

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA
CONSUMO HUMANO DEL CASERÍO LA HUACA – JAÉN –
CAJAMARCA – 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autores : Bach. Orlando Guevara Fonseca

: Bach. Iban Zurita Montalban

Asesor : Dr. Juan Manuel Garay Román

JAÉN – PERÚ, JULIO DE 2021

FORMATO 3: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 23 de julio del año 2021, siendo las 16:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado evaluador de manera virtual:

Presidente: Mg. Wilfredo Ruíz Camacho

Secretario: Mg. María Marleni Torres Cruz

Vocal : Mg. José Celso Paredes Carranza, para evaluar la Sustentación del Informe

Final:

Trabajo de Investigación

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CASERÍO LA HUACA - JAÉN - CAJAMARCA - 2019”, presentado por los Bachilleres Orlando Guevara Fonseca e Iban Zurita Montalban de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

Aprobar

Desaprobar

Unanimidad

Mayoría

Con la siguiente mención:

a) Excelente 18, 19, 20

b) Muy bueno 16, 17

c) Bueno 14, 15 (14)

d) Regular 13

e) Desaprobado 12 ò menos

Siendo las 16:50 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 23 de julio de 2021.

JURADO EVALUADOR



Mg. María Marleni Torres Cruz
Secretario



Mg. Wilfredo Ruíz Camacho
Presidente



Mg. José Celso Paredes
Carranza
Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
I. INTRODUCCIÓN	6
II. OBJETIVOS	8
III. MATERIAL Y MÉTODOS	9
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
AGRADECIMIENTO	55
DEDICATORIA	56
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Muestras y repeticiones para el análisis fisicoquímico y microbiológico.....	10
Tabla 2. Georreferenciación de los puntos de muestreo.....	13
Tabla 3. Criterios para determinar la dilución aproximada de la muestra.....	25
Tabla 4. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-01.....	28
Tabla 5. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-02.....	28
Tabla 6. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-03.....	29
Tabla 7. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-04.....	29
Tabla 8. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-05.....	30
Tabla 9. Resumen de los datos entre los P-01 y P-02.....	37
Tabla 10. Análisis de varianza: pH; turbidez; color; colif. totales; colifor. termotolerantes.	38
Tabla 11. Prueba T: pH; turbidez; color; colif. totales; colifor. termotolerantes.....	39
Tabla 12. Resumen de los datos entre los puntos (P-03, P-04 y P-05).....	39
Tabla 13. Análisis de varianza: pH; turbidez; color; colif. totales; colifor. termotolerantes.	40
Tabla 14. Prueba T para los puntos (P-03, P-04 y P-05).....	41
Tabla 15. Análisis de Varianza para los parámetros.....	42
Tabla 16. Medias para los parámetros.....	43
Tabla 17. Prueba de Tukey para los parámetros.....	43
Tabla 18. Análisis de coeficientes	44
Tabla 19. Análisis de Varianza.....	44
Tabla 20. Formato de ficha de registro de toma de las muestras.....	76
Tabla 21. Formato de etiqueta para las muestras de agua.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	9
Figura 2. Muestreo en sistema de abastecimiento de agua.....	12
Figura 3. Ubicación de los cinco puntos a muestrear en el lugar de estudio.....	12
Figura 4. Secado de la muestra en la estufa a 105 °C durante 24 horas.....	16
Figura 5. Enfriamiento del crisol en un desecador y peso del residuo seco.....	16
Figura 6. Preparación del equipo de filtración bomba al vacío.....	18

Figura 7. Succión de la muestra y peso del papel filtro más el residuo seco.	18
Figura 8. Determinación de la conductividad eléctrica de los puntos P-03, P-04 y P-05. .	20
Figura 9. Calibración del turbidímetro.	21
Figura 10. Determinación de la turbidez de los cinco puntos de monitoreo.	21
Figura 11. Determinación del pH de los cinco puntos de monitoreo.	22
Figura 12. Determinación del O ₂ disuelto los puntos P-03, P-04 y P-05.	23
Figura 13. Pesado de los reactivos y preparación de la dilución.	26
Figura 14. Llenado de las botellas Winkler con la dilución y medición del O ₂ inicial.	26
Figura 15. Sellado de las botellas y colocación en la incubadora a 20°C durante 5 días. ...	26
Figura 16. Concentración del O ₂ consumido pasado los cinco días en la incubadora.	27
Figura 17. Determinación de pH.	31
Figura 18. Concentración de turbiedad.	32
Figura 19. Concentración de color.	32
Figura 20. Concentración de la conductividad eléctrica.	33
Figura 21. Concentración de oxígeno disuelto	33
Figura 22. Determinación de sólidos totales.	34
Figura 23. Determinación de sólidos suspendidos.	34
Figura 24. Determinación de sólidos diluidos.	35
Figura 25. Concentración de DBO ₅	35
Figura 26. Concentración de coliformes totales.	36
Figura 27. Concentración de coliformes termotolerantes.	37

RESUMEN

El caserío La Huaca, perteneciente al distrito de Huabal, no cuenta con agua potable las 24 horas del día, los pobladores se abastecen mediante la captación de una quebrada por canaleta a un reservorio que no recibe ningún tratamiento adecuado, a fin de obtener agua de mejor calidad. La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del agua de consumo humano del caserío la Huaca, en cinco puntos de muestreo seleccionados de acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA, donde se utilizó el método de investigación de tipo descriptivo y analítico. Para ello se comparó los resultados fisicoquímicos y microbiológicos con los límites máximos permisibles según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA y los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 aprobados por el D.S. N° 004-2017-MINAM. Finalmente se concluyó que, el agua en los cinco puntos muestreados de la población del caserío La Huaca no es apta para consumo humano, debido a la presencia excesiva de coliformes tanto totales como termotolerantes, el cual pertenece a la categoría A1 (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), al requerir solamente desinfección para la potabilidad del agua; por lo que debe pasar por un proceso de tratamiento. Con respecto a los parámetros fisicoquímicos todos se encontraron dentro de los valores aceptables.

Palabras clave: Calidad del agua, consumo humano, agua potable, coliformes totales.

ABSTRACT

The La Huaca village, belonging to the Huabal district, does not have drinking water 24 hours a day, the inhabitants are supplied by collecting a stream through a gutter to a reservoir that does not receive any adequate treatment, in order to obtain water from Best Quality. The main objective of this research was to evaluate the quality of the water for human consumption of the La Huaca village, in five sampling points selected according to the Regulation of Water Quality for human consumption, approved by the D.S. N° 031-2010-SA, where the descriptive and analytical research method was used. For this, the physicochemical and microbiological results were compared with the maximum permissible limits according to the regulation of the quality of water for human consumption, approved by the D.S. N° 031-2010-SA and the subcategory A1 environmental quality standards approved by the D.S. N° 004-2017-MINAM. Finally, it was concluded that the water in the five sampled points of the La Huaca village population is not suitable for human consumption, due to the excessive presence of both total and thermotolerant coliforms, which belongs to category A1 (Waters that can be purified with disinfection), by requiring only disinfection for the potability of the water; so it must go through a treatment process. With respect to the physicochemical parameters, all were within acceptable values.

Keywords: Water quality, human consumption, drinking water, total coliforms.

I. INTRODUCCIÓN

“El 4% del total de muertes en el mundo se deben a problemas relacionados con el agua, desagüe e higiene” (Bracho & Fernández, 2017, p. 04).

“La mayoría de aguas superficiales tienen niveles de contaminación que deben ser evaluados y resueltos en los procesos de tratamiento y desinfección del agua para consumo humano” (Bracho & Fernández, 2017, p. 04).

“El agua para consumo humano debe cumplir con los parámetros de calidad y ser inocua. Por consiguiente, el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiana que sea perjudicial a la salud humana” (Gonzales, 2018, p. 01).

“El agua es sin duda uno de los recursos más importantes e indispensables para la vida y el desarrollo de la sociedad. De él dependemos para sobrevivir y realizar diferentes actividades cotidianas, desde las más sencillas como su consumo hasta las más complejas como para uso industrial, del cual se puede obtener diversa variedad de subproductos de los que dependemos. En pocas palabras, se puede afirmar que, sin la presencia de este líquido vital, la humanidad sería inexistente” (Soriano, 2018, p. 12).

“El peligro más común y difundido, en el agua de consumo humano es el de su contaminación microbiana con aguas servidas y excretas del hombre y de los animales. Si la contaminación es reciente y se hallan microorganismos patógenos, es posible que dichos microorganismos se encuentren vivos y con la capacidad de producir enfermedad” (Gonzales, 2018, p. 01).

“La contaminación bacteriológica del agua es originada por las actividades humanas que contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad, principalmente con la contaminación por agentes externos con residuos orgánicos e inorgánicos; la contaminación también se debe al mal estado de los sistemas de distribución (canales, pozos, griferías) que no cuentan con mantenimiento predisponiendo el ingreso y multiplicación de microorganismos a partir de distintas fuentes” (Amado, 2018, p. 10).

“Cuando hablamos de agua potable hacemos referencia a aquella que ha sido debidamente tratada, encontrándose en condiciones óptimas para el consumo humano” (Atencio, 2018, p. 13).

Sin embargo, la problemática que analizó la presente investigación, es que en la actualidad la población del caserío la Huaca no cuenta con el servicio de agua potable las 24 horas del día, es por ello que el propósito de esta investigación fue evaluar específicamente la calidad del agua que consume la población del caserío la Huaca, determinando la concentración física, química y microbiológica patógena de acuerdo con los Límite Máximo Permisible del Reglamento de la Calidad de Agua de Consumo Humano, D.S. N° 031-2010-SA, y los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM., ya que se abastecen de agua para su consumo de una quebrada hacia un reservorio, el cual no recibe tratamiento alguno de potabilización, además el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad del agua de consumo humano del caserío la Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019, por lo que es vital determinar la calidad de agua y dar a conocer a las autoridades competentes los resultados de esta investigación que les permitirá tomar acciones necesarias para adecuar el mantenimiento y/o tratamiento del agua para consumo humano.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad del agua de consumo humano del caserío la Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración física (turbidez, color, sólidos totales, sólidos diluidos, sólidos suspendidos y conductividad eléctrica), del agua de consumo humano del caserío la Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019.
- Determinar la concentración química (pH, DBO₅ y oxígeno disuelto), del agua de consumo humano del caserío la Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019.
- Determinar la concentración microbiológica patógena (coliformes totales y coliformes termotolerantes), del agua de consumo humano del caserío la Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019.
- Comparar y analizar los resultados obtenidos del laboratorio con los Límites Máximos Permisibles según el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA, y los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el caserío la Huaca, distrito de Huabal, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, ubicado a una altitud de 1852 m.s.n.m. aproximadamente, cuenta con una población de 366 habitantes y con una densidad de 4.0 hab. /vivienda, promedio de número de personas que componen una familia. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017).

Figura 1. Ubicación del área de estudio



3.2. Población

La Localidad del Caserío La Huaca y área circundante que interviene la actividad de dotación de agua para consumo de la población.

3.3. Muestra

Las muestras para determinar la calidad de agua para consumo humano se seleccionaron de acuerdo al artículo 24° (Análisis de peligros y de puntos críticos de

control) del Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA. Estas muestras fueron obtenidas en 5 puntos de monitoreo, 1 punto en la fuente, 1 punto en el reservorio, 3 puntos en el sistema de distribución (piletas domiciliarias).

3.4. Muestreo

Con el fin de obtener confiabilidad y sustentabilidad estadística, se analizaron 5 muestras con 2 repeticiones cada una, haciendo un total de 10 muestreos de agua potable del Caserío La Huaca, las cuales se realizaron 11 mediciones, 6 parámetros físicos (sólidos totales, sólidos diluidos, sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, color y turbidez), 3 parámetros químicos (pH, DBO₅ y oxígeno disuelto) y 2 parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes).

Donde, en los puntos P-01 y P-02 solo se analizaron 2 parámetros físicos (color y turbidez), 1 parámetro químico (pH) y 2 parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes), y en los puntos P-03, P-04 y P-05 se analizaron 6 parámetros físicos (sólidos totales, sólidos diluidos, sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, color y turbidez), 3 parámetros químicos (pH, DBO₅ y oxígeno disuelto) y 2 parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes), los cuales fueron evaluados con una frecuencia de 15 días (quincenalmente) durante los meses de noviembre y diciembre.

Tabla 1. Muestras y repeticiones para el análisis fisicoquímico y microbiológico.

Muestra	Parámetros	Repeticiones	Total Mediciones
P – 01	05	2	10
P – 02	05	2	10
P – 03	11	2	22
P – 04	11	2	22
P – 05	11	2	22
Total	5	2	86

Fuente: Elaboración de los tesisistas.

3.5. Métodos de la investigación

En el presente estudio se utilizó el método de investigación de tipo descriptivo y analítico.

Es descriptivo porque, describe las características del agua.

Y analítico porque, consistió en analizar los valores registrados para los parámetros con los Límites Máximos Permisibles contemplados en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA, y los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 0042017-MINAM, de los cuales se determinó si el agua que consume la población del caserío la Huaca supera los LMP y los ECA para agua.

3.6. Procedimiento para la recolección de las muestras

El procedimiento de recolección de las muestras consistió en lo siguiente:

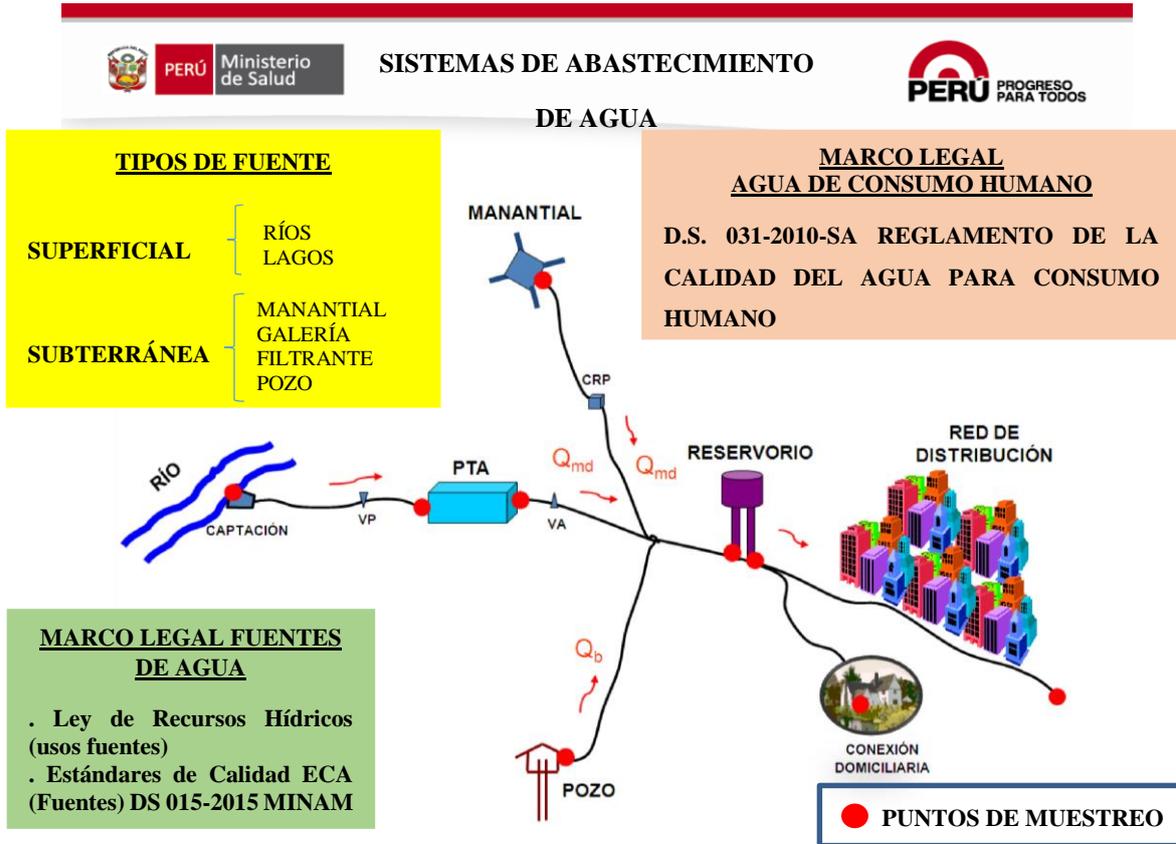
Selección de parámetros.

