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A. EQUAS S.A.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.
Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.
Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

INFORME DE ENSAYO Nº A0745/18

Solicitante : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHONTABAMBA**
Dirección : **Jr. José Walijewski N° 201 - Chontabamba**

Procedencia : **LOCALIDAD DE PAMPA HERMOSA**
Distrito: Chontabamba - Provincia: Oxapampa
Departamento: Pasco

Matriz de la Muestra : **Agua Superficial**

Fecha de Muestreo : 23 - Junio - 2 018
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 24 - Junio - 2 018 / 11:30 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 24 al 30 - Junio - 2 018

Código Interno: L0745/18

PARÁMETROS	0745 – 1 [a] Fuente [b] (12:08 h)	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
Coliformes Totales (35 °C)	35 x 10	NMP/100 mL	APHA 9221 B
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	13	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Ítem 1)
Escherichia Coli	13	NMP/100 mL	APHA 9221 G (Ítem 2)

(a) Código de Laboratorio *(b) Código del Solicitante y hora de muestreo*

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -
- *STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22nd, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.*
- *ANALYSIS OF WASTEWATER FOR USE IN AGRICULTURE: A LABORATORY MANUAL OF PARASITOLOGICAL AND BACTERIOLOGICAL TECHNIQUE – OMS 1996.*

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-
- *La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.*

Lima, 30 de Junio de 2 018.

EQUAS S.A.
Ing. Eusebio Víctor Cóndor Evaristo
Gerente General

ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A. EQUAS S.A.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.
Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.
Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Environmental Quality
Analytical Services S.A.
EQUAS
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

INFORME DE ENSAYO Nº N0745/18

Solicitante : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHONTABAMBA**
Dirección : **Jr. José Walijewski N° 201 - Chontabamba**

Procedencia : **LOCALIDAD DE PAMPA HERMOSA**
Distrito: Chontabamba - Provincia: Oxapampa
Departamento: Pasco

Matriz de la Muestra : **Agua Superficial**

Fecha de Muestreo : 23 - Junio - 2 018
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 24 - Junio - 2 018 / 11:30 h
Fecha de Ejecución del Ensayo : 24 al 30 - Junio - 2 018

Código Interno: L0745/18

PARÁMETROS	0745 – 1 [a] Fuente [b] (12:08 h)	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
Cloruros	< 1	mg Cl^-/L	APHA 4500-Cl^- C
Cloro Total	< 0,5	mg/L	APHA 4500-Cl G
Dureza Total	112	mg $CaCO_3$/L	APHA 2340 C
Flúor	0,122	mg F^-/L	APHA 4500-F D
pH	8,30	Unidad de pH	APHA 4500-H^+ B (**)
Metales Totales			
Bario	0,03	mg/L	APHA 3111 D
Boro	< 0,002	mg/L	APHA 4500-B B
Antimonio	< 0,01	mg/L	APHA 3114 B
Molibdeno	< 0,002	mg/L	EPA 200.7
Plomo	< 0,0025	mg/L	APHA 3111 B
Uranio	< 0,007	mg/L	EPA 200.7

(a) Código de Laboratorio *(b) Código del Solicitante y hora de muestreo*

REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-
❑ *STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 22nd, Edic. APHA AWWA, WEF 2012.*

ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-
❑ *(**) El resultado de pH es referencial.*

Lima, 30 de Junio de 2 018.

EQUAS S.A.
Ing. Eusebio Víctor Cóndor Evaristo
Gerente General

ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A. + EQUAS S.A.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.
Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.
Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e_mail: info@equas.com.pe