Los parámetros de análisis se seleccionaron de acuerdo al artículo 63° del reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, teniendo como parámetros de control obligatorio: coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad y pH; y parámetros adicionales de control obligatorio como: conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sólidos diluidos, sólidos suspendidos, oxígeno disuelto y DBO₅.

Ubicación de los puntos a muestrear.

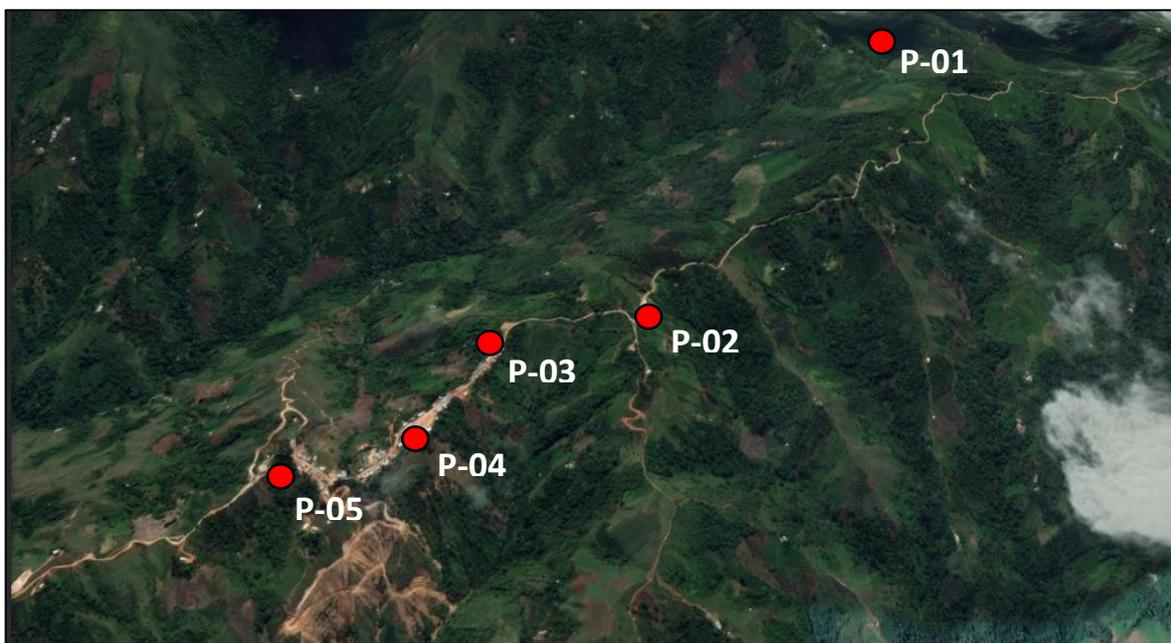
Las muestras fueron obtenidas en cinco puntos, identificadas como P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05 y distribuidas de la siguiente manera, P-01: en la fuente, P-02: en el reservorio, P-03, P-04 y P-05 en el sistema de distribución (piletas domiciliarias), debidamente georreferenciadas y registradas de acuerdo a la (Ficha de registro de las muestras) lo cual se adjunta en el Anexo 4 (Tabla 20).

Figura 2. Muestreo en sistema de abastecimiento de agua.



Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2015).

Figura 3. Ubicación de los cinco puntos a muestrear en el lugar de estudio.



Fuente: Google Earth (2019).

Tabla 2. Georreferenciación de los puntos de muestreo.

Puntos de muestreo	Altitud (m.s.n.m)	Norte	Este
P-01	2002	9381478	727696
P-02	1875	9385573	727673
P-03	1857	9386472	727386
P-04	1862	9386199	727480
P-05	1871	9385950	727691

Fuente: Elaboración de los tesisistas.

Calibración de los equipos

Los equipos proporcionados por el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén y el laboratorio privado encargado de analizar las muestras fueron calibrados cada instrumento de medición de acuerdo al manual del usuario para el análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Recolección de las muestras en piletas domiciliarias

Para la recolección de las muestras se aplicó la siguiente metodología que se indica en la NTP 214.005 y la NTP ISO 5667-3” de Calidad de Agua según (Gonzales, 2018, pp. 43-44). Donde se utilizó los siguientes pasos:

➤ Colocación de la indumentaria del personal investigador

- Se colocó los guantes descartables, guardapolvo y gorro de protección para no perturbar o contaminar las muestras.

➤ Limpieza del grifo

- Se sacó del grifo todos los dispositivos que puedan producir salpicaduras.

➤ Apertura del grifo

- Se verificó que no existan accesorios ajenos al experimento.
- Se abrió cuidadosamente el grifo y se dejó correr el agua en forma moderada durante 2 a 3 minutos.

➤ Toma de muestra

- Se utilizaron frascos de vidrio de 1 000 ml de capacidad esterilizados en una estufa a 100° C. Y frascos de plásticos estériles de 100 ml de capacidad.
- Se cerró un poco el grifo.

- Se destapó el frasco teniendo cuidado de no tocar la boca ni la tapa.
- Se sostuvo la tapa de tal forma que no haya contaminación del mismo.
- Se acercó el frasco al chorro de agua sin pérdida de tiempo.
- Se dejó un espacio de aire en el frasco para facilitar la agitación en el momento del análisis.
- Se colocó la tapa con el papel kraft protector y el hilo pabilo.

➤ **Etiquetado de las muestras**

Una vez recolectada las muestras se realizó el etiquetado de los envases, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. La información básica registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar lo cual se adjunta en el Anexo 4, Tabla 21 (Formato de etiqueta para las muestras de agua).

Transporte y preservación de las muestras

Las muestras de agua para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueron colectadas en frascos de plásticos y vidrio respectivamente de capacidad de 1 L. y preservadas a bajas temperaturas de 4 – 6° C en termos con hielo, luego se llevó al laboratorio para su inmediato análisis con una diferencia de una hora después de recolectar las muestras del Caserío La Huaca al laboratorio.

Lugar de análisis de las muestras

Los análisis evaluados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén fueron, los sólidos totales, sólidos diluidos, sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, turbidez, pH, DBO₅ y oxígeno disuelto. Y los parámetros que se analizaron en el laboratorio privado OIKOSLAB SAC fueron, color, coliformes totales y termotolerantes.

3.7. Técnicas para el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se utilizó protocolos y metodologías para calidad de agua superficiales, las cuales son los siguientes:

3.7.1. Protocolos para calidad de agua superficiales.

Se utilizaron los siguientes protocolos:

- Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2007). Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Directoral N° 2254/2007/DIGESA/SA).
- Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable (2007). Superintendencia de Servicios Sanitarios División de Fiscalización (Versión 2007) - Segunda Edición.

3.7.2. Metodologías para los análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según los protocolos para calidad de agua superficiales.

Determinación de la concentración física del agua de consumo humano del caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019.

a) Sólidos totales

En el presente análisis se utilizó la metodología según (Díaz, 1992).

Instrumentos:

- Cápsula de porcelana o crisoles.
- Estufa.
- Desecador.
- Balanza analítica.
- Pinzas metálicas y una probeta de 100 ml.

Procedimiento:

- Se procedió a lavar y secar los crisoles de evaporación y encender la estufa a 105 °C.
- Luego, se introdujo el crisol limpio a la estufa durante una hora.
- Luego, se llevó el crisol al desecador durante 30 minutos hasta que se vaya a emplear.
- Después de pasar los 30 min en el desecador, se procedió a pesarlo (Peso A). Para determinar los sólidos totales, se agitó la muestra adecuadamente y se depositó un volumen de 20 ml de la muestra para este caso, la cual se

sometió a evaporación en la estufa del laboratorio de la Universidad Nacional Jaén, durante 24 horas a 105 °C.

- Luego, se procedió a enfriar el crisol en un desecador durante 30 min para medir su peso en una balanza analítica (Peso B) y por diferencia de pesos se determinó el peso exacto de los sólidos totales de las muestras de las aguas del caserío la Huaca.

$$\text{mg ST/L} = (B - A) \times 1000 / \text{volumen de muestra (en Lt)} \quad [\text{Ec.1}]$$

La Ecuación 1 se empleó para determinar los sólidos totales.

Donde:

A: Peso del crisol vacío (en gr).

B: Peso del crisol + residuo seco (en gr).

Figura 4. Secado de la muestra en la estufa a 105 °C durante 24 horas.



Figura 5. Enfriamiento del crisol en un desecador y peso del residuo seco.



b) Sólidos suspendidos totales (Díaz, 1992).

Las condiciones ambientales no son críticas para la realización de este ensayo.

Instrumentos:

- Papel filtro, un matraz kitasato de 500 ml.
- Embudo Buchner.
- Un desecador, un vaso precipitado de 250 ml.
- Bomba al vacío, balanza analítica.
- Estufa, papel de aluminio y pinzas metálicas.

Procedimiento:

- Se preparó el papel filtro y se alistó la estufa a una temperatura entre 105 °C.
- Se colocó el filtro en el equipo de filtración.
- Luego se aplicó filtración al vacío y se lavó el filtro con tres porciones sucesivas de 20 mL de agua destilada.
- Se mantuvo la filtración hasta la remoción total de las trazas de agua.
- Luego se desechó el filtrado.
- Se retiró el filtro, se colocó en un papel de aluminio y se secó en la estufa a 105 °C durante 4 horas.
- Se enfrió en el desecador hasta su empleo, se pesó el filtro, y se registró los datos (Peso A).

Análisis de la muestra:

- Se esperó a que la muestra se encuentre a temperatura ambiente.
- En función del aspecto de la muestra, se agitó la muestra adecuadamente y se depositó el volumen a filtrar en este caso 100 ml de la muestra.
- Se cogió el filtro previamente tarado del desecador, se llevó al equipo de filtración bomba al vacío y se inició la succión.
- Una vez que la muestra terminó de filtrar, se retiró el papel filtro y se llevó al papel de aluminio (al mismo donde se guardó en el desecador).

- Luego se secó en la estufa a 105 °C durante 4 horas. A criterio del analista, el secado puede extenderse (incluida toda la noche), cuando la apariencia física de la muestra denote presencia de grasa o alto contenido de sales.
- Se enfrió en el desecador, se pesó el filtro y se registró los datos (Peso B).

Luego, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{mg SST/L} = [(B - A) \times 1000] / \text{volumen (Lt.)} \quad [\text{Ec.2}]$$

La Ecuación 2 se empleó para determinar los sólidos suspendidos totales.

Donde:

A: Peso del filtro seco antes de la filtración (en gr).

B: Peso del filtro + residuo seco (en gr).

Figura 6. Preparación del equipo de filtración bomba al vacío.



Figura 7. Succión de la muestra y peso del papel filtro más el residuo seco.



c) Sólidos diluidos totales (Díaz, 1992).

Se encontró por diferencia entre los sólidos totales y sólidos suspendidos totales, aplicando la siguiente formula:

$$\text{mg SDT} = \text{ST} - \text{SST} \quad [\text{Ec.3}]$$

La Ecuación 3 se empleó para determinar los sólidos diluidos totales.

d) Conductividad eléctrica (Trigos, 2017, p. 29).

En el presente análisis se realizó en laboratorio utilizando el método electrométrico.

Instrumentos:

- Vaso precipitado de 250 ml.
- Multi parámetro.
- Agua destilada.

Procedimiento:

- Se calibró el multi parámetro siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Una vez las muestras de agua en el laboratorio temperadas en una caja tecnopor en el traslado de las mismas a 6 °C.
- Se colocó 250 mL de la muestra en un vaso de precipitado.
- Seguidamente se enjuagó el electrodo dos a tres veces con agua destilada.
- Se secó con papel toalla para no perturbar la muestra.
- Lugo se introdujo el electrodo (medidor de conductividad eléctrica) del multi parámetro.
- Después se dejó estabilizar los valores en la pantalla del equipo.
- Luego se registró el valor.

Figura 8. Determinación de la conductividad eléctrica de los puntos P-03, P-04 y P-05.



e) Turbidez (Soriano, 2018, p. 52).

Se determinó la turbidez el mismo día en que se tomó la muestra, en caso contrario no suceda. El presente análisis se realizó mediante el método nefelómetro con el equipo turbidímetro.

Instrumentos:

- Turbidímetro
- Vaso precipitado de 100 ml
- Tubos de muestra
- Agua destilada

Procedimiento:

- Se calibró el turbidímetro siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Una vez las muestras de agua en el laboratorio temperadas en una caja tecnopor en el traslado de las mismas a 6°C.
- Se agitó la muestra y se colocó 40 mL de la muestra en un vaso de precipitado.
- Seguidamente se enjuago la cubeta con agua destilada para no perturbar la muestra y se insertó en la cubeta de 10 ml la muestra de agua. Luego se esperó a que se estabilicen los datos en la pantalla del equipo. Para finalmente registrar el valor.

Figura 9. Calibración del turbidímetro.



Figura 10. Determinación de la turbidez de los cinco puntos de monitoreo.



f) Color.

Este parámetro fue analizado en el laboratorio privado OIKOSLAB SAC, de acuerdo al presupuesto establecido.

Determinación de la concentración química del agua de consumo humano del caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019.

a) pH (Trigos, 2017, pp. 28-29).

Con este examen se determinó si el agua es ácida (aquella característica que provoca la corrosión de las tuberías de fierro), neutra o básica. Una solución que tenga pH menor que 7 es ácida, la que tenga un pH equivalente

a 7 es neutra y, si el pH es mayor que 7, la solución es alcalina. En el agua, todas las sustancias inorgánicas pueden producir olor y sabor, según la concentración en que se encuentren.

En el presente análisis se utilizó el método electrométrico.

Instrumentos:

- Multi parámetro.
- vaso precipitado de 250 ml.
- Agua destilada.

Procedimiento:

- Una vez las muestras de agua en el laboratorio temperadas a 6 °C en una caja tecnopor, se colocó 250 mL de la muestra en un vaso de precipitado.
- Seguidamente se enjuago el electrodo dos a tres veces con agua destilada y secó con papel toalla para no perturbar la muestra.
- Luego se introdujo el electrodo (medidor de pH) del multi parámetro.
- Y finalmente los datos fueron registrados en la pantalla del equipo cuando este se estabilizó.

Figura 11. Determinación del pH de los cinco puntos de monitoreo.



b) Oxígeno disuelto (Soriano, 2018, p. 51).

En el presente análisis se utilizó el método Electrométrico

Instrumentos:

- Multi parámetro.
- Agua destilada y un vaso precipitado de 250 ml.

Procedimiento:

- Una vez las muestras de agua en el laboratorio temperadas a 6 °C en una caja tecnopor, se colocó 250 mL de la muestra en un vaso de precipitado.
- Seguidamente se enjuago el electrodo dos a tres veces con agua destilada y se secó con papel toalla para no perturbar la muestra.
- Luego se introdujo el electrodo (medidor de oxígeno disuelto) del multi parámetro y finalmente los datos fueron registrados en la pantalla del equipo cuando este se estabilizó.

Figura 12. Determinación del O₂ disuelto los puntos P-03, P-04 y P-05.



c) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) (NAVARRO, 2007)

En el presente análisis se utilizó el método de Winkler, lo cual permitió evaluar el oxígeno consumido por los microorganismos presentes en el agua cuando se incubaba una muestra en la oscuridad a 20°C durante 5 días.

Instrumentos:

- Agua destilada.
- Vasos de precipitación de 1000 ml.
- Barrila de agitación.

- Probeta graduada de 500 ml.
- Multi parámetro.
- Botellas winkler rotuladas (en este caso se utilizó botellas de cerveza color ámbar de capacidad de 340 ml).
- Lunas de reloj.
- Balanza analítica.
- Pipetas de 10 ml.
- Guantes.
- Mascarilla.
- Gorro protector.
- Guardapolvo.

Reactivos:

- Tampón de fosfato.
- Sulfato de magnesio ($MgSO_4$).
- Cloruro férrico ($FeCl_3$).
- Cloruro de calcio dihidratado ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$).

Procedimiento:

- Se colocó 1000 ml de agua destilada en un vaso de precipitación.
- Con la ayuda de una espátula y lunas de reloj se pesó en una balanza analítica 1 gr de cloruro de calcio dihidratado ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$), cloruro férrico ($FeCl_3$), sulfato de magnesio ($MgSO_4$) y tampón de fosfato.
- Se añadió los reactivos al vaso de precipitación con agua destilada.
- Luego se homogenizó con una barrilla de agitación.
- Seguidamente con un aireador se oxigenó la solución preparada durante 20 minutos, luego se tomó volúmenes de las muestras de acuerdo al resultado de la concentración de DQO como se expresa en la tabla 3, en este caso se utilizó 50 ml para la primera botella, 70 ml para la segunda botella y 100 ml para la tercera botella y se colocó en botellas Winkler (botellas de cerveza color ámbar de capacidad de 340 ml), para luego aforarlos con agua de dilución.

- Lugo se midió la concentración de oxígeno disuelto inicial (ODi), se tapó las botellas de modo que no quedó burbujas y se colocó en la incubadora a una temperatura de 20°C durante cinco días.
- Pasado los cinco días se midió nuevamente la concentración de oxígeno consumido por lo microorganismos.
- Para determinar la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{mg (DBO}_5\text{)/L} = \frac{\text{ODi}-\text{ODf}}{\text{P}} \quad [\text{Ec.4}]$$

La Ecuación 4 se empleó para determinar la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Donde:

ODi = oxígeno disuelto inicial.

ODf = oxígeno disuelto final.

$$\text{P} = \frac{\text{volumen de la muestra en ml}}{\text{volumen de la botella de winkler}}$$

Tabla 3. Criterios para determinar la dilución aproximada de la muestra.

Tipo de muestra	Mililitros de muestra
Residuales domesticas crudas fuertes	0,3 – 0,6 – 1,0
Residuales domesticas crudas normales	0,5 – 1,0 – 1,5
Residuales domesticas (estructuras intermedias)	1,0 – 2,0 – 3,0
Residuales domesticas tratadas (funcionamiento regular)	2,0 – 5,0 – 10
Residuales domesticas tratadas (funcionamiento normal)	5 – 10 – 20
Residuales domesticas tratadas (excelente funcionamiento)	10 – 20 – 50
Residuales lácteas, licores, cervecerías, gaseosas.	Aplicar fórmula
Aguas superficiales parcialmente contaminadas	5,050
Aguas superficiales no contaminadas	50 – 70 – 90 – 100

Fuente: (Navarro, 2007).

Figura 13. Pesado de los reactivos y preparación de la dilución.



Figura 14. Llenado de las botellas Winkler con la dilución y medición del O₂ inicial.



Figura 15. Sellado de las botellas y colocación en la incubadora a 20°C durante 5 días.



Figura 16. Concentración del O₂ consumido pasado los cinco días en la incubadora.



Determinación de la concentración microbiológica patógena del agua de consumo humano del caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019.

Los análisis de los parámetros microbiológicos patógenos (coliformes totales y termotolerantes), fueron analizados en el laboratorio privado OIKOSLAB SAC de acuerdo al presupuesto establecido.

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos patógenos fueron comparados con la normativa nacional de los Límites Máximos Permisibles del reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA y los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Donde se analizaron diez muestras de agua del caserío La Huaca del Distrito de Huabal, las cuales derivan de cinco puntos muestreados con dos repeticiones cada una y con una frecuencia de evaluación a los 15 días durante los meses de noviembre y diciembre del 2019.

4.1. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua del caserío La Huaca.

Tabla 4. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-01.

Parámetros analizados	Unidades	Repetic. P-01-1	Repetic. P-01-2	Promedio \bar{X}	LMP	ECA
pH	Valor de pH	7.39	7.25	7.32	6.5-8.5	6.5-8.5
Turbiedad	UNT	1.74	1.78	1.76	5	5
Color	UCV-Pt-Co	0.5	0.4	0.45	15	15
Coliformes Tot.	NMP/100 ml	23	23	23	0	50
Coliformes term.	NMP/100 ml	1.6	1.5	1.55	0	20

Fuente: Elaboración de los tesisistas.

Tabla 5. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-02.

Parámetros analizados	Unidades	Repetic. P-02-1	Repetic. P-02-2	Promedio \bar{X}	LMP	ECA
pH	Valor de pH	7.28	7.24	7.26	6.5-8.5	6.5-8.5
Turbiedad	UNT	1.72	1.74	1.73	5	5
Color	UCV-Pt-Co	0	0	0	15	15

Coliformes Tot.	NMP/100 ml	26	24	25	0	50
Coliformes Term.	NMP/100 ml	3.9	3.3	3.6	0	20

Fuente: Elaboración de los testistas.

Tabla 6. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-03.

Parámetros analizados	Unidades	Repetic. P-03-1	Repetic. P-03-2	Promedio \bar{X}	LMP	ECA
pH	Valor de pH	7.32	7.39	7.36	6.5-8.5	6.5-8.5
Turbiedad	UNT	1.79	1.76	1.78	5	5
Color	UCV-Pt-Co	4	3	3.5	15	15
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	50.1	50.4	50.25	1500	1500
Oxígeno disuelto	mg/L	7.6	7.58	7.59	---	≥ 6
Sólidos totales	mg/L	1.05	1.02	1.035	1000	1000
Sólidos suspen.	mg/L	0.039	0.032	0.0355	1000	1000
Sólidos diluidos	mg/L	1.011	0.988	0.9995	1000	1000
DBO ₅	mg/L	2.584	2.582	2.583	---	3
Coliformes Tot.	NMP/100 ml	46	4	25	0	50
Coliformes Term.	NMP/100 ml	5.4	2	3.7	0	20

Fuente: Elaboración de los testistas.

Tabla 7. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-04.

Parámetros analizados	Unidades	Repetic. P-04-1	Repetic. P-04-2	Promedio \bar{X}	LMP	ECA
pH	Valor de pH	7.52	7.53	7.53	6.5-8.5	6.5-8.5
Turbiedad	UNT	1.92	1.24	1.58	5	5
Color	UCV-Pt-Co	5	11	8	15	15
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	49.9	50.1	50	1500	1500
Oxígeno disuelto	mg/L	7.15	7.11	7.13	---	≥ 6

Sólidos totales	mg/L	2.055	2.035	2.045	1000	1000
Sólidos suspen.	mg/L	0.037	0.022	0.0295	1000	1000
Sólidos diluidos	mg/L	2.018	2.013	2.0155	1000	1000
DBO ₅	mg/L	2.866	2.826	2.846	---	3
Coliformes Tot.	NMP/100 ml	49	2	25.5	0	50
Coliformes Term.	NMP/100 ml	7.2	0	3.6	0	20

Fuente: Elaboración de los tesisistas.

Tabla 8. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del punto P-05.

Parámetros analizados	Unidades	Repetic. P-05-1	Repetic. P-05-2	Promedio \bar{X}	LMP	ECA
pH	Valor de pH	7.52	6.72	7.12	6.5-8.5	6.5-8.5
Turbiedad	UNT	1.84	1.37	1.61	5	5
Color	UCV-Pt-Co	9	0	4.5	15	15
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	49.1	49.8	49.45	1500	1500
Oxígeno disuelto	mg/L	7.13	7.14	7.14	---	≥ 6
Sólidos totales	mg/L	1.05	1.04	1.045	1000	1000
Sólidos suspen.	mg/L	0.037	0.024	0.0305	1000	1000
Sólidos diluidos	mg/L	1.013	1.016	1.0145	1000	1000
DBO ₅	mg/L	2.788	2.798	2.793	---	3
Coliformes Tot.	NMP/100 ml	64	2	33	0	50
Coliformes Term.	NMP/100 ml	7.2	0	3.6	0	20

Fuente: Elaboración de los tesisistas.

4.2. Resultados fisicoquímicos

En los resultados obtenidos de los cinco puntos muestreados P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05 con las dos repeticiones promediadas del caserío la Huaca del distrito de Huabal, se obtuvo que los parámetros fisicoquímicos no superan los Límites Máximos Permisibles del reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobado

por el D.S. N° 031-2010-SA ni los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Figura 17. Determinación de pH.

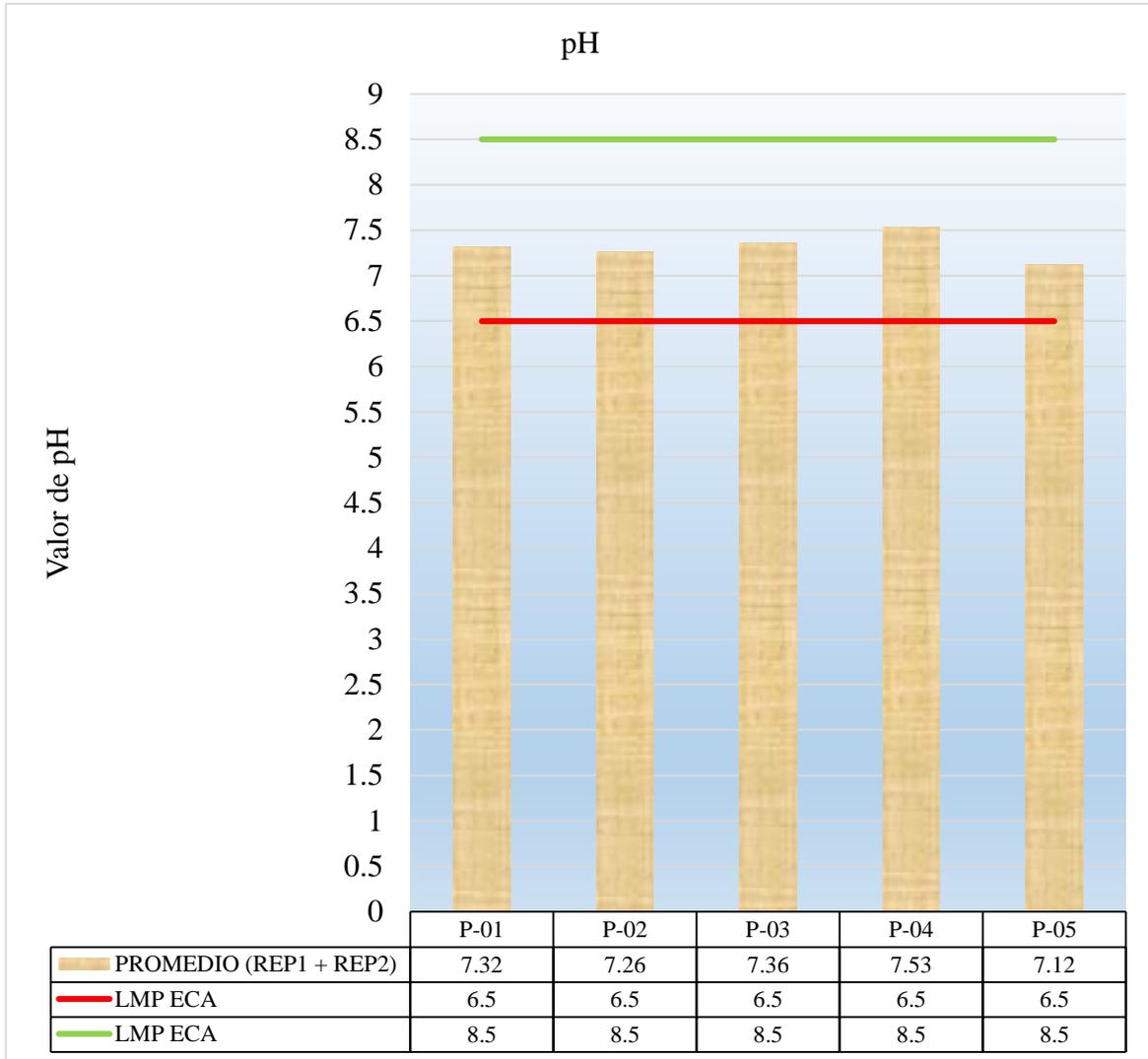


Figura 18. Concentración de turbiedad.

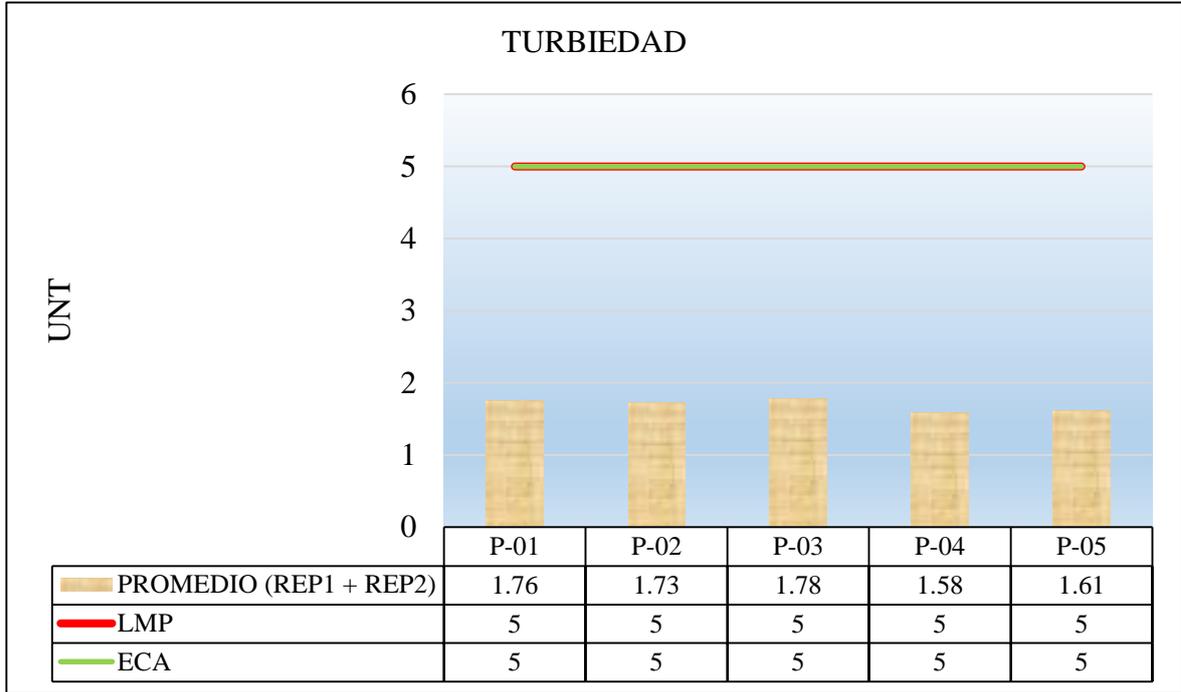


Figura 19. Concentración de color.

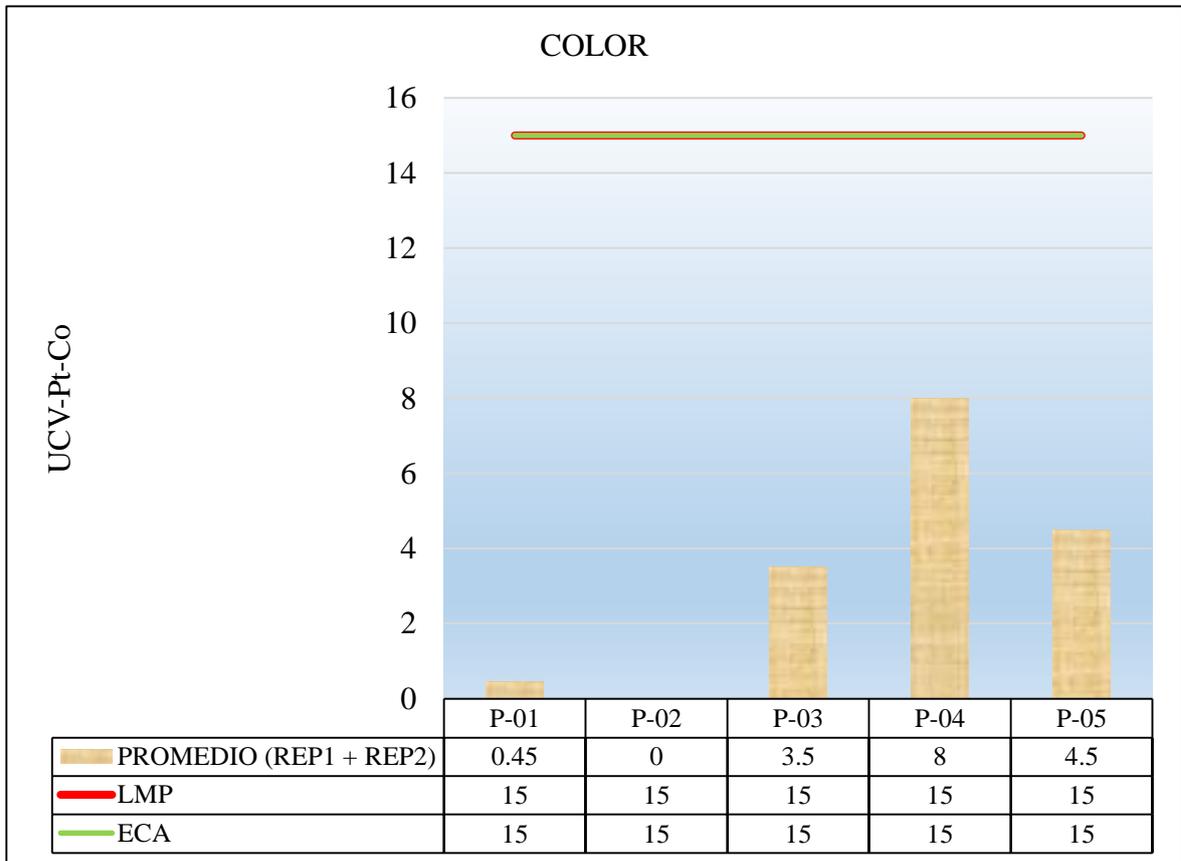


Figura 20. Concentración de la conductividad eléctrica.

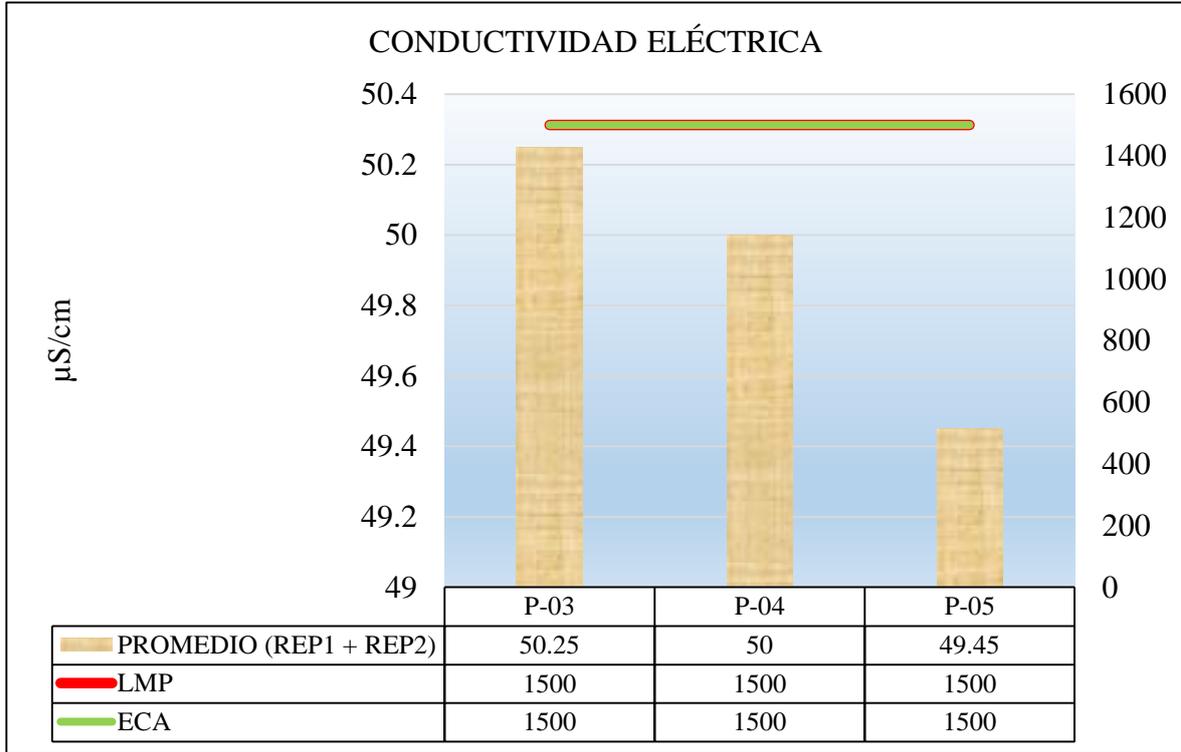


Figura 21. Concentración de oxígeno disuelto

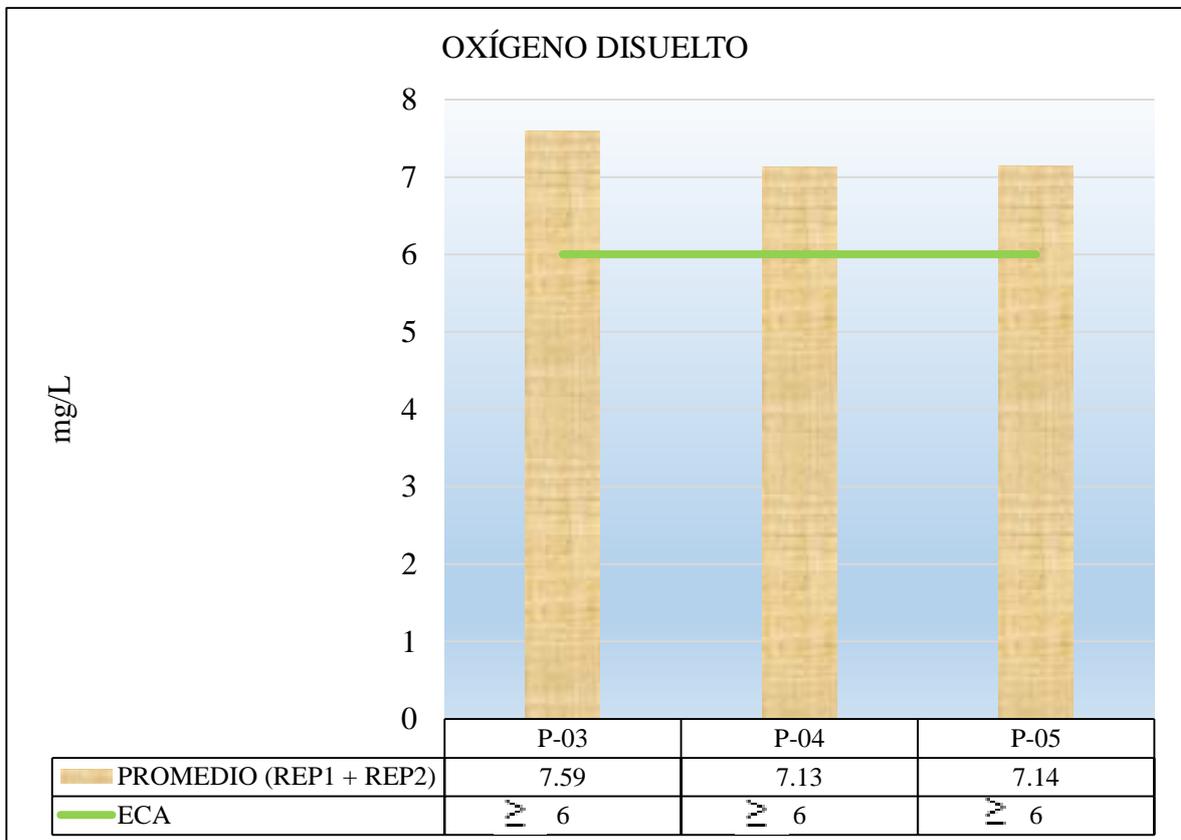


Figura 22. Determinación de sólidos totales.

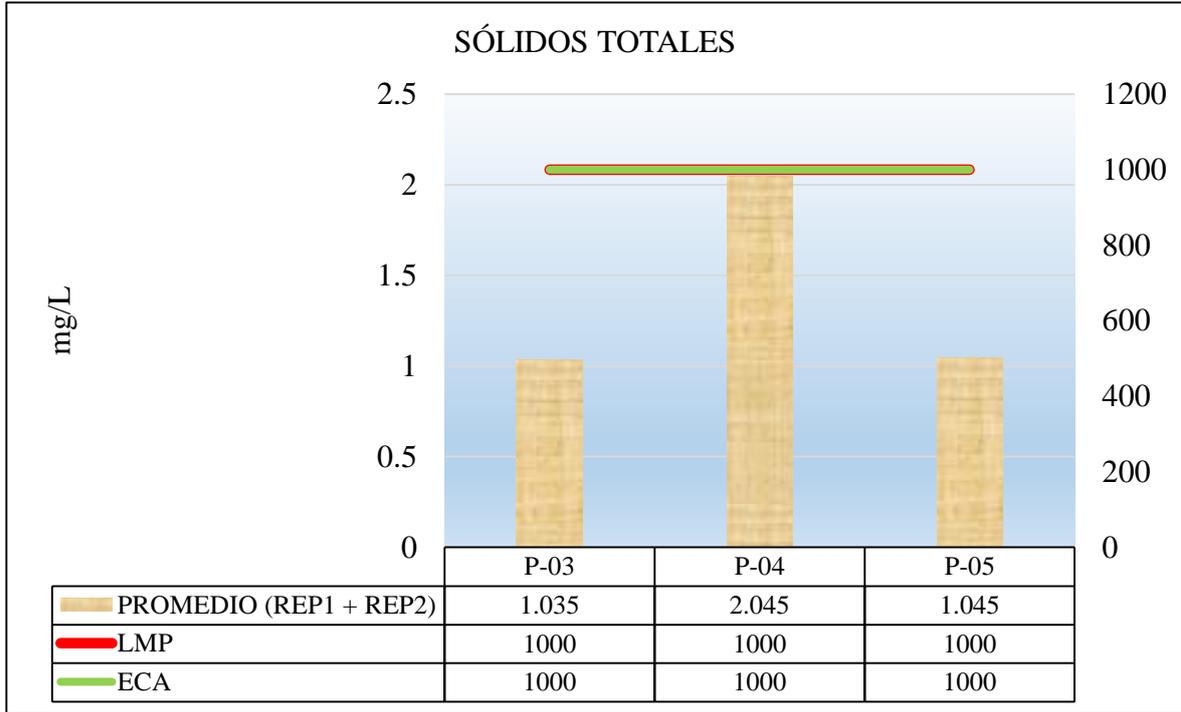


Figura 23. Determinación de sólidos suspendidos.

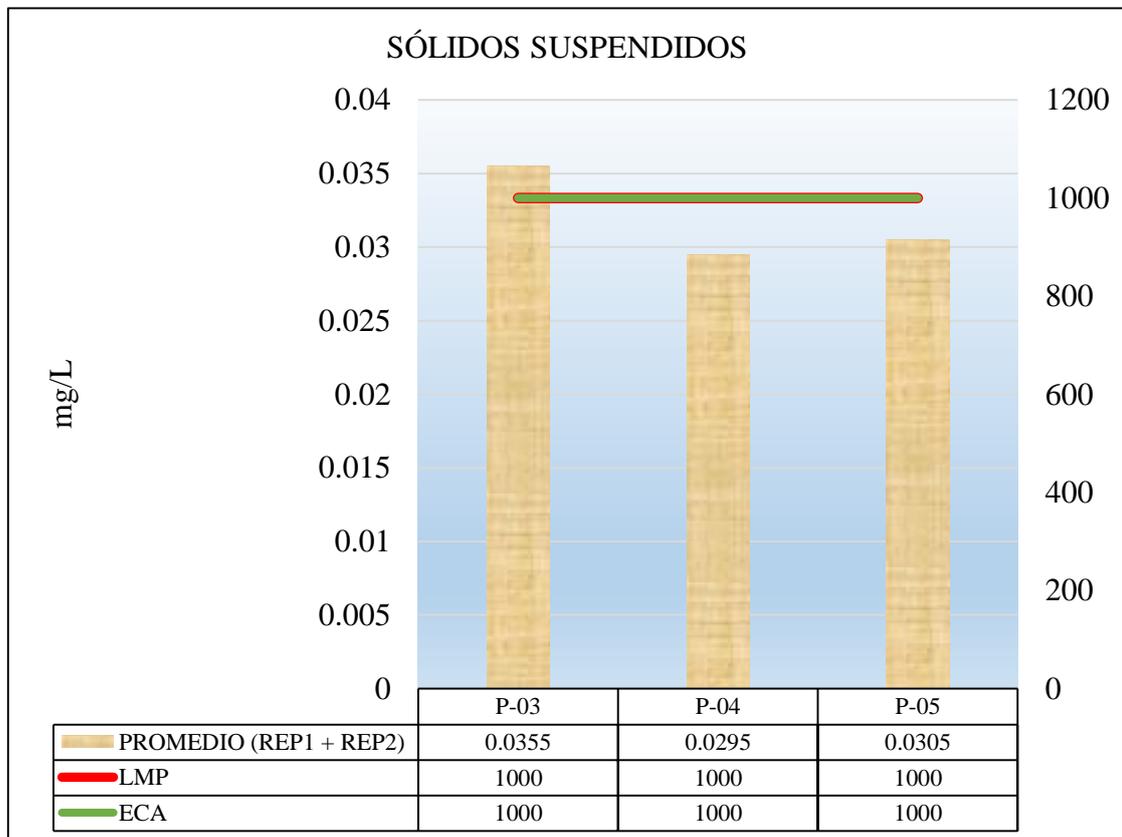


Figura 24. Determinación de sólidos diluidos.

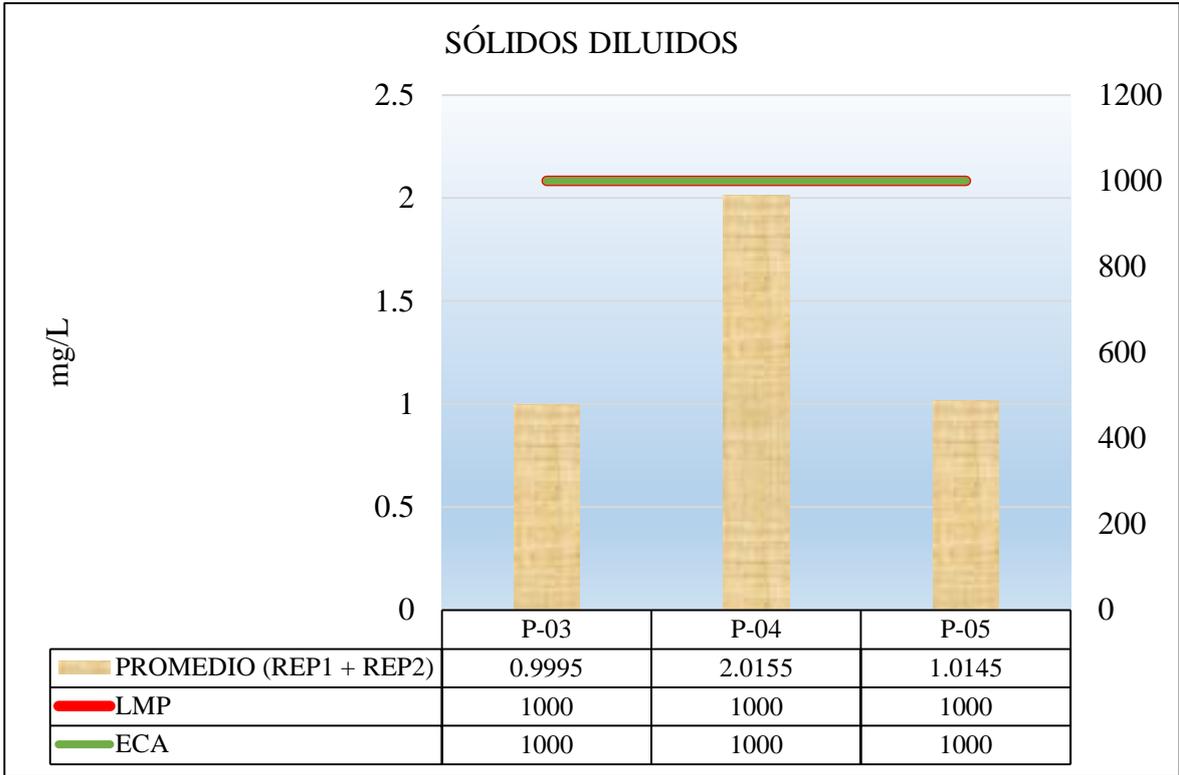
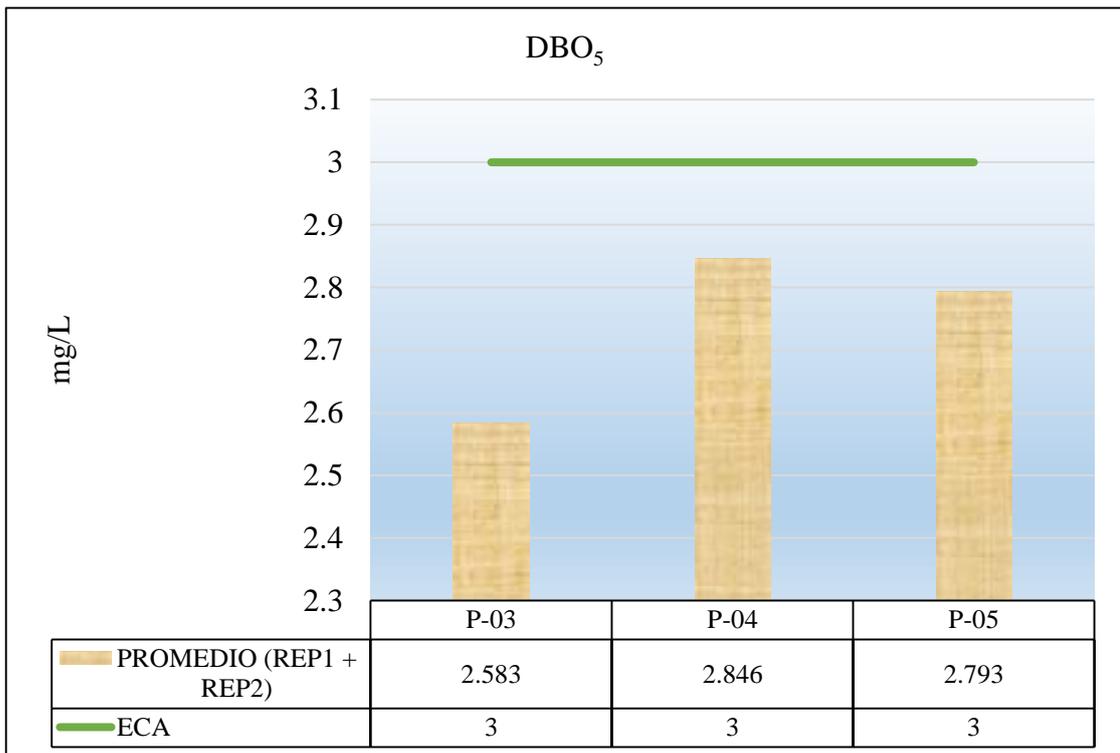


Figura 25. Concentración de DBO₅.



4.3. Resultados microbiológicos

En los resultados obtenidos de los cinco puntos muestreados P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05 con las dos repeticiones promediadas del caserío la Huaca del distrito de Huabal, se obtuvo que los parámetros microbiológicos exceden los Límites Máximos Permisibles del reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA, y con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM ningún punto muestreado en las dos repeticiones promediadas se encuentra por encima del valor aceptable.

Figura 26. Concentración de coliformes totales.

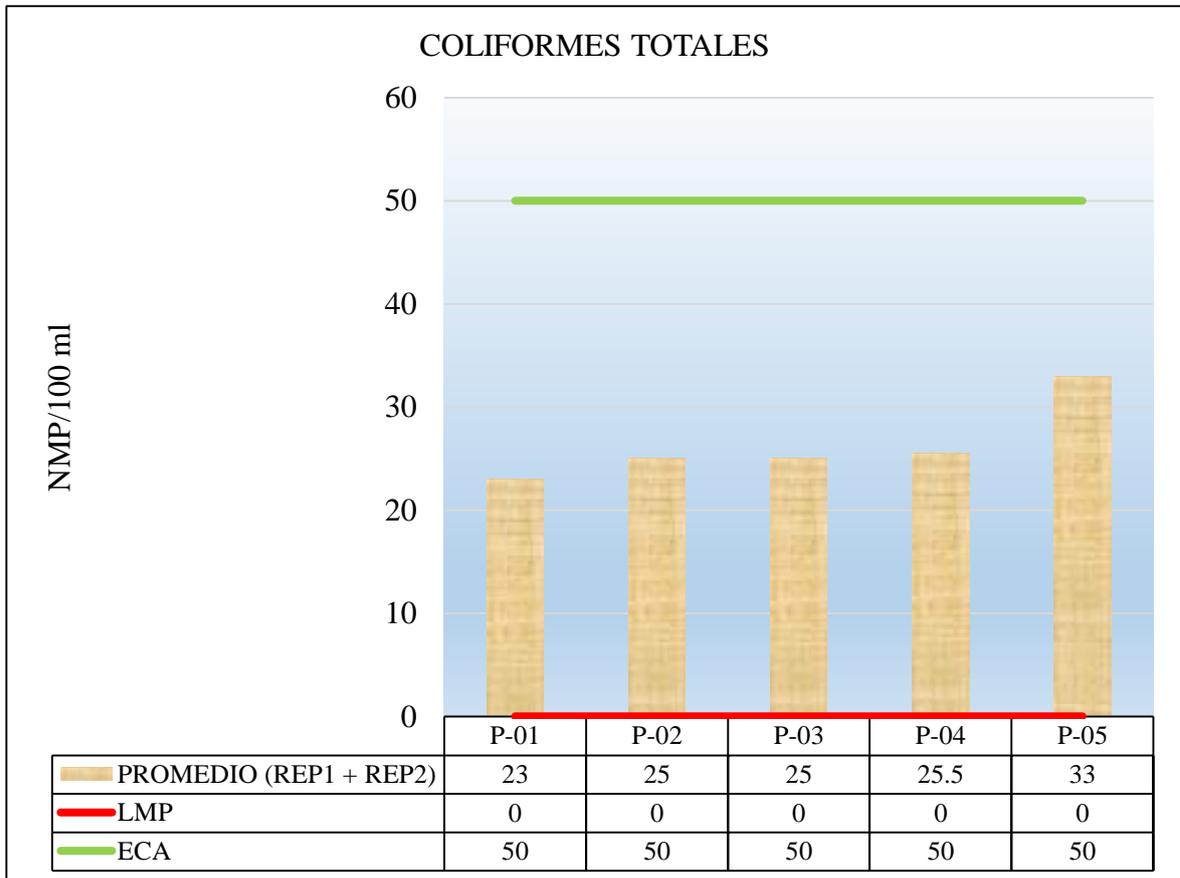
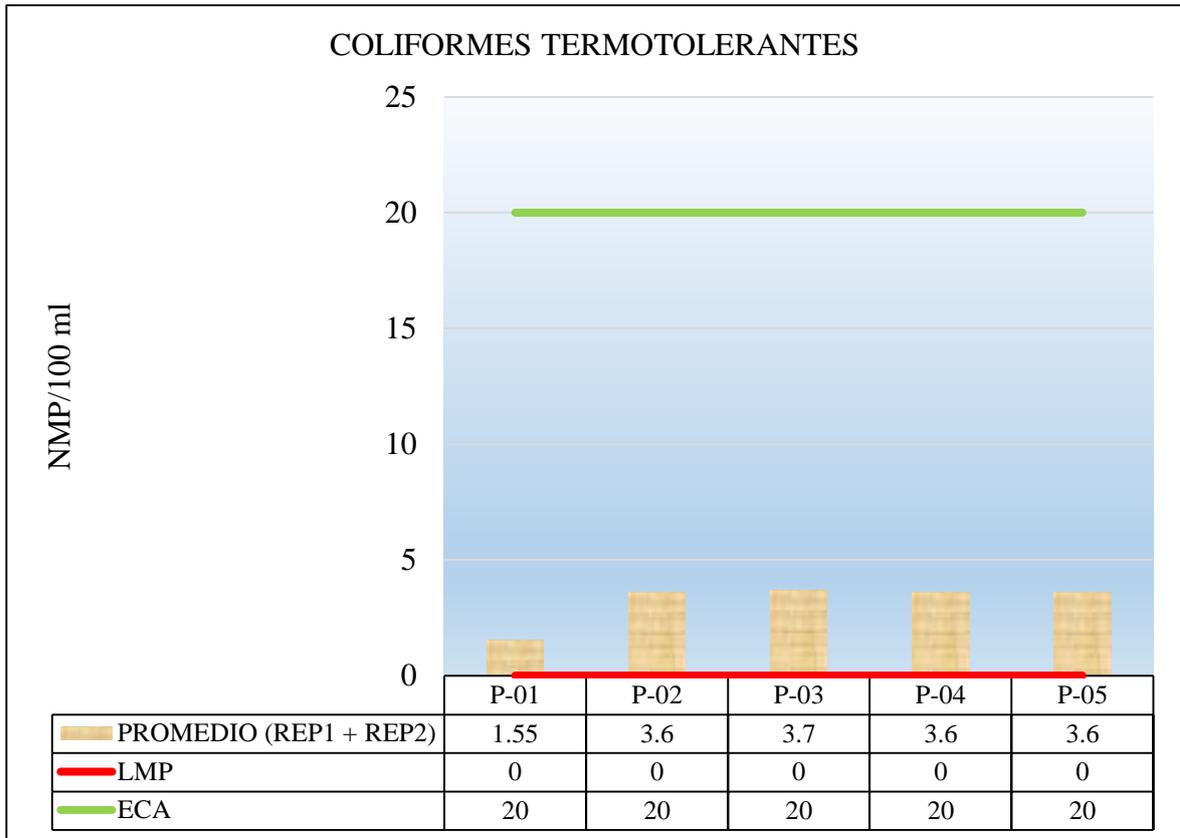


Figura 27. Concentración de coliformes termotolerantes.



4.4. Análisis estadístico físico, químico y microbiológico

4.4.1. Desviación estándar y Prueba T en el P-01 (P-01-1 y P-01-2) y P-02 (P2-1 y P2-2).

Tabla 9. Resumen de los datos entre los P-01 y P-02.

Parámetros	Repetic. P-01-1	Repetic. P-01-2	Repetic. P-02-1	Repetic. P-02-2	LMP	ECA
pH	7.39	7.25	7.28	7.24	8.5	8.5
Turbiedad	1.74	1.78	1.72	1.74	5	5
Color	0.5	0.4	0	0	15	15
Coliformes totales	23	23	26	24	0	50
Coliformes termotoler.	1.6	1.5	3.9	3.3	0	20

Fuente: Elaboración de los tesisistas.

Tabla 10. Análisis de varianza: pH; turbidez; color; colifor. totales; colifor. termotolerantes.

Muestra	N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
pH	6	7.693	0.627	0.256	(7.035; 8.351)
Turbiedad	6	3.83	2.49	1.02	(1.21; 6.45)
Color	6	5.15	7.63	3.12	(-2.86; 13.16)
Coliformes totales	6	24.33	15.86	6.47	(7.69; 40.97)
Coliformes termotoler.	6	5.05	7.46	3.04	(-2.77; 12.87)

Fuente: programa Minitab.

Análisis: La variable de los coliformes totales, presenta una desviación estándar más alta ($\sigma = 17.7144$) respecto a las demás, lo que significa que su media se aleja de la media (promedio), es decir, los valores encontrados para los coliformes totales se hallan más dispersos que las otras variables. Así, los coliformes totales es una variable que no es correctamente manejada, por consiguiente, requiere mayor atención entre estos dos puntos muestreados (P-01 y P-02, cada uno con dos repeticiones).

En cambio, la variable pH es la variable con menor desviación estándar ($\sigma = 0.681161$), por tanto, no ofrece problemas, lo cual se explica por el margen amplio de error que permite los parámetros reguladores (pH LMP = 6.5-8.5 y pH ECA = 6.5-8.5). Las variables de color y coliformes termotolerantes presentan similar desviación estándar, es decir, sus valores se muestran dispersos de forma muy semejante.

Prueba T

Hipótesis nula: $H_0: \mu = 0$ Las medias en los P-01 y P-02 tienen igual impacto sobre el agua.

Hipótesis alterna: $H_1: \mu \neq 0$ Existe diferencia en las medias de al menos de un punto sobre su impacto en el agua.

Criterio: $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis.

$p > 0.05$ se acepta la hipótesis.

Tabla 11. Prueba T: pH; turbidez; color; colifor. totales; colifor. termotolerantes.

Muestra	Valor T	Valor p
pH	30.05	0.000
Turbiedad	3.76	0.013
Color	1.65	0.159
Coliformes totales	3.76	0.013
Coliformes termotoler.	1.66	0.158

Fuente: programa Minitab.

Análisis: El análisis de la varianza mediante la prueba T para el pH, la turbidez y coliformes totales se rechaza ($p < 0.05$) la hipótesis de que estas variables tienen igual impacto en ambos puntos (P-01 y P-02), pues estas variables tienen un efecto estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95 %, es decir, en ambos puntos (P-01 y P-02) se muestran diferencias significativas.

Para el color y los coliformes termotolerantes, se acepta ($p > 0.05$) la hipótesis de que estas variables tienen igual impacto en ambos puntos (P-01 y P-02), pues ninguna de estas variables tiene un efecto estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95 %, es decir, en ambos puntos (P-01 y P-02) se observa el mismo impacto.

4.4.2. Desviación estándar y Prueba T en el P-03 (P-03-1 y P-03-2), P-04 (P-04-1 y P-04-2) y P-05 (P-05-1 y P-05-2).

Tabla 12. Resumen de los datos entre los puntos (P-03, P-04 y P-05).

Parámetros	Repetic.	Repetic.	Repetic.	Repetic.	Repetic.	Repetic.	LMP	ECA
	P-03-1	P-03-2	P-04-1	P-04-2	P-05-1	P-05-2		
pH	7.32	7.39	7.52	7.53	7.52	6.72	8.5	8.5
Turbiedad	1.79	1.76	1.92	1.24	1.84	1.37	5	5
Color	4	3	5	11	9	0	15	15
CE	50.1	50.4	49.9	50.1	49.1	49.8	1500	1500
O ₂	7.6	7.58	7.15	7.11	7.13	7.14	---	≥ 6
ST	1.05	1.02	2.055	2.035	1.05	1.04	1000	1000
SS	0.039	0.032	0.037	0.022	0.037	0.024	1000	1000

SD	1.011	0.988	2.018	2.013	1.013	1.016	1000	1000
DBO ₅	2.584	2.582	2.866	2.826	2.788	2.798	---	3
Coliformes T.	46	4	49	2	64	2	0	50
Coliformes Te.	5.4	2	7.2	0	7.2	0	0	20

Fuente: Elaboración de los tesisistas.

Tabla 13. Análisis de varianza: pH; turbidez; color; colifor. totales; colifor. termotolerantes.

Muestra	N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
pH	8	7.625	0.601	0.213	(7.122; 8.128)
Turbiedad	8	2.490	1.567	0.554	(1.180; 3.800)
Color	8	7.75	5.63	1.99	(3.05; 12.45)
CE Conduct. electr.	8	41.17	16.16	5.71	(27.66; 54.69)
O ₂	8	7.089	0.493	0.174	(6.676; 7.501)
ST	8	251	462	163	(-135; 638)
SS	8	250	463	164	(-137; 637)
SD	8	251	462	163	(-135; 637)
DBO ₅	8	2.432	0.992	0.351	(1.602; 3.261)
Colif. totales	8	27.13	27.39	9.68	(4.23; 50.02)
Colif. termotoler.	8	5.22	6.74	2.38	(-0.41; 10.86)

Fuente: Programa Minitab.

Análisis: Las variables de sólidos totales (ST), sólidos suspendidos (SS) y sólidos diluidos (SD) presenta una desviación estándar muy alta (σ ST = 27.39; σ SS = 463 y σ SD = 462) respecto a las demás variables, y la variable con menor desviación estándar es el oxígeno disuelto con σ O₂ = 0.493, lo que significa que los sólidos en el agua, independiente de su naturaleza, no son tratados correctamente en los puntos (P-03, P-04 y P-05; porque se dispersan con mucha claridad de las medias. En contra parte, el oxígeno disuelto y el pH son dos variables que presentan menor desviación estándar (pH σ = 0.601 y O₂ σ = 0.493), por tanto, no ofrece problemas, lo cual se explica de la siguiente forma: El pH por el margen amplio de error que permite los parámetros reguladores (pH LMP = 6.5-8.5 y pH ECA = 6.5-8.5), se encuentra concentrado más cerca de la media. Y, el oxígeno disuelto se encuentra

muy cercano al parámetro referencia del ECA ($O_2 \geq 6$).

Prueba T

Hipótesis nula: $H_0: \mu = 0$ Las medias en los puntos P-03, P-04 y P-05 tienen igual impacto sobre el agua.

Hipótesis alterna: $H_1: \mu \neq 0$ Existe diferencia en las medias de al menos de un punto sobre su impacto en el agua.

Criterio: $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis.

$p > 0.05$ se acepta la hipótesis.

Tabla 14. Prueba T para los puntos (P-03, P-04 y P-05).

Muestra	Valor T	Valor p
pH	35.88	0.000
Turbiedad	4.49	0.003
Color	3.90	0.006
CE Conduct. eléctrica	7.21	0.000
O ₂	40.63	0.000
ST	1.54	0.168
SS	1.53	0.170
SD	1.54	0.168
DBO ₅	6.93	0.000
Colif. totales	2.80	0.026
Colif. termotoler.	2.19	0.065

Fuente: Programa Minitab.

Análisis: El análisis de la varianza mediante la prueba T para el pH, la turbidez, color, CE, O₂, DBO₅, y coliformes totales se rechaza ($p < 0.05$) la hipótesis de que estas variables tienen igual impacto en ambos puntos (P-03, P-04 y P-05), pues estas variables tienen un efecto estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95 %, es decir, en sendos puntos (P-03, P-04 y P-05) se muestran diferencias significativas. En cambio, los sólidos totales (ST), sólidos suspendidos (SS), sólidos diluidos (SD) y coliformes termotolerantes, se acepta ($p > 0.05$) la hipótesis de que estas variables tienen igual impacto en los puntos (P-03, P-04 y P-05), pues ninguna de estas variables tiene un efecto estadísticamente

significante con un nivel de confianza del 95 %, es decir, en los puntos (P-03, P-04 y P-05) se observa el mismo impacto dañino sobre el agua potable.

4.4.3. Prueba de Tukey de parámetros: DBO₅, ST, SS y SD.

Hipótesis nula: Todos los parámetros impactan igual al agua potable.

Hipótesis alterna: Al menos uno de los parámetros impacta diferente al agua potable.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Análisis de Anova para los parámetros: DBO₅, ST, SS y SD.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
PARAMETRO	4	DBO ₅ ; SD; SS; ST

Tabla 15. Análisis de Varianza para los parámetros.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Parámetro	3	22.021	7.3403	52.81	0.000
Error	20	2.780	0.1390		
Total	23	24.801			

Fuente: Programa Minitab.

Análisis: Puesto que un valor-P es menor que 0.05 ($0.0000 < 0.05$), este factor de parámetros tiene un efecto estadísticamente significativo (Muestran diferencias significativas) sobre la calidad del agua con un 95.0 % de nivel de confianza. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula. Y se concluye que al menos un parámetro impacta diferente al agua potable. Para determinar cuál es ese parámetro, se procedió a realizar la prueba de Tukey.

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.372825	88.79%	87.11%	83.86%

Tabla 16. Medias para los parámetros.

Parámetro	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
DBO ₅	6	2.7407	0.1251	(2.4232; 3.0582)
SD	6	1.343	0.521	(1.026; 1.661)
SS	6	0.03183	0.00725	(-0.28566; 0.34933)
ST	6	1.375	0.519	(1.057; 1.692)

Desv. Est. agrupada = 0.372825

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

Tabla 17. Prueba de Tukey para los parámetros.

Parámetro	N	Media	Agrupación
DBO ₅	6	2.7407	A
ST	6	1.375	B
SD	6	1.343	B
SS	6	0.03183	C

Fuente: Programa Minitab.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis: Los parámetros ST y SD comparten la misma letra (B), por consiguiente, no son estadísticamente significativamente, los parámetros A y C no comparten una letra y son estadísticamente significativamente, es decir, los sólidos suspendidos y la DBO₅ son parámetros a tener cuidado. Sin embargo, entre ambas, la DBO₅ tiene una media mayor respecto a los sólidos suspendidos. Por consiguiente, la DBO₅ es un parámetro que afectaría la calidad del agua directamente y con mayor impacto.

4.4.4. Análisis de regresión: DBO₅ vs. ST; SS; SD

Ecuación de regresión:

$$DBO_5 = 2.645 + 0.148 ST - 3.39 SS \quad [Ec.5]$$

Tabla 18. Análisis de coeficientes

Término	Coef.	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	2.645	0.308	8.59	0.003	
ST	0.148	0.104	1.42	0.250	1.06
SS	-3.39	7.45	-0.46	0.680	1.06

Fuente: Programa Minitab.

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred.)
0.117371	47.18%	11.96%	0.00%

Fuente: Programa Minitab.

Tabla 19. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	0.036909	0.018455	1.34	0.384
ST	1	0.027823	0.027823	2.02	0.250
SS	1	0.002860	0.002860	0.21	0.680
Error	3	0.041328	0.013776		
Total	5	0.078237			

Fuente: Programa Minitab.

Análisis: Puesto que el valor p es mayor que el nivel de significancia de 0.05, existe evidencia no concluyente sobre la significancia de la asociación entre la DBO₅ y los sólidos totales (0.250>0.05) y los sólidos suspendidos. Sin embargo, los sólidos suspendidos tienen un valor p mucho mayor (0.680>0.05), la evidencia de relación es mucho mayor: A mayor cantidad de sólidos suspendidos mayor la probabilidad de DBO₅, por consiguiente, mayor será la probabilidad de contaminación del agua potable.

V. DISCUSIÓN

En este estudio se analizaron las características fisicoquímicas y microbiológicas en los puntos P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05 del caserío la Huaca del Distrito de Huabal para determinar la calidad del agua que consume la población, y se compararon los resultados de acuerdo a los antecedentes de la investigación.

Sobre el potencial de hidrógeno (pH), en la figura 17, se puede apreciar que los valores de los puntos muestreados P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05, con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre tuvieron un pH que oscilaron entre 7.12 a 7.53. Estos resultados se encuentran dentro del rango de los valores normales de pH (6,5 a 8,5) establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA, y los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM, lo cual coinciden con lo mencionado por Atencio (2018), quien determinó la calidad del agua para consumo humano en la localidad de San Antonio de Rancas, donde registró valores similares al estudio que oscilaron entre 7.22 llegada al reservorio de agua y 7.81 en la pileta domiciliaria.

Respecto a la turbiedad (UNT), en la figura 18, se puede apreciar que los valores de turbidez en los puntos muestreados P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05, con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre oscilaron entre 1.58 UNT y 1.78 UNT, los cuales son inferiores que el límite máximo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 - 2010-SA, 5 UNT (unidades nefelométricas), y los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM. Esto es corroborado por Gonzales (2018), quien determinó la calidad del agua que consume la población del Asentamiento Humano Señor de los Milagros, el cual registró valores de 0.12 UNT y 4.51 UNT y además mencionó que la turbiedad del agua es inversamente proporcional a la profundidad, esta dependencia se observa en la siguiente relación: $a < \text{profundidad} > \text{turbiedad}$ con relación a $> \text{profundidad} < \text{turbiedad}$.

Sobre el color, en la figura 19, se puede apreciar que el color presente en las muestras de agua de los cinco puntos muestreados P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05, con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre es menor de 15 UCV-Pt-Co, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N°

031-2010-SA y los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM, estos oscilaron entre 0 UCV-Pt-Co y 8 UCV-Pt-Co. lo mencionado coinciden con los valores obtenidos por Cava & Ramos (2016), quienes registraron valores similares al estudio los cuales oscilan entre 6 UCV-Pt-Co y 7.2 UCV-Pt-Co de los diez puntos muestreados de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora – Lambayeque, los cuales están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA, y los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM.

Sobre la conductividad eléctrica, en la figura 20, se puede apreciar que la conductividad presente en las muestras de agua de los puntos muestreados P-03, P-04 y P-05, con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre es menor de 1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA y los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM como el máximo admitido para agua potable, estos oscilaron entre 49.45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 50.25 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esto coincide con los valores obtenidos por Gonzales (2018), los cuales oscilaron entre 277 y 469 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y hace mención que la conductividad en el agua subterránea se asocia a los iones disueltos presentes tales como: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , K^+ , Na^+ , Mg^{+2} y Ca^{+2} , los que pueden agruparse y tratarse como sólidos totales disueltos (STD).

Respecto al oxígeno disuelto, en la figura 21, se puede apreciar que el oxígeno disuelto presente en las muestras de agua de los puntos muestreados P-03, P-04 y P-05 con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre, osciló entre los 7.13 – 7.59 mg/L, lo cual están dentro del rango de los valores establecidos en los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM (≥ 6 mg/L). Este parámetro no tiene un valor establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA. Estos resultados difieren con Soriano (2018), el cual registro valores distintos al estudio, donde reporto en los puntos AS-01, AS-02 y AS-03 de los meses de febrero, abril y junio valores de entre 4.56 - 6.36 mg/L del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el Centro Poblado Pata Pata – 2018, donde, solo un punto cumple con los valores establecidos por los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM (≥ 6 mg/L).

Sobre la presencia de los sólidos totales, en la figura 22, se puede apreciar que los STD de los puntos P-03, P-04 y P-05 muestreados, con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre en el caserío la Huaca oscilaron entre (1.035 – 2.045 mg/L), donde se encuentran en concentraciones menores a 1 000 mg/L, los cuales son bajos en referencia a los límites máximos admitidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA y los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Trigos (2017), que registro valores de entre 622.37 - 725.38 mg/L de las tres zonas muestreadas norte, centro y sur del Centro Poblado de Alto Puno; Atencio (2018), quien determinó la calidad del agua para consumo humano en la localidad de San Antonio de Rancas, el cual registró valores similares al estudio los cuales oscilaron entre 200 mg/L llegada al reservorio de agua y 210 mg/L en la pileta domiciliaria.

Respecto a la presencia de los sólidos suspendidos, en la figura 23, se puede apreciar que los sólidos suspendidos de los puntos P-03, P-04 y P-05 muestreados, con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre en el caserío la Huaca, oscilaron entre los (0.0295 – 0.0355 mg/L). Este parámetro no tiene un valor establecido en el reglamento de calidad para agua de consumo humano.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), menciona que es importante su determinación debido a que los organismos patógenos a menudo se agregan o se adhieren a los sólidos suspendidos en el agua y sus concentraciones varían con el tiempo, de modo que la probabilidad de ingerir una dosis infecciosa no se puede predecir a partir de su concentración media en el agua. A diferencia de los sólidos diluidos, en la figura 24, se puede apreciar que los sólidos diluidos de los puntos P-03, P-04 y P-05 muestreados, con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre en el caserío la Huaca oscilaron entre los (0.9995 – 2.0155 mg/L). Este parámetro no tiene un valor establecido en el reglamento de calidad para agua de consumo humano.

Respecto a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), en la figura 25, se puede apreciar que la demanda bioquímica de oxígeno de los puntos muestreados P-03, P-04 y P-05, con las dos repeticiones promediadas evaluadas en los meses de noviembre y diciembre en el caserío la Huaca oscilaron entre (2.583 – 2.846 mg/L), donde se encuentran en

concentraciones menores a 3 mg/L, los cuales son bajos en referencia a los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM. Estos resultados difieren con Amado (2018), el cual registró valores distintos al estudio, donde reporto en los quince puntos muestreados con tres evaluaciones valores de entre 4.80 – 8.36 mg/L del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del Distrito de Majes, superando los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM (3 mg/L) en todos los puntos de muestreo.

Sobre los parámetros microbiológicos, se evaluaron los coliformes totales y termotolerantes, ya que estos se encuentran relacionados con la transmisión de patógenos.

El análisis de los coliformes totales, en la figura 26, se muestra los resultados de las dos repeticiones promediadas realizados a los puntos P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05, donde los valores se encuentran por encima del valor considerado (0 NMP/100 ml) por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA (LMP), siendo en el P-05 donde se registró el valor más alto (33 NMP/100mL); como fuente de contaminación se evidenció la actividad de animales cerca a la canaleta abierta, la ausencia de una tapa sanitaria en la caja de reunión el cual estaría permitiendo el ingreso de vectores (roedores, cucarachas) y que no realizan ningún tipo de tratamiento y mantenimiento al reservorio como a la canaleta para mejorar la calidad de agua a la población del caserío la Huaca. Y con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM ningún punto muestreado en las dos repeticiones promediadas se encuentra por encima del valor aceptable (50 NMP/100MI). Estos resultados mostrados en la figura 25, coinciden con lo mencionado por Gonzales (2018), quién registró valores similares al estudio reportando en los pozos N° 01 y N° 02 del AA.HH. Señor de los Milagros de la repetición 02 el valor más alto de coliformes totales con 5 UFC/100 ml; asimismo, afirma que la presencia de coliformes totales, es debido a menor profundidad y mayor antigüedad.

Y sobre los coliformes termotolerantes, en la figura 27, se muestran los resultados de los coliformes termotolerantes o fecales, evaluados en las dos repeticiones promediadas de los puntos P-01, P-02, P-03, P-04 y P-05 que oscilaron entre 1.55 NMP/100 ml a 3.7 NMP/100 ml, los cuales son menores que el valor considerado (20 NMP/100 ml) de los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM y con respecto

a los límites máximos permisibles sobrepasan del valor considerado (0 NMP/100 ml) en los cinco puntos muestreados. Estos resultados, coinciden con lo mencionado por Cava & Ramos (2016), quienes registraron valores similares al estudio los cuales oscilan entre 0 UFC/100ml y 2 UFC/100ml de los diez puntos muestreados de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora – Lambayeque, los cuales no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA, pero si dentro de los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM (20 NMP/100 ml).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se concluye que:

- Los parámetros físicos como: turbidez, color, sólidos totales, sólidos diluidos, sólidos suspendidos y conductividad eléctrica, se encuentran dentro del rango permitido de los Límites Máximos Permisibles establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA, y los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM, aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y que pueden ser potabilizadas con desinfección.
- Los parámetros químicos como: pH, DBO₅ y oxígeno disuelto, se encuentran dentro del rango permitido de los Límites Máximos Permisibles establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA, y los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM, aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y que pueden ser potabilizadas con desinfección.
- Los parámetros microbiológicos patógenos como: coliformes totales y coliformes termotolerantes, exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: aprobado por el D.S. N° 031-2010-SA, y con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental subcategoría A1 de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM ningún punto muestreado en las dos repeticiones se encuentran por encima del valor aceptable.
- El agua que consume la población del caserío la Huaca del distrito de Huabal no son aptas para consumo humano, por la presencia de coliformes totales y termotolerantes fuera de lo permitido del decreto supremo N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

6.2. Recomendaciones

- Realizar potabilización, desinfección y cloración en aguas del reservorio de almacenamiento a través de las autoridades competentes para evitar problemas en la salud de la población.

- Se recomienda realizar estudios de identificación de especies bacterianas tales como *Pseudomonas aeruginosa*, los cuales son resistentes a la cloración y que cuando hay crecimiento de ésta bacteria las coliformes fecales disminuyen su crecimiento debido a que los catabolitos de *Pseudomonas* (piocianina), tiene un efecto bactericida sobre coliformes, principalmente en *Escherichia coli*, lo cual produciría su disminución o diseminación.
- Cumplir con efectuar los análisis de los Parámetros de Control Obligatorio (PCO), tal como lo establece el Artículo 63° del Reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.
- Cumplir con sus obligaciones como proveedor como indica el Artículo 50° del reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031–2010–SA.
- Para tratar la turbiedad se recomienda recubrir el reservorio con la canaleta con geo membrana, por el desplome de los mismos o hacer uso de filtros que retengan los sólidos que se encuentran en el agua.
- Para tratar aguas contaminadas por coliformes se recomienda hervir el agua, que es un método temporal para eliminar bacterias, donde el hervor debe ser durante un minuto completo para poder ser utilizada para el consumo.
- Difundir la presente investigación a la población del Caserío La Huaca a fin de exigir a las autoridades de salud y otras instituciones involucradas para el tratamiento de las aguas que llegan a las viviendas.
- A la municipalidad distrital de Huabal, para que, a través de su área técnica municipal, cumpla con velar por la calidad de agua que consumen las poblaciones de los diferentes caseríos que se encuentran en las zonas rurales en especial el caserío La Huaca ya que no cumple con algunos parámetros obligatorios de acuerdo a la normativa peruana, como lo establece el Artículo 20° del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amado, M. J. (2018). *Determinación Bacteriológica de la Calidad del Agua de Consumo Humano, regadío y bebida de animales del Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa*. (Trabajo de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa).

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5890/BIamcamj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Recuperado de <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/catalogospincam/PDF/14.pdf>

Atencio, H. (2018). *Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del Distrito de Simón Bolívar, Provincia y Region Pasco*. (Trabajo de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión).

http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf

Bracho, I. A. & Fernandez, M. (2017). Evaluación de la Calidad de las Aguas para Consumo Humano en la comunidad Venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería y Geología*, 33(3), 341-352.

http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art7_No3_2017/807

Cava, T. & Ramos, F. E. (2016). "Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento". (Trabajo de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/850/BC-TES-5266.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Díaz, S. (1992). *Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales (APHA-AWWA-WPCF)*. España. Publicado por Díaz de Santos.

Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2015). "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano". Recuperado de

<https://docplayer.es/69106039-Caracterizacion-de-fuentes-de-agua-y-del-agua-para-consumo-humano.html>

Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2007). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales*. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)

Gonzales, R. (2018). Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, Distrito de Yarinacocha- Region Ucayali. (Trabajo de grado, Universidad Nacional de Ucayali). Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3845/000003406T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Google Earth (2019). Imágenes satelitales en Google Earth 2019. Recuperado de <https://earth.google.com/web/@-5.54902214,-78.94690197,1834.51117513a,812.68664263d,35y,98.42517779h,41.10113587t,-Or>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI, 2017). *Directorio Nacional de Centros Poblados*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm

Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable. (2007). *Superintendencia de Servicios Sanitarios División de Fiscalización*. https://www.siss.gob.cl/586/articles-9648_recurso_1.pdf

NAVARRO, M. O. (2007). DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO 5 días, INCUBACIÓN Y ELECTROMETRÍA. *IDEAM, version (02)*, 1-13. <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>

Organización Mundial de la Salud. (OMS, 2018). *Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano*. 4a ed. Ginebra: Creative Commons.

Soriano, M. (2018). *Evaluación de la Calidad fisicoquímica y microbiológica del Agua subterránea utilizada para el Consumo Humano en el centro poblado Pata Pata*.

(Trabajo de grado, Universidad Privada del Norte). Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14210/Soriano%20Dilas%20Marcela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Trigos, C. I. (2017). *Calidad bacteriológica y físico - química del Agua de Consumo Humano del centro poblado de Alto Puno*. (Trabajo de grado, Universidad Nacional de San Agustín).

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7280/FSStrroci.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos infinitamente a Dios por protegernos en cada momento de nuestras vidas, darnos la fortaleza y sabiduría para afrontar los obstáculos durante el camino, por hacer que aprendamos cada día de nuestros errores y superar las adversidades.

Agradecemos a nuestros padres, por demostrarnos el camino de la rectitud y su apoyo incondicional en cada momento de nuestras vidas y por brindarnos su amor y comprensión incondicional.

Agradecemos también a la Universidad Nacional de Jaén por permitirnos formarnos profesionalmente, por los buenos docentes que nos han compartido sus conocimientos incondicionalmente y de quienes hemos aprendido a fortalecer nuestros valores.

DEDICATORIA

Primeramente, damos gracias a Dios y a nuestros padres por estar siempre con nosotros, por guiarnos y darnos la fortaleza para continuar.

A toda nuestra familia por estar siempre a nuestro lado, por su apoyo incondicional y moral que nos han incentivado para seguir adelante.

A las personas que colaboraron gracias por su apoyo y comprensión.

ANEXOS

ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 01. Limpieza del caño para la toma de las muestras.



Figura 02. Toma de las muestras para los análisis fisicoquímicos.



Figura 03. Toma de las muestras para los análisis microbiológicos.



Figura 04. Rotulado de las muestras.



Figura 05. Colocación del Papel kraft protector y el hilo pabilo en las muestras.



Figura 06. Preservación de las muestras en termos con hielo para transportarlos al laboratorio para su inmediato análisis.



Figura 09. Llenado de las etiquetas de las muestras.

Anexo 4. Etiqueta para las muestras de agua

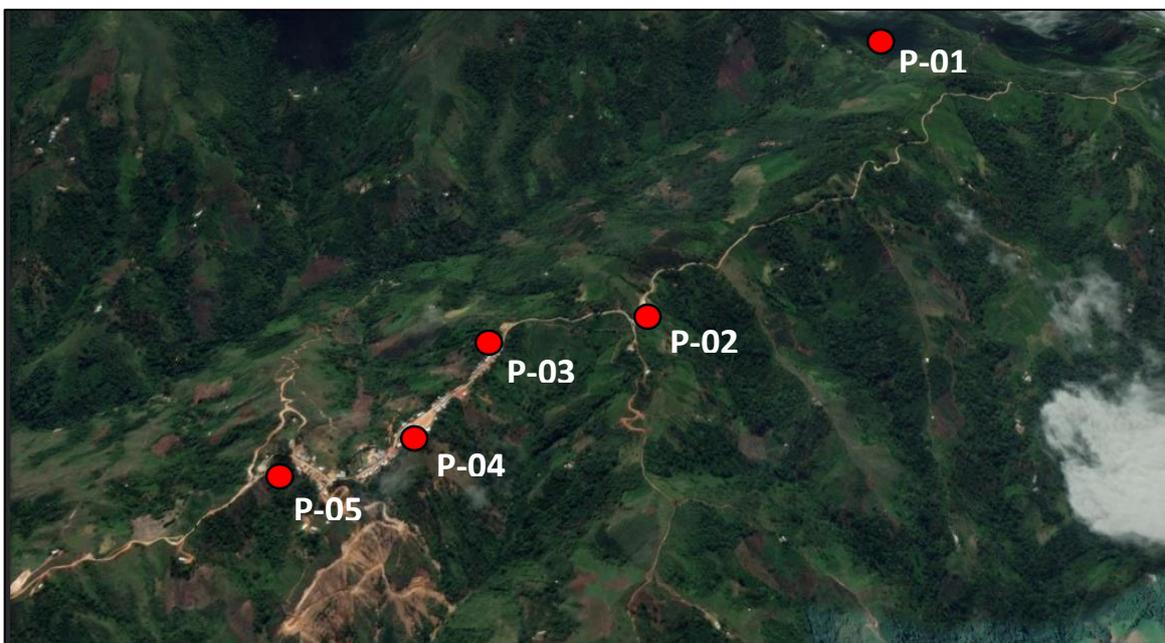
Solicitante/cliente: <u>ORLANDO GUEVARA FONSECA & IBAN ZURITA MONTALBAN</u>		
Nombre laboratorio: <u>OIKOSLAB S.A.C.</u>		
Código de punto de muestreo: <u>P. 01</u>		
Tipo de cuerpo de agua: <u>QUEBRADA</u>		
Fecha de muestreo: <u>18-11-19</u>	Hora: <u>9:20 Am</u>	
Muestreado por: <u>ORLANDO GUEVARA FONSECA</u>		
Parámetros requeridos: <u>Coliformes Totales / Coliformes Termotolerantes</u>		
Preservada:	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Tipo reactivo:

Figura 10. Condición actual del reservorio de almacenamiento.



**ANEXO 2: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO OBTENIDOS DE
GOOGLE EARTH**

Figura 11. Ubicación de los puntos muestreados



**ANEXO 3: INFORME DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS, REALIZADO EN
EL LABORATORIO PRIVADO OIKOSLAB SAC.**

Figura 12. Informe de ensayo de la primera repetición



Figura 13. Informe de ensayo de la segunda repetición



INFORME DE ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB N°1621-2019

Solicitante : Orlando Guevara Fonseca e Iban Zurita Montalbán
Fecha de recepción : 02-12-2019
Muestreado por personal del solicitante

MEDICIÓN DEL COLOR VERDADERO

Método Estándar Platino-Cobalto espectrofotométrico, adaptado al National Council for Air and Stream Improvement (NCASI). Fotocolorimetría, utilizando el equipo DR-900 marca HASH. Norma: SMEWW. Ed.20 (2120C) modificado

DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES (NMP)

Norma: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. (Except item 1. Samples). Titulo: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES O FECALES (NMP)

Norma: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 22nd Ed. Titulo: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.



Figura 14. Resultados del P-01 de la primera repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB SAC - N° 1703-2020

Solicitante : Bach. ORLANDO GUEVARA FONSECA
 Bach. IBAN ZURITA MONTALBAN
 Distrito : Huabal
 Provincia : Jaén
 Región : Cajamarca
 Fecha de recepción : 18-11-2019
 Tipo de muestra : Agua proveniente de la fuente
 Código de muestra : P-01
 Proyecto de Tesis :
 “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío la Huaca - Jaén - Cajamarca - 2019”

Muestra proporcionada por el solicitante

I. Resultados Obtenidos:

Ensayos fisicoquímicos

Ensayos	Unidades	Resultados Repetición 1	Norma técnica	Metodología
Color	UCV- Pt-Co	0.5	Método Estándar Platino-Cobalto espectrofotométrico, adaptado al National Council for Air and Stream Improvement (NCASI). Norma: SMEWW. Ed.20 (2120C) modificado	Fotocolorimetría

Ensayos Microbiológicos

Ensayos	Unidades	Resultados Repetición 1	Norma técnica	Metodología
Coliformes totales	NMP/100 ml	23	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. (Except item 1. Samples)	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniqu
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1.6	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniqu


Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757

Figura 15. Resultados del P-01 de la segunda repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB SAC - N° 1705-2020

Solicitante : Bach. ORLANDO GUEVARA FONSECA
 Bach. IBAN ZURITA MONTALBAN
 Distrito : Huabal
 Provincia : Jaén
 Región : Cajamarca
 Fecha de recepción : 02-12-2019
 Tipo de muestra : Agua proveniente de la fuente
 Código de muestra : P-01
 Proyecto de Tesis :
 “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío la Huaca - Jaén - Cajamarca - 2019”

Muestra proporcionada por el solicitante

I. Resultados Obtenidos:

Ensayos fisicoquímicos

Ensayos	Unidades	Resultados Repetición 2	Norma técnica	Metodología
Color	UCV- Pt-Co	0.4	Método Estándar Platino-Cobalto espectrofotométrico, adaptado al National Council for Air and Stream Improvement (NCASI). Norma: SMEWW. Ed.20 (2120C) modificado	Fotocolorimetría

Ensayos Microbiológicos

Ensayos	Unidades	Resultados Repetición 2	Norma técnica	Metodología
Coliformes totales	NMP/100 ml	23	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. (Except item 1. Samples)	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1.5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique


 Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757



Psje. San Pedro N°113 - Morro Salar Alto - Jaén
 Cel. 970911920
 jads14@hotmail.com

Figura 16. Resultados del P-02 de la primera repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB SAC - N°1704-2020

Solicitante : Bach. ORLANDO GUEVARA FONSECA
 Bach. IBAN ZURITA MONTALBAN
 Distrito : Huabal
 Provincia : Jaén
 Región : Cajamarca
 Fecha de recepción : 18-11-2019
 Tipo de muestra : Agua proveniente de Reservorio
 Código de muestra : P-02
 Proyecto de Tesis :
 “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío la Huaca - Jaén - Cajamarca - 2019”

Muestra proporcionada por el solicitante

I. Resultados Obtenidos:

Ensayos fisicoquímicos

Ensayos	Unidades	Resultados Repetición 1	Norma técnica	Metodología
Color	UCV- Pt-Co	0	Método Estándar Platino-Cobalto espectrofotométrico, adaptado al National Council for Air and Stream Improvement (NCASI). Norma: SMEWW. Ed.20 (2120C) modificado	Fotocolorimetría

Ensayos Microbiológicos

Ensayos	Unidades	Resultados Repetición 1	Norma técnica	Metodología
Coliformes totales	NMP/100 ml	26	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. (Except item 1. Samples)	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniqu
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	3.9	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Techniqu

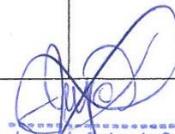

Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757

Figura 17. Resultados del P-02 de la segunda repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB SAC - N°1706-2020

Solicitante : Bach. ORLANDO GUEVARA FONSECA
 Bach. IBAN ZURITA MONTALBAN
 Distrito : Huabal
 Provincia : Jaén
 Región : Cajamarca
 Fecha de recepción : 02-12-2019
 Tipo de muestra : Agua proveniente de Reservorio
 Código de muestra : P-02
 Proyecto de Tesis :
 “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío la Huaca - Jaén - Cajamarca - 2019”

Muestra proporcionada por el solicitante

I. Resultados Obtenidos:

Ensayos fisicoquímicos

Ensayos	Unidades	Resultados Repetición 2	Norma técnica	Metodología
Color	UCV- Pt-Co	0	Método Estándar Platino-Cobalto espectrofotométrico, adaptado al National Council for Air and Stream Improvement (NCASI). Norma: SMEWW. Ed 20 (2120C) modificado	Fotocolorimetría

Ensayos Microbiológicos

Ensayos	Unidades	Resultados Repetición. 2	Norma técnica	Metodología
Coliformes totales	NMP/100 ml	24	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. (Except item 1. Samples)	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	3.3	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique



Jorge A. Belgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757



Psje. San Pedro N°113 - Morro Solar Alto - Jaén
 Cel. 970911920
 jads14@hotmail.com

Figura 18. Resultados del P-03 de la primera repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB N°1616-2019

Solicitantes : Orlando Guevara Fonseca e Iban Zurita Montalbán
 Fecha de recepción : 18-11-2019
 Muestreado por el solicitante
 Proyecto de Tesis
 "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019"

I.- Descripción de la muestra

Código de muestra : P-03
 Tipo de muestra : Agua conexión domiciliaria

II.-Resultados

Ensayos Químicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Color	UCV-Pt-Co	UCV-Pt-Co	4	20 UCV-Pt-Co

Ensayos Microbiológicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Coliformes Totales 35-37°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	46	0
Coliformes Termotolerantes a 44.5°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	5.4	0

III. Conclusiones

Los resultados de los ensayos Físicoquímicos y Microbiológicos, indican que la muestra no se encuentra dentro de los parámetros permisibles para ser considerada agua de consumo humano

(*) Fuente : MINSA-PERÚ. Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S.N° 0312010-S.A.



Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757



Figura 19. Resultados del P-03 de la segunda repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB N°1619-2019

Solicitantes : Orlando Guevara Fonseca e Iban Zurita Montalbán
 Fecha de recepción : 02-12-2019
 Muestreado por el solicitante
 Proyecto de Tesis
 "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019"

I.- Descripción de la muestra

Código de muestra : P-03
 Tipo de muestra : Agua conexión domiciliaria

II.-Resultados

Ensayos Químicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Color	UCV-Pt-Co	UCV-Pt-Co	3	20 UCV-Pt-Co

Ensayos Microbiológicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Coliformes Totales 35-37°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	4	0
Coliformes Termotolerantes a 44.5°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	2	0

III. Conclusiones

Los resultados de los ensayos Físicoquímicos y Microbiológicos, indican que la muestra no se encuentra dentro de los parámetros permisibles para ser considerada agua de consumo humano

(*) Fuente : MINSA-PERÚ. Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S.N° 0312010-S.A.



Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757
 

Figura 20. Resultados del P-04 de la primera repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB N°1617-2019

Solicitantes : Orlando Guevara Fonseca e Iban Zurita Montalbán
 Fecha de recepción : 18-11-2019
 Muestreado por el solicitante :
 Proyecto de Tesis :
 “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019”

I.- Descripción de la muestra

Código de muestra : P-04
 Tipo de muestra : Agua conexión domiciliaria

II.-Resultados

Ensayos Químicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Color	UCV-Pt-Co	UCV-Pt-Co	5	20 UCV-Pt-Co

Ensayos Microbiológicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Coliformes Totales 35-37°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	49	0
Coliformes Termotolerantes a 44.5°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	7.2	0

III. Conclusiones

Los resultados de los ensayos Físicoquímicos y Microbiológicos, indican que la muestra no se encuentra dentro de los parámetros permisibles para ser considerada agua de consumo humano

(*) Fuente : MINSA-PERÚ. Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S.N° 0312010-S.A.


 Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56767



Figura 21. Resultados del P-04 de la segunda repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB N°1620-2019

Solicitantes : Orlando Guevara Fonseca e Iban Zurita Montalbán
 Fecha de recepción : 02-12-2019
 Muestreado por el solicitante
 Proyecto de Tesis
 “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019”

I.- Descripción de la muestra

Código de muestra : P-04
 Tipo de muestra : Agua conexión domiciliaria

II.-Resultados

Ensayos Químicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Color	UCV-Pt-Co	UCV-Pt-Co	11	20 UCV-Pt-Co

Ensayos Microbiológicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Coliformes Totales 35-37°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	2	0
Coliformes Termotolerantes a 44.5°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	0	0

III. Conclusiones

Los resultados de los ensayos Físicoquímicos y Microbiológicos, indican que la muestra no se encuentra dentro de los parámetros permisibles para ser considerada agua de consumo humano

(*) Fuente : MINSA-PERÚ. Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S.N° 0312010-S.A.



Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757
 

Figura 22. Resultados del P-05 de la primera repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB N°1618-2019

Solicitantes : Orlando Guevara Fonseca e Iban Zurita Montalbán
 Fecha de recepción : 18-11-2019
 Muestreado por el solicitante
 Proyecto de Tesis
 “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019”

I.- Descripción de la muestra

Código de muestra : P-05
 Tipo de muestra : Agua conexión domiciliaria

II.-Resultados

Ensayos Químicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Color	UCV-Pt-Co	UCV-Pt-Co	9	20 UCV-Pt-Co

Ensayos Microbiológicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Coliformes Totales 35-37°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	64	0
Coliformes Termotolerantes a 44.5°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	7.2	0

III. Conclusiones

Los resultados de los ensayos Físicoquímicos y Microbiológicos, indican que la muestra no se encuentra dentro de los parámetros permisibles para ser considerada agua de consumo humano

(*) Fuente : MINSA-PERÚ. Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S.N° 0312010-S.A.


 Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757

Psje. San Pedro N°113 - Morro Solar Alto - Jaén
 Cel. 970911920
 jads14@hotmail.com

Figura 23. Resultados del P-05 de la segunda repetición



ENSAYO DE AGUAS OIKOSLAB N°1621-2019

Solicitantes : Orlando Guevara Fonseca e Iban Zurita Montalbán
 Fecha de recepción : 02-12-2019
 Muestreado por el solicitante
 Proyecto de Tesis
 "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca – 2019"

I.- Descripción de la muestra

Código de muestra : P-05
 Tipo de muestra : Agua conexión domiciliaria

II.-Resultados

Ensayos Químicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Color	UCV-Pt-Co	UCV-Pt-Co	0	20 UCV-Pt-Co

Ensayos Microbiológicos	Unidades	Expresión	Muestra	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (*)
Coliformes Totales 35-37°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	2	0
Coliformes Termotolerantes a 44.5°C	NMP/100 mL	NMP/100 mL	0	0

III. Conclusiones

Los resultados de los ensayos Fisicoquímicos y Microbiológicos, indican que la muestra no se encuentra dentro de los parámetros permisibles para ser considerada agua de consumo humano

(*) Fuente : MINSA-PERÚ. Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S.N° 0312010-S.A.


 Jorge A. Delgado Soto
 ING. RESPONSABLE
 CIP. 56757



Tabla 21. Formato de etiqueta para las muestras de agua.

Solicitante/cliente:			
Nombre laboratorio:			
Código de punto de muestreo:			
Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:			Hora:
Muestreado por:			
Parámetros requeridos:			
Preservada:	Si	No	Tipo reactivo: