

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**“CALIDAD FISICOQUÍMICO Y BACTEREOLÓGICA DEL AGUA
EN LA ZONA DE CAPTACIÓN DE LA COMUNIDAD HERCCA-
SICUANI-CANCHIS-CUSCO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Br. KELLY PHAMELA PACORI CHAVEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA
“CALIDAD FISICOQUÍMICO Y BACTEREOLÓGICA DEL AGUA EN LA ZONA DE CAPTACIÓN DE LA COMUNIDAD HERCCA-SICUANI-CANCHIS-CUSCO”

TESIS

PRESENTADO POR:

Br. KELLY PHAMELA PACORI CHAVEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:



PRESIDENTE

: 
M.Sc. GILMAR G. GOYZUETA CAMACHO


PRIMER MIEMBRO

: 
M.Sc. VICKY CRISTINA GONZALES

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mg. DANTE MAMANI SAIRITUPAC

DIRECTOR/ ASESOR

: 
Blgo. HERMINIO RENE ALFARO TAPIA

Área: Ciencias Biomédicas
Línea: Calidad Ambiental
Tema: Calidad de Agua
Fecha de Sustentación: 11/10/2018

DEDICATORIA

*A nuestro ser superior por darme esta
oportunidad de vivir y tener salud,
guiándome por el sendero adecuado
de la vida.*

*A mi madre Damiana Chavez
Madariaga, por ser un pilar
fundamental en mi vida, por su apoyo
incondicional y sobre todo por los
consejos sabios que me regalaba en
los momentos oportunos de mí existir.*

*A mi difunto hermano Hildebrando
Pacori Chavez por ser quien guio mis
pasos, por dejar un gran ejemplo de
sabiduría en su entorno, digno de
imitar.*

*A mi esposo por alentarme en todo
momento en culminar mi proyecto y
mi hijo Esnayder por ser el motivo
primordial en mi vida y la fuerza que
impulsa todo mi ser.*

AGRADECIMIENTO

A nuestra primera casa de estudios la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. en especial a la Facultad de Ciencias Biológicas, por brindarme la oportunidad de ser hoy un profesional.

A mi madre por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida.

A mis hermanos por darme aliento para no flaquear en el camino,

A mi esposo y mi hijo por su apoyo y comprensión.

A mi director de Tesis Blgo. Herminio Rene Alfaro Tapia, por su conocimiento, orientación, paciencia y motivación que han sido fundamentales para el desarrollo de esta tesis.

A la empresa municipal EMPSSAPAL S.A de Sicuani, y al Sr. Francisco Huamán por brindarme su confianza y tiempo por apoyarme en la recolección de muestras de la comunidad Hercca de las captaciones Sicuani- Cusco

Al Ing. Juan Ramón Calcin que me brindó su apoyo de manera desinteresada en la ejecución de esta tesis.

Al Ing. Angel Cari Choquehuanca por su incondicional apoyo

A los distinguidos miembros del jurado al Blgo. Gilmar Gamaliel Goyzueta Camacho, M.Sc. Vicky Cristina Gonzales Alcos y Mg. Dante Mamani Sairitupac gracias, por permitir amablemente formar parte del mismo.

A todos y cada uno de Uds., muchas gracias.

Kelly Phamela Pacori Chavez

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	11
I. INTRODUCCION	12
1.1. Objetivos	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Marco teorico	19
2.3. Marco conceptual	33
III. MATERIALES Y METODOS	35
3.1 Área de estudio.....	35
3.2 Tipo de investigación	35
3.3 Metodología	36
3.4. Analisis estadistico.....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
4.1 Calidad fisicoquimica registrada en las zonas de captacion de la comunidad hercca-sicuani-canchis-cusco	49
4.2 Calidad bacteriologica registrados en las zonas de captacion de la comunidad de hercca-sicuani-canchis-cusco	69
V. CONCLUSIONES	74
VI. RECOMENDACIONES.....	75
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de pH del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.....	49
Tabla 2. Valores de dureza total del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco, durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.	51
Tabla 3. Valores de Alcalinidad del agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.	53
Tabla 4. Valores de Cloruros del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.	55
Tabla 5. Valores de Sulfatos del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.	57
Tabla 6. Valores de Calcio del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.	59
Tabla 7. Valores de Magnesio del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.	61
Tabla 8. Valores de Sólidos Totales del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.....	63
Tabla 9. Valores de Turbiedad del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.	65
Tabla 10. Valores de Conductividad eléctrica del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.....	67
Tabla 11. Valores de Coliformes Totales del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre a noviembre del año 2017.	69
Tabla 12. Valores de Coliformes Termotolerantes del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.....	71
Tabla 13. Estándar Nacional Ambiental de Calidad para agua, tipo de tratamiento que requiere según su uso parámetros Físicoquímicos.	85
Tabla 14. Estándar Nacional Ambiental de Calidad para agua, tipo de tratamiento que requiere según su uso parámetros Bacteriológicos.....	86
Tabla 15. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores que influyen en la cantidad y calidad de agua.....	22
Figura 2. Ubicación satelital de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca distrito de Sicuani.....	35
Figura 3. Toma de muestras en las seis zonas de captación en la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017.	36
Figura 4. Toma de muestras en las seis zonas de captación en la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017.	37
Figura 6. Rotulando las muestras y tomando las muestras de agua de las seis captaciones para realizar el proceso de filtro de membrana.	46
Figura 7. Esterilizando las placas, Vaciando 100ml de la muestra en el vaso de filtro y conteo de colonias de color rojo para coliformes totales en UFC/100ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100m.	46
Figura 8. Valores de pH según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.....	50
Figura 9. Valores de dureza según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.....	52
Figura 10. Valores de alcalinidad según las zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre – noviembre del año 2017.....	54
Figura 11. Valores de Cloruros según las zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis- Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.....	56
Figura 12. Valores de sulfatos según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017	58
Figura 13. Valores de Calcio según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.	60
Figura 14. Valores de Magnesio según las zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco.	62
Figura 15. Valores de Solidos totales según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.	64
Figura 16. Valores de turbiedad según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.	66

Figura 17. Valores de Conductividad eléctrica según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.	68
Figura 18. Valores de coliformes totales s según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.	70
Figura 19. Valores de Coliformes termotolerantes según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.	72
Figura 20. Ubicación de las captaciones en la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017	87
Figura 21. Toma de muestras en la de captación 1 de la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017	87
Figura 22. Toma de muestras en la captación 6 de la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017	88
Figura 23. Obteniendo muestras las captaciones de la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017	88
Figura 24. Placas Petri con medios de cultivo m ENDO agar LES y M- FC agar, de color rojo para coliformes totales en UFC/100ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100m.....	89
Figura 25. Recuento de colonias, color rojo para coliformes totales en UFC/100ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100m	89
Figura 26. Recuento de colonias, color rojo para coliformes totales en UFC/100ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100m	90
Figura 27. Valores de pH según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	90
Figura 28. Valores de dureza según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	91
Figura 29. Valores de alcalinidad según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	91
Figura 30. Valores de cloruros según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	92
Figura 31. Valores de sulfatos según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	92
Figura 32. Valores de calcio según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	93

Figura 33. Valores de magnesio según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	93
Figura 34. Valores de solidos totales según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	94
Figura 35. Valores de turbiedad según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	94
Figura 36. Valores de conductividad eléctrica según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.	95
Figura 37. Valores de coliformes totales según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.....	95
Figura 38. Valores de coliformes termotolerantes según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.	96

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

DIGESA	:	Dirección General de Saneamiento Ambiental
DS	:	Decreto supremo
Es	:	Error estándar
EMSA	:	Empresa municipal de saneamiento básico
H ₂ O	:	Agua
l	:	Litro
MINSA	:	Ministerio de salud
Nm	:	Nanómetros
ml	:	Mililitros
Mg	:	Miligramos
OMS	:	Organización mundial de salud
pH	:	Potencial de hidrogeniones
T	:	Temperatura
UFC	:	Unidad formadora de colonia
UNT	:	Unidad nefelometría de turbiedad
μS	:	Microsiemens

RESUMEN

La Ciudad de Sicuani, posee fuentes hídricas muy importantes como ríos, manantiales y lagunas, el origen del agua que abastece a la ciudad es 100% subterránea proveniente de la comunidad Hercca, el análisis fisicoquímico y bacteriológico se realizó con el propósito de determinar posibles bacterias patógenas, que están relacionados con el consumo de agua y estas puedan afectar la salud de las personas en especial a los niños menores de edad, así mismo causar un impacto al medio ambiente. La calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de las seis zonas de captación de las galerías filtrantes, en la comunidad Hercca, Sicuani, Canchis, Cusco, se ejecutó entre los meses de setiembre a noviembre 2017, los objetivos fueron; determinar la calidad fisicoquímica (pH, dureza, alcalinidad, turbiedad, conductividad eléctrica, sólidos totales, nitratos, cloruros sulfatos, Ca, Mg) y la calidad bacteriológica (coliformes totales, coliformes termotolerantes). Las metodologías aplicadas para el análisis fisicoquímico fueron: método electrométrico (pH), Titulométrico (dureza, alcalinidad), nitrato mercuríco (cloruros), turbidimetría (sulfatos, turbiedad), conductímetro (conductividad eléctrica, sólidos totales), complexométrico (calcio, magnesio). Para la determinación de los parámetros bacteriológicos se aplicó la metodología de filtro de membrana presentadas en Unidad Formadoras de Colonia (UFC), para coliformes Totales y coliformes termotolerantes. Los resultados fueron ; valores de pH presentaron un máximo de 7.54 en la Captación 4 (C4), el mínimo de 7.40 en la C3; la dureza total presentó el valor máximo de 349.06 mg/l en la C6 y el mínimo de 260.05 mg/en la C2; la alcalinidad obtuvo el valor máximo de 241.67 mg/l en la C6 y el valor mínimo de 179.72 mg/l en la C4; los cloruros el valor máximo de 96.76 mg/l presente en la C2 y el mínimo 60.62 mg/l en la C4; los sulfatos presentaron un máximo de 71.54 mg/l en la C3 y el mínimo 58.85 mg/l en la C5; el calcio presentó un valor máximo 109.07 mg/l presente en la C6 y el mínimo de 89.71 mg/l en la C1, el magnesio presentó un máximo de 32.61 mg/l en la C3 y el mínimo valor 25.45 mg/l en la C2; los sólidos totales presentó un máximo de 379.86 mg/l en la C6 y el mínimo valor de 278.45 mg/l en la C2; los valores de turbiedad presentó un máximo de 6.3 UNT en la C5 y el mínimo valor de 4.0 UNT en las captaciones 2y4; la conductividad eléctrica presentó un máximo de 760 uS/cm en la C6 y el mínimo de 5.56 uS/cm en la C2. En el análisis bacteriológico para coliformes totales presentó el máximo valor en la C6 de 45.3 UFC/100ml y el mínimo valor en la C3 con un valor de 0 UFC/100m, para coliformes termotolerantes presentó el valor máximo registrado en la C2 y C4 con valores de 2 UFC/100ml y mínimo valor registrado en la captación 1, 3,5 y 6, con valores de 0 UFC/100ml. Según los resultados el nivel de alcalinidad, calcio, magnesio y turbiedad sobrepasan los Estándares Nacional de Calidad del agua, debido a que son aguas subterráneas y estas provienen de suelos calcáreos que son los causantes de los altos niveles de alcalinidad, calcio y magnesio, hubo ocasiones en que se presentaron lluvias durante la recolección de muestras generando la sedimentación del agua, es por ello el elevado nivel de turbiedad, así mismo la actividad agrícola y ganadera. De acuerdo a los parámetros emitidos por ECA-015-2015-MINAM, se deduce que estudio de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las zonas de captación de la comunidad Hercca Sicuani, están aptas para la producción de agua potable.

Palabras clave: Calidad fisicoquímica, calidad bacteriológica, galerías filtrantes, metodología, objetivos y resultados.

I. INTRODUCCION

El agua, es un bien de primera necesidad para los seres vivos, elemento natural que configura los sistemas medioambientales, e imprescindible para el equilibrio y para la vida en el planeta por ser el vector que desarrolla los procesos biológicos. El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Esto debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también el agua es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso no existiendo una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre este recurso.

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50% de toda la población mundial, y representan el 43% de toda el agua utilizada para riego. A nivel mundial, 2500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua. Las aguas subterráneas son otra fuente importante de agua, suelen ser más difíciles de contaminar que las aguas superficiales, pero cuando esta contaminación se produce, es más difícil de eliminar, sucede esto porque las aguas del subsuelo tienen un ritmo de renovación muy lento. Por ello, es necesario conocer las características fisicoquímicas y bacteriológicas de sistemas para poder ser aprovechados racionalmente, ya que los cuerpos de agua epicontinentales presentan una fuente de recursos, como el uso del agua para consumo doméstico. La calidad del agua está dada por el contenido de sustancias minerales junto con las propiedades biológicas, de alguna manera es un concepto relativo, por no existir una clasificación absoluta de la "calidad". Es porque el grado de calidad del agua ha de referirse a los usos a las que se destina. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y de este modo, proteger la salud de las personas.

El riesgo más grave para la salud humana relacionada con la calidad del agua de beber es el que derivada de la contaminación microbiológica, particularmente la fecal. Por lo que la protección de la salud exige que las fuentes de contaminación microbiológicas estén

situadas lo bastante lejos de las fuentes de agua potable para eliminar o reducir el riesgo que representan.

La importancia de este trabajo de investigación, tiene el objetivo de conocer la calidad fisicoquímica y bacteriológico del agua de la zona de captación de la comunidad Hercca, que es consumida por la población de la ciudad de Sicuani, con el fin de identificar los posibles agentes y causas que generen enfermedades de origen hídrico y peligros sanitarios, determinando en nivel de elementos fisicoquímicos y bacteriologicos que alteran la calidad de las aguas subterráneas, las que se tomaran como base para el control y tratamiento de estas aguas.

El presente trabajo emite resultados importantes sobre la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano de la ciudad de Sicuani, y que constituye un documento que aporta datos actuales, para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes; en tal sentido se plantearon los siguientes objetivos.

1.1. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca- Sicuani- Canchis- Cusco.

Objetivos específicos

- a. Determinar la calidad fisicoquímica (pH, dureza, alcalinidad, sulfatos, calcio, magnesio, turbiedad, conductividad eléctrica, sólidos totales, cloruros) del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca- Sicuani- Canchis-Cusco.
- b. Determinar la calidad bacteriológica (coliformes totales, coliformes termotolerantes) del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca- Sicuani- Canchis-Cusco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Curasi (2010), evaluó la calidad de agua en 73 pozos subterráneas con fines de consumo doméstico de la ciudad de Puno, determinando los siguientes parámetros: potencial de hidrogeniones - pH (7.1 a 7.6) ligeramente alcalinas, temperatura - °C (13.4 a 16.4), conductividad eléctrica (0.95 a 7.18 mS/cm), dureza total (72.72 a 585.8 mg/l), alcalinidad (38.52 a 404.46 mg/l), cloruros (25.50 a 286.50 mg/l), sulfatos (16.0 a 218.00 mg/l), sólidos totales (263.20 a 267.21 mg/l). mientras que Mendoza (2011) realizó estudios de 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. así mismo Yana (2017), evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en el sistema de abastecimiento de la ciudad de Azángaro- Puno, teniendo los resultados pH (7.76 – 7.64); conductividad eléctrica (1208-1074.20 μ S/cm); dureza total(273.11 – 261.16 mg/l); cloruros (46.88- 45.54 mg/l); sólidos totales (284.64 – 272.75 mg/l); sulfato (1641– 16.33 mg/l).

Curo (2016), evaluó la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata- Puno, obteniendo los resultados : pH (7.8 – 6.9); turbiedad (3.0 - 1.6 UNT); dureza total(408.3 – 264.4 mg/l); alcalinidad(408.3 – 264.4 mg/l); sulfato (132.7 – 46.0 mg/l); cloruros (168.1 – 91.6 mg/l); conductividad eléctrica (2448.3 – 1347 μ S/cm); sólidos totales (1224.0 – 635.3 mg/l) coliformes totales presentaron un promedio de(0.3 - 331.0 UFC/100ml) y coliformes termotolerantes (0.3 - 3.3 UFC/100ml), por otro lado Quispe (2017), evaluó la calidad bacteriológica y físico química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa- Puno, obteniendo los siguientes valores : pH (7.8 – 7.94); turbiedad (3.83 -7.00 UNT); dureza total(434 – 10.06mg/l); alcalinidad(45.79 – 132.52 mg/l); sulfato (1.91 – 14.60 mg/l); cloruros (5.94– 32.89 mg/l); sólidos totales (15.83 – 108.19 mg/l); calcio (2.50 – 28.21 mg/l), magnesio (0.74 – 6.85 mg/l).

Vilca (2011), Investigó la calidad bacteriológica fisicoquímica del agua de consumo

humano en la localidad de vilque; reporte coliformes totales y fecales para la fuente de manantial 18.33 NMP/100ml y 6.67 NMP/100ml; en el reservorio de agua 6.67 NMP/100ml; y en las piletas domiciliarias 21.67 NMP/100ml y 38.33 NMP/100ml. así mismo Yanapa (2012), investigo la calidad organoléptica, fisicoquímica y bacteriológica del agua potable de la ciudad de Ilave- Puno; en la planta de tratamiento y reservorio; obtuvo temperatura de 16.77°C, pH 7.53, dureza total 79.33 mg/l; cloruros 20.43 mg/l, sulfatos 14.70 mg/l , solidos totales disueltos 123.37 mg/l, lo cual en EMSAPUNO, (2012) analizo el agua potable en la ciudad de Puno, en la zona de captación de Chimu actualmente es el rio Totorani con una dureza de 97 mg/l, cloruros de 9.69 mg/l, nitratos de 3.16 mg/l, los parámetros físicos fue: pH de 6.62, conductividad eléctrica de 212 μ S/cm, una turbiedad de 2.10 UNT.

Chullunquia, (2005), estudio el contenido bacteriológico en aguas provenientes de cuatro manantiales para el consumo en el barrio chejoña de la ciudad de Puno, determino coliformes fecales en el manantial 2 : 240CT/100ml, 23 CF/100ml, manantial 4: 93CT /100ml, 1 CF/100ml, manantial 3: 43CT/100ml, manantial 1: 23 CF/100ml, además Salazar (2015), realizó el estudio de la calidad fisicoquímico y bacteriológico del agua en la ciudad de Juliaca, determinó los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua fueron: el pH (7.31 y 7.78), la conductividad eléctrica (1024 y 1025 μ S/cm), la dureza total (185 y 310 mg/l), cloruros (0.7 y 1,6 mg/l), sulfatos (65 a 90 mg/l) y hierro (0.003 y 0.059 mg/l), todos los valores estuvieron por debajo de los valores permitidos, excepto el contenido de solidos disueltos totales fue entre 499 y 594 mg/l, que sobrepasa los valores recomendados. Así mismo Taípe y Cabrera (2006), en la ciudad de Cusco en la cuenca del rio Vilcanota, en su estudio consideró 5 estaciones de muestreo donde el oxígeno disuelto se encontró en un rango de 4.79 mg/l a 6.57 mg/l, conductividad eléctrica varió de 1016 μ S/cm a 1316 μ S/cm, pH que estuvo en un rango de 7.71 a 7.82.

DIGESA (2012), la Dirección General de Salud, ejecuto un monitoreo fisicoquímico, en la zona de captación de Chimu - Puno, obteniendo resultados de turbiedad de 0.88 UNT, el pH en 8.13, temperatura 24.7°C, solidos totales disueltos 648 mg/l, conductividad eléctrica de 1379 μ S/cm, cloruros 287 mg/. Por otra parte Gonzales *et al.* (2007), realizó el diagnóstico de la calidad de agua en 35 fuentes de agua los resultados microbiológicos

fueron de 65 coliformes totales (CT)/100ml y 3 coliformes fecales (CF) 100/ml; en cuanto a los resultados físico químicos se obtuvo que el 100% de las muestras superaron el límite permisible, siendo los resultados de conductividad eléctrica igual a 1700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dureza total de 700 mg/l, cloruros de 350mg/l, sulfatos de 358 mg/l, pH de 7.5 unidades. No obstante Ortiz (2014), determino la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico- Huánuco, reportando los siguientes resultados: pH (7.54 – 8.14); turbiedad (0.07 – 0.76 UNT); dureza total (43.92 – 155.45 mg/l); sulfato (14.33–69.88 mg/l); cloruros (27.80 – 33.10 mg/l); conductividad eléctrica (0.32 – 0.62 $\mu\text{S}/\text{cm}$); solidos totales (43 – 152 mg/l).

Fonturbel (2005), realizó la calidad físico químicos y biológicos, en la Bahía de Cohana (Lago Titicaca) Bolivia, los resultados: pH de 9.4, fosforo soluble <0.4, nitrógeno 1.17 mg/l, CF de 370 NMP/100ml. En Tiquijana los resultados fueron: pH de 8.3, fósforo soluble de 0,001 mg/l nitrógeno total de 1,01 mg/l, CF de 1534 NMP/100ml, en la zona de Alaya : el pH de 7,7el fósforo soluble de 0,054mg/l, el nitrógeno total fue 2,4 mg/l, CF de 5510 NMP/100ml, los resultados promedios: el pH fue de 7.20 ± 0.36 mg/l, fósforo soluble 1953 ± 2.98 mg/l, nitrógeno total 31.90 ± 23.66 mg/l, en el análisis microbiológico se registró los valores de 27.33 ± 1644 NMP/100 de coliformes totales, de tal manera Fernández M y Fernández (2007), sostiene que en el municipio de Moa, provincia de Holguín –Cuba Se evaluó la calidad físico química y bacteriológico de agua subterránea en pozos encontrando resultados para la conductividad eléctrica valores elevados como 2000 uS/cm, un pH de 6,5 , cloruros de 250 mg/l en el análisis bacteriológico , realizo en análisis de (CF) y (CT) siendo los resultados de 5 CF/100ml y 90 CT/100.ml.

EPS Chavín (2011), En la ciudad de Huaraz el Rio Paria, sirve de suministro de agua potable, el cual registra datos de su monitoreo de análisis de metales pesados los cuales son en hierro reportan 0.36 mg/l, fosforo en 0.005 mg/l, aluminio 0.26 mg/l, calcio 0.0042mg/l, magnesio 0.003mg/l, presencia de coliformes totales de 300 NMP/ml y coliformes fecales de 130 NMP/ml, mientras que Montes de Oca (2009) El Rincón, El Pedregal y San Francisco del Valle del Yeguaré y Zamorano (Honduras); se reportaron los siguientes valores: nitratos 29.6 mg/l de (NO₃-N) coliformes termotolerantes (6300 UFC/100 ml) y concluye que estos valores son el resultado de las actividades agrícolas y

ganaderas, además de fosas sépticas en la zona y la proximidad del nivel freático; con respecto al pH (4.1 - 8.1 unidades de pH), la temperatura del agua fue 25.2 °C para la zona de El Pedregal y 25.1 °C para San Francisco, la conductividad que encontraron fue de 153.9. – 650 μ S/cm y los nitratos fueron de 0.2 mg/l, 29.6 mg/l y 18.8 mg/l; en cuanto a turbidez encontró valores de 0.02 - 123 UNT con una media de 16.81 UNT.

Petro *et al.* (2014), la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Tabaco Bolívar, Caribe Colombiano estimo 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, mientras que Ramírez *et al.* (2009), realizo la calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec – México, para coliformes totales cuyos resultados promedio fueron de 12-107 UFC/100ml en trece pozos que presentaron contaminación y el resto oscila entre 1 y 5 UFC/100ml y para coliformes fecales fueron de 10 - 107 UFC/100ml y el resto osciló entre 1 y 3 UFC/100ml, en concordancia a la variación temporal, se apreció que la contaminación por coliformes totales y fecales más alta se presentó en los meses de abril y julio, además Robles *et al.* (2012), reporto en el estudio de Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo, pruebas fisicoquímicas obtuvo para turbiedad P1, P3, P5, P9, fueron 0.77, 0.17, 0.25 y 0.25 UNT, potencial de hidrogeniones 6.0, 6.4, 7.6 , 7.2 pH; sólidos disueltos totales de 328.0, 352.0, 556.0 y 659.0 mg/l; dureza total de 172.0, 184.0, 319.0 y 354.0 mg/l; sulfatos de 56.0, 91.2, 211.0 y 326.0 mg/l; cloruros de 11.0, 13.2, 8.1 y 8.7 mg/l.

Orozco *et al.* (2008), en sus estudios de aguas superficiales y subterráneas, en el arroyo Colorado y el río Pumpuapa – México; encontraron que la concentración de metales, parámetros físicos y químicos, no excedieron los límites de la normatividad vigente, a excepción del pH (6.3 – 7.3) que probablemente se modificó por la infiltración de los lixiviados y el escurrimiento de los desechos del basurero hacia el arroyo, por otro la conductividad entre 71 – 496 μ S/cm, sin embargo, encontraron alta concentración de coliformes fecales 457 – 4358 UFC /100 ml en las zonas de mayor actividad antropocéntrica. Así mismo en la investigación de Baccaro (2006), en Mar del plata se realizó el análisis microbiológicos y físico- químicos del agua, siendo los resultados: pH

de 7.48, la conductividad eléctrica de 1500 uS/cm, sólidos disueltos totales de 400mg/l, dureza total de 400 mg/l, cloruros de 200 mg/l y los sulfatos de 200 mg/l, sin embargo Vence *et al.* (2009), en su estudio de aguas subterráneas en la Paz y San Diego - Colombia en 2009 reportaron los siguientes resultados: conductividad (221 μ S/cm - 5270 μ S/cm), pH (6,71 - 8,2), temperatura (27,5 °C - 31,70 °C), sólidos disueltos totales (120 mg/L - 2630 mg/L), turbidez (0 - 23,3 UPC), cloruros (0,0035 mg/L - 0,600 mg/L), nitratos (0,613 mg/L - 128,824 mg/L), dureza total (15 mg/L - 180 mg/L).

Zhen (2009), en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para el consumo humano de la micro cuenca de la quebrada de victoria Curunbade, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007- 2008. Indico rangos de temperatura 25.00 a 27.00°C, pH 5.67 a 7.51, turbiedad 3.52 a 31.50 UNT, sólidos 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 67.00a 107.00 mg/l, mientras tanto en Yucatán – México Pacheco *et al.* (2004), recolectaron 106 muestras y demostraron que el agua subterránea presentaba una calidad bacteriológica clasificada como “peligrosa” y “muy contaminada”, en cuanto a los nitratos presentaron un 89% por debajo del límite establecido en la norma (45 mg/l) y el 11% restante con valores que exceden dicho límite, alcanzando concentraciones de hasta 96 mg/l fueron de “buena calidad”, mientras que los cloruros exceden con la normativa (404 – 632 mg/l). No obstante Mamani (2007), en el distrito de Huanuara, departamento de Tacna determino el análisis del agua de consumo humano y reportó los promedios de parámetros físico y químicos en 4 muestras (en el reservorio y obtenidas del caño): pH 6.86, conductividad eléctrica 1283 uS/cm, sólidos disueltos totales 637.3 mg/l dureza total 300 mg/l, cloruros 165 mg/l y sulfatos 296 mg/l; respecto a coliformes se encontró <2 NMP/100ml, demostrando que el agua de la red y reservorio son aptas para el consumo humano.

2.2. MARCO TEORICO

El Agua

El agua es un elemento esencial para la vida humana, para la salud básica y para la supervivencia, así como para la producción de alimentos y para las actividades económicas. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2003), el agua cubre el 75% de la superficie terrestre; el 97,5% del agua es salada, sólo el 2,5% es dulce. Los casquetes de hielo y los glaciares contienen el 74% del agua dulce del mundo. La mayor parte del resto se encuentra en las profundidades de la tierra o encapsulada en la tierra en forma de humedad. Sólo el 0,3% del agua dulce del mundo se encuentra en los ríos y lagos. Para uso humano se puede acceder, a menos del 1% del agua dulce superficial subterránea del planeta (PNUMA, 2003).

Los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un alto grado de vulnerabilidad por los diferentes usos que hace la población mundial, por negligencia, falta de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de protegerlos y la carencia de autoridades, profesionales y técnicos, a los que les corresponde cuidarlos y utilizarlos (Reynolds 2002).

Por lo anterior, la OMS estima que cada año se presentan 500 millones de casos de infecciones gastrointestinales del agua relacionadas en niños menores de 5 años en América Latina, Asia y África (OPS, 2004), la evaluación de la calidad de agua, es un proceso de la valoración de la naturaleza física, química y biológica del agua en relación a la calidad natural, a los efectos humanos y a la de los sistemas acuáticos (Chapmand, 1996). La importancia radica en la interpretación y reporte de los resultados del monitoreo y que sirve de base para realizar recomendaciones para acciones futuras. Así el manejo requiere del muestreo y de la evaluación del cuerpo de agua (Chapmand, 1996).

Calidad del agua

La calidad del agua se define como el conjunto de características que puede afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza 1976). La calidad del agua se puntualiza en función de un conjunto de características variables

fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo, la calidad físico-química del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006).

El control de la potabilidad y calidad es sumamente importante si se tiene en cuenta que el agua es un importante vehículo de transmisión de enfermedades por contaminación microbiológica producida por patógenos intestinales: bacterias, virus, protozoos, helmintos; y/o por contaminación fisicoquímica debido a la aparición de sustancias no deseables o que siendo elementos de la composición habitual del agua superan la Concentración Máxima Admisible (CMA) (Rodríguez et al., 2003), Los aspectos biológicos han adquirido una creciente importancia en el estudio de los sistemas acuáticos a que las variables físicas y químicas no determinan con precisión la calidad de las aguas y sólo dan una idea específica sobre ella (Arango *et al.*, 2008).

El análisis de agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las aguas para su eliminación (Sáenz 1999).

La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica (OPS 1999).

El agua para consumo humano se deriva de dos fuentes: aguas superficiales, como los ríos y reservorios que fluyen sobre la superficie de la Tierra, y subterráneas que son las que están situadas bajo el nivel freático y saturando completamente los poros y fisuras del terreno (Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología; 1992), cualquier cambio significativo en la concentración de algún parámetro indicador es sospecha de algún grado de contaminación, ya sea físico, químico o bacteriológico (Fawell y Nieuwenhuijsen, 2003).

Importancia de la calidad del agua

El grado de disponibilidad de agua para consumo humano es mínima, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo incorrecto de las cuencas hidrográficas (Randulovich 1997). Aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de la misma va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. En Centroamericana, la magnitud del problema de la contaminación es alarmante ya que a estas alturas es imposible solucionar el problema mediante la dilución por efecto del aumento del caudal (Ongley 1997).

El riesgo de que ciertos elementos solubles se concentren al agua, y aún más riesgoso, si estos elementos tienen contacto inmediato con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Los riesgos de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está especialmente relacionada con la contaminación de agua por heces (OPS 1999). Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no delimitadas contribuye significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, una provisión segura de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral (OPS 1999).

Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua

La investigación explora los factores, actividades, procesos y condiciones sociales que estén incidiendo en la cantidad y calidad del agua.

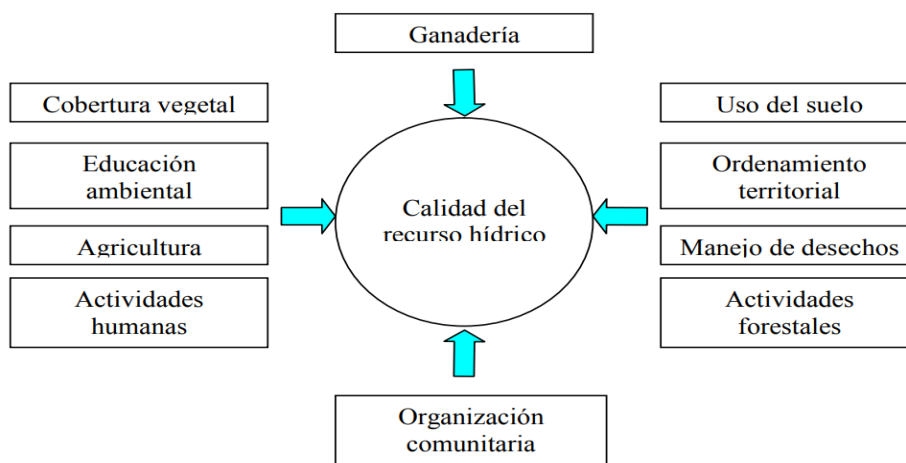


Figura 1. Factores que influyen en la cantidad y calidad de agua.
Fuente: Mario René Mejía Clara

Los cambios que se generan en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente evidenciados. Éstos incitan alteraciones en los regímenes hídricos, cambios trágicos de la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable. Las prácticas de manejo en el uso de la tierra tienen una influencia muy fuerte en la cantidad y calidad del recurso hídrico. (Mitchell et al. 1991). Se indica que el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del recurso hídrico. (Singh 1989).

El uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recarga de agua subterránea, erosión y carga de sedimentos. El tamaño de los granos del suelo, su categorización y su contenido de materia orgánica son factores intrínsecamente ligados a la capacidad de infiltración y de retención de humedad, por lo que el tipo de suelo predominante en la cuenca, así como su uso, influye de manera notable en la magnitud y repartimiento de los escurrimientos.

Los impactos de las prácticas del uso de la tierra pueden agrupar en dos categorías: impactos sobre los valores de uso y valores de no uso. Los valores de uso pueden ser consuntivos, por ejemplo, el riego y el uso doméstico, y no consuntivos, como el transporte. Las masas de agua y las zonas de ribera pueden tener también valores de usos no significativos, por ejemplo, como almacén de biodiversidad

Tipos de agua

Aguas subterráneas

Son aguas que se infiltran a través de las rocas y los suelos permeables, ya sea cuando llueve o desde los ríos y lagos (Acaso *et al.*, 2006), lo cual representa sesenta veces más agua de la que hay en lagos y arroyos, pero parece algunas veces un problema por las diferentes profundidades a las que se encuentran, la velocidad de extracción y además, cuando se infiltran aguas contaminadas hasta los depósitos de agua subterránea, estas últimas también se contaminan (Hirata y Reboucas, 2001)

Pozos artesianos

Existen pozos de captación de agua llamados pozos artesianos, que pueden ser aquellos tipos de pozo que alcanza un manto cautivo de agua, de forma que como el nivel freático del líquido está por encima de la superficie del pozo, éste mana por sí solo elevándose hasta un nivel equivalente al del punto de alimentación de la capa cautiva menos un tanto debido a la pérdida de carga (Cuellar y Duarte, 2001) sin embargo, en algunos pozos el agua asciende, derramándose a veces por la superficie (Sutton y Harmon, 1999) en cuanto a la ventaja de los pozos artesianos es que no necesitan de bomba para elevar el agua (Tarbuck y Lutgens, 2005).

Pozos tubulares

Obra hidrogeológica de acceso a uno o más acuíferos para la captación de agua subterránea, ejecutada con sonda perforadora en forma vertical con diámetro mínimo de 101,6 mm (4") (Galdiano *et al.*, 2007)

Características Organolépticas

Color

Cuando se habla de aguas superficiales y subterráneas pueden parecer altamente coloreadas debido a la presencia de materia orgánica, pigmentada en suspensión o solución, cuando en realidad el agua no tiene color. El material colorante resulta del empalme con detritus orgánico como hojas, agujas de coníferas y madera, en numerosos estados de descomposición, está formado por una considerable variedad de extractos vegetales. Los principios más frecuentes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. La determinación del color es trascendental para evaluar las características del agua, la fuente del color y la validez del proceso usado para su excepción (Kiely, 2003).

Olor

El olor se registra como elemento de calidad que afecta a la aceptabilidad del agua potable que pueda corromperse con la presencia, de peces y otros organismos acuáticos, y anular la estética de las aguas de instalaciones de recreo. Treinta y cuatro Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en desintegración o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones.

Características físico- químicas del agua

Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua que sirve para conducir la electricidad. El agua pura prácticamente no conduce electricidad; por lo tanto, la conductividad que se puede medir será efecto de las impurezas presentes en el agua. El instrumento para medir la conductividad se llama conductímetro, elementalmente lo que hace es medir la resistencia al paso de la corriente entre dos electrodos que se introducen en el agua, y se contrasta para su calibrado con una solución tampón de CIK a la misma

temperatura y 20°C. (Ormaza, 2011). Como también el agua pura es un mal conductor de la electricidad, pero cuando tiene sales disueltas puede conducirla en forma proporcionado a la cantidad de sales presentes. Este concepto se usa para la medición de la salinidad en términos de conductividad eléctrica la cual se expresa en Siemens. (García, 2012).

La medida de la conductividad es una buena forma de control de calidad de un agua, siempre que: 1. No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables. 2. Las mediciones del agua se realizan a la misma temperatura. 3. La composición del agua se mantenga relativamente firme (Ros, 2011).

Potencial de Hidrogeno pH

La determinación del (pH) en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o de su alcalinidad. Un pH menor de 7.0 revela una tendencia hacia la acidez, mientras que un valor mayor de 7.0 muestra una tendencia hacia lo alcalino. Generalmente la mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. El valor del pH en el agua, es utilizado cuando nos interesa conocer su tendencia corrosiva o incrustante (Mejía, 2005; Trujillo *et al.*, 2008). Así mismo un pH bajo también puede permitir a los elementos tóxicos y compuestos ser más móviles y favorables para ser tomados por los organismos y plantas acuáticas. Esto puede producir condiciones que son tóxicas para la vida acuática, particularmente para las especies sensibles (Yan *et al.*, 2007; Minaverri, 2014).

Características químicas

Turbiedad

La turbiedad mide el nivel de transmitancia de luz en el agua, y esto sirve como una medida de la calidad del agua en correlación a materia suspendida coloidal y residual. En términos generales, no hay relación entre turbidez y concentración de sólidos suspendidos. La turbiedad varía de acuerdo a: 1) la fuente de luz y el método de medición, 2) las propiedades de absorción de luz del material suspendido. Esto hace que se deba tener mucho cuidado al comparar valores de turbiedad de distintas referencias de la literatura. (Trujillo *et al.*, 2014).

La turbiedad ha sido una característica ampliamente aplicada como criterio de calidad de agua, tanto en las fuentes de abastecimiento como en los procesos de potabilización y sistemas de distribución, ya que es una medición rápida, económica y de fácil interpretación para los operadores. (Kawamura 2000) pre sedimentación para turbiedades del agua cruda superiores a 1000 UNT y establece 3000 UNT como valor máximo de turbiedad para tratamiento convencional (Montoya et al., 2011).

Sólidos totales disueltos

El agua y los sólidos en suspensión son efectos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton, la materia suspendida reside en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de expulsión y pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua (OMS, 2003) y pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras y pueden inducir una reacción. Fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional (Metcalf y Eddy, 1995; Sawyer *et al.*, 2000; APHA, 2005).

Cloruros

El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua, de esta manera el alto contenido de cloruros impide que el agua sea utilizada para el consumo humano o el ganado, la infiltración de aguas subterránea en las alcantarillas contiguas a aguas saladas constituye también una potencial fuente de cloruros y sulfatos (Sawyer *et al.*, 2000). Otra fuente de cloruros es la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales a aguas superficiales; las heces humanas, por ejemplo suponen unos 6g de cloruros por persona día; un contenido elevado de cloruro puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal; el umbral del gusto de los cloruros es de 200 mg/L a 300 mg/L; los cloruros no tienen un efecto nocivo en la salud, pero en concentraciones superiores a 250 mg/L este valor está basado en el sabor del agua el cual es percibido organolépticamente, y no en algún daño fisiológico conocido (Metcalf y Eddy, 1995; APHA, 2005).

Sulfatos

Los sulfatos en el agua pueden tener su origen en el contacto de ella, 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 (Severiche & González, 2012).

Dureza total

El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto, el magnesio y calcio son iones positivamente cargados; debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio (OMS, 2006). Como también la dureza de las aguas refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las que el agua ha estado en contacto; el umbral del gusto es de: 100 - 300 mg/L y en concentraciones de 200 mg/L puede causar incrustaciones; el agua dura no tiene ningún riesgo a la salud pero puede crear problemas a los consumidores a partir de concentraciones superiores a 200 mg/L pueden afectar la tubería, los calentadores de agua y los lavaplatos; la aceptación de la dureza del agua por el público puede ser muy variable y está en función de las condiciones locales (Sawyer *et al.*, 2000; OMS, 2006).

Calcio

El calcio es un elemento químico, de símbolo Ca y de número atómico 40. Se encuentra en el medio interno de los organismos como ion calcio (Ca^{2+}) o formando parte de otras moléculas; en algunos seres vivos se halla precipitado en forma de esqueleto interno o externo. Los iones de calcio actúan de cofactor en muchas reacciones enzimáticas, e interviene en el metabolismo del glicógeno, junto al potasio y el sodio regulando la contracción muscular. El porcentaje de calcio en los organismos es variable y depende de las especies, pero por término medio representa el 2,45% en el conjunto de los seres vivos; en los vegetales, solo representa el 0,007%.

Magnesio

El magnesio no se encuentra libre en la naturaleza. Se halla combinado como carbonato, $MgCO_3$ constituyendo el mineral llamado magnesita o giobertita. Como sulfato y cloruro forma parte de las sales dobles en diversos yacimientos. Los silicatos más corrientes, donde encontramos el magnesio asociado son, el talco (piedra de jabón) de fórmula $H_2Mg_3(SiO_3)_4$, el asbesto, $Mg_3Ca(SiO_3)_4$, la sepiolita o espuma de mar de fórmula $MgSi_3O_8 \cdot 2H_2O$, la serpentina, $Mg_3Si_2O_7 \cdot 2H_2O$ y el olivino o peridoto Mg_2SiO_4 .

Se localiza generalmente en las aguas en montos mucho menores que el calcio, pero su importancia biológica es grande, ya que es imprescindible en el desarrollo de ciertos sistemas enzimáticos, actuando igualmente en la constitución de los huesos. Una persona adulta debe de tomar por término medio 200 a 300 mg por día. Si la cantidad de magnesio en el agua es muy grande, puede esta actuar como laxante e incluso adquirir un sabor amargo.

Parámetros de calidad bacteriológica del agua.

Las características microbiológicas de las aguas están presididas, por la población de microorganismos acuáticos que alberga y que afectan de un modo importante a su calidad, algunos de estos organismos pueden dañar la salud humana, dando lugar a las denominados enfermedades hídricas (Marín, 2006)

Este tipo de contaminación se relaciona con la presencia de microorganismos patógenos de heces humanas y animales. Es usual encontrárselo en los recursos hídricos superficiales, debido a su exposición. Es importante conocer el tipo, número y desarrollo de las bacterias en el agua para prevenir o impedir enfermedades de origen hídrico. Es difícil detectar en una muestra organismos patógenos como bacterias protozoarios y virus debido a sus bajas concentraciones. Por esta razón, es que se utiliza el grupo de coliformes fecales, como indicador de la presencia de microorganismos (OPS 1999). *Coliformes fecales*: la bacteria coliforme fecal presente en las heces humanas y animales de sangre tibia. Puede entrar en los cuerpos de agua por medio de desechos directos de mamíferos y aves, así como corrientes de agua, acarreado desechos y del agua de drenaje.

Los organismos ptógenos incluyen la bacteria *Coliformes fecal*, así como bacterias, virus y parásitos que causan enfermedades (Mitchell *et al.* 1991).

Grupo de Coliformes

Las coliformes son una familia de bacterias que se hallan comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos, la presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición; por lo general, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo (Munn, 2004).

Coliformes totales

Bacterias aerobias y anaerobias facultativas, grandes negativas no esporuladas y de forma alargada, que desarrollan una colonia roja con brillo metálico en un medio tipo Endo que contenga lactosa tras una incubación de 24 horas a 35°C (Norma Técnica Peruana, 2012).

Coliformes Termotolerantes

Las bacterias que forman parte del total del grupo coliformes y son determinados como Gram negativas, no esporuladas que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44°C ± 0.2°C dentro de las 24 h ± 2 h la mayor especie en el grupo de coliformes termo tolerantes es la *Eschericha* que a su vez es el índice de contaminación fecal más adecuado (Sueiro *et al.*, 2001; .Norma Técnica Peruana, 2012) por consiguiente, la presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición

Cuanto mayor es la asiduidad de análisis de indicadores de contaminación fecal en el agua, mayor es la probabilidad de manifestar contaminación, por lo tanto, es preferible realizar exámenes frecuentes usando un método sencillo que realizar exámenes menos frecuentes mediante un análisis o serie de análisis más complejos en función de la pluviosidad y de otras circunstancias locales (Cabelli *et al*, 1983).

Bacterias heterotróficas: Las bacterias heterotróficas están presentes en todos los cuerpos de agua y constituyen un grupo de bacterias ambientales de amplia distribución, éstas son indicadoras de la eficacia de los procesos de tratamiento, principalmente de la desinfección (Norma Técnica Peruana, 2012).

Contaminación del agua

La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que pueden provocar enfermedades en la salud humana; por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan trascendental, y establece una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud propicio en la población (Aurazo, 2004).

Los conceptos y tipos de contaminación del agua

La contaminación es la acción y efecto de implantar materias o formas de energía, o incitar condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica (Gallego 2000). El agua muy rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua alcanza cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (Sagardoy 1993). Las condiciones de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y perturban las características naturales de los recursos hídricos, casualmente por actividades naturales, pero en su mayoría el mayor de los impactos es de carácter antropogénico (FAO 1993).

Dependiendo de su origen existen dos tipos de contaminación de las aguas:

Contaminación puntual: Es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, procede de una fuente específica, como suele ser un tubo o dique. En este punto el agua puede ser medida, tratada o controlada. Este tipo de contaminación está habitualmente asociada a las industrias y las aguas negras municipales.

Contaminación difusa: Es el tipo de contaminación procedente en un área abierta, sin ninguna fuente concreta; este tipo de contaminación está generalmente asociada con

actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales.

La contaminación puntual es factible de eliminar, si se cuenta con los medios para almacenar el agua vertida, contaminada y tratarla. Habitualmente se utilizan tanques de sedimentación, donde se depositan los sedimentos en el fondo y luego se trata con químicos el agua para ser vertida a las aguas naturales. El sedimento luego se utiliza como abono orgánico y se estabiliza en un lugar seguro. En el caso de la contaminación difusa, su control es más difícil debido a su naturaleza intermitente y su mayor cobertura.

Entre las fuentes de mayor trance de controlar, y que ocasionan mayor impacto, se encuentran las fuentes no puntuales de contaminación, caso de parcelas donde fluye el agua sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales (FAO 1993). Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se ocasiona de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cual los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua sobrepasan los niveles naturales (Villegas 1995).

Las fuentes puntuales de contaminación se deslizan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La consecuencia de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana. La característica principal de estas fuentes es que responden a las condiciones hidrológicas (Ongley 1997). Como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como excretas humanas, grasas, y jabones (Repetto y Moran 2001).

Contaminación por actividades humanas

Las formas de contaminación orgánica y biológica más frecuentes son las fosas sépticas, pozos negros, fugas de sistemas de alcantarillado, vertido indiscriminado de aguas de

letrinas, a la cual se suma la contaminación nacida de la utilización cada vez más intensa de productos químicos de uso domésticos, tales como los detergentes en sus diferentes presentaciones (Aurazo, 2004).

Contaminación por labores agrícolas

La contaminación por labores agrícolas se origina por los abonos, pesticidas, como insecticidas, herbicidas y plaguicidas utilizados en la agricultura, después de usarlos en la tierra se alteran aumentando las sales, esto ocasiona que el pH y el contenido de bicarbonatos disminuyan; a esto se suma el quemado de las plantas secas o sobrantes, que favorecen con la salinización del suelo (Contreras *et al.* 1996).

Usos del agua

El agua se cataloga para varios fines, entre ellos, el consumo humano, recreativos, usos agrícolas e industriales de acuerdo con los límites definidos por los “estándares Nacionales Ambientales para la Calidad de Agua” de las aguas superficiales. El criterio utilizado para determinar la clase de agua en función de sus usos potenciales en el valor del límite máximo permisible (LMP) definido para cada parámetro físico, químico, y biológico. De acuerdo con la categoría y tipo establecido, así se establece el tipo de tratamiento que se requiere según su uso lo que permite realizar encargos a las autoridades locales responsables del suministro de agua para el consumo humano.

Estándar Nacional de Calidad de Agua en el Perú

La ley general de aguas vigente en el Perú establece los estándares nacionales de calidad ambiental para agua por categorías N° 004-2015-MINAM, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente de gestión, ver anexos (Tabla 13 y 14).

Ley de reforma constitucional que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional

Ley N.º 30588

Mediante la presente ley se incorpora el artículo 7º-A de la Constitución Política del Perú, conforme al texto siguiente:

“Artículo 7º-A.- El Estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. El Estado garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos. El Estado promueve el manejo sostenible del agua, el cual se reconoce como un recurso natural esencial y como tal, constituye un bien público y patrimonio de la Nación. Su dominio es inalienable e imprescriptible.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Aguas subterráneas: El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra; los pozos son la principal forma de acceso a los depósitos de agua subterránea (Munn, 2004).

Agua natural: Recurso acuático que se encuentra en la naturaleza

Bacterias heterotróficas: Estas bacterias abundan en el ambiente, especialmente en el agua, incluyendo agua tratada y del grifo, debido a su capacidad de adaptarse a un entorno desnutrido de sistemas de agua, las bacterias heterótrofas son capaces de vivir más tiempo que otros microorganismos en agua (Reynolds, 2002).

Calidad: característica de un producto o servicio que le proporcionan aptitud para satisfacer las necesidades del cliente (OMS, 2003)

Cloruros: El ión cloruro Cl⁻, forma sales muy solubles, suelen asociarse con el ión Na⁺ esto ocurre en aguas muy salinas (Terán, 2003)

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.

Coliformes totales: Son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Del grupo coliforme forman parte varios géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, etc. Pueden encontrarse en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etc. (Munn, 2004).

Coliformes termotolerantes: Las bacterias coliformes fecales o termotolerantes forman parte del total del grupo coliformes, son bacilos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5°C. La mayor especie del grupo coliformes fecal es *Escherichia coli* (Aurazo, 2004).

Conductividad: Es la medida de la capacidad (o de la aptitud) de un material o sustancia para dejar pasar (o dejar circular) libremente la corriente eléctrica (Terán, 2003)

Contaminación: Son agentes físicos, químicos y biológicos, extraña a la composición natural del producto (OMS, 2003)

Dureza Total: Presencia de sales de calcio y magnesio

Escherichia coli: Especie de género *Escherichia* (familia *Enterobacteriaceae*); son bacilos cortos, anaerobios, facultativos, móviles o inmóviles, Gram negativos formadores de gas, que fermentan la glucosa y la lactosa, son ubicuos en el suelo, el agua y las heces.

Nitratos: El ión nitrato (NO₃⁻) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno e incluso amoníaco (Sawyer *et al.*, 2000).

pH: Mide la concentración de los iones hidrógeno y la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa. (Reynolds, 2002).

Sólidos disueltos totales: Mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) (Marcó *et al.*, 2004).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en la región de Cusco Provincia de Canchis distrito de Sicuani, de la comunidad de Hercca, ubicada entre las coordenadas Datum WGS84 Zona 19L 258101 E y 8415537 N, Altitud 3672 msnm, latitud: -14.3128 , longitud: -71.243 teniendo una temperatura máxima de 20.5°C y temperatura mínima de 1.9°C , con una precipitación pluvial anual promedio de 650mm. Esta comunidad cuenta con 6 galerías filtrantes las cuales se denominan como zonas de captación, 5 galerías quedan en el barrio Chullo denominada Cochapampa y 1 galería en la misma comunidad de Hercca, la distancia entre las primeras cinco zonas de captación queda a 100m, y la sexta zona de captación a 5 km aprox. de distancia estas aguas que provienen del manantial son distribuidas al área urbana de Sicuani, la cual se encuentra a 14 kilómetros en la carretera asfaltada Sicuani-Espinar.

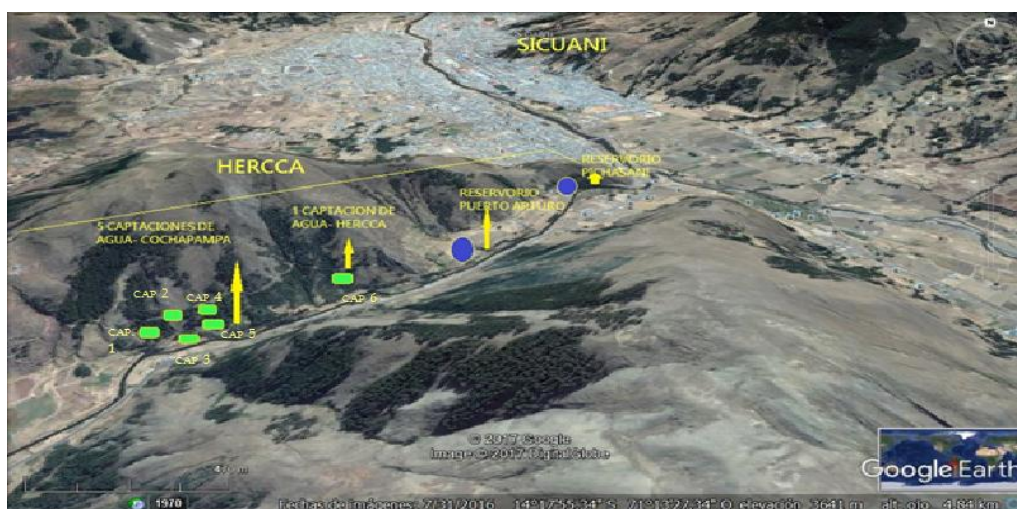


Figura 2. Ubicación satelital de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca distrito de Sicuani

Fuente. Google Earth 2018.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada fue de tipo descriptivo ya que se llegó a determinar la Calidad fisicoquímico y bacteriológico del agua en la zona de captación de la Comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco.

3.3 METODOLOGÍA

Evaluación de los parámetros fisicoquímicos (pH, dureza, alcalinidad, conductividad eléctrica, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio, solidos totales, turbiedad)

a). Frecuencia y horario de muestreo

Se recolecto 500 ml de agua en las seis zonas de captación, dicho muestreo se realizó a partir de las 9:00 am- 1pm, debido a que los puntos de captación se encuentran alejados, se pasó a tomar las muestras de los envases colocándolos en un cooler prevista de hielos para ser transportados al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano- Puno.

b). Equipos y materiales

- **Envases de vidrio.** - Se utilizó para obtener las muestras de agua
- **Un cooler.**- El cooler se usó para conservar la temperatura, así evitar que las muestras puedan alterarse.
- **Etiquetas.** - Se usó para registrar las captaciones y enumerarlas.
- **Potenciómetro.** - Su uso fue insitu para poder medir el pH.
- **Cuaderno.** – Sirvió para anotar el número de captaciones y hora de muestreo.



Figura 3. Toma de muestras en las seis zonas de captación en la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017.

c) Determinación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos

Potencial de hidrogeniones (pH)

Método electrométrico. Es un método que determina la acidez o la alcalinidad del agua, si el agua es acida (aquella característica que provoca la corrosión de las tuberías de Fe),

neutra o básica se utiliza un equipo electrónico, con electrodo estándar, que debe calibrarse previamente con soluciones de calibración (soluciones con pH definidos).

Procedimiento: La determinación del pH fue *in situ* para ello se sumergió el electrodo del potenciómetro en una muestra de agua y posteriormente se observó el resultado en la pantalla del equipo y se procedió anotar los datos registrados.



Figura 4. Toma de muestras en las seis zonas de captación en la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017.

Dureza total

Método Titulométrico. Este método mide la dureza del agua que determina la concentración de Ca y Mg, utilizando soluciones de Ca etilendiaminotetracético o de sus sales de Na como agente titulador, forma un complejo quelado, soluble cuando se adiciona a una solución de ciertos cationes metálicos, los cuales forman iones complejos solubles con Ca y Mg. Los indicadores utilizados con el colorante negro eriocromo T que indica cuando todos los iones Ca y Mg han formado complejos con EDTA pH 10.0; entonces la solución toma un color similar al vino rojo (Acosta, 2008)

Procedimiento: Para la determinación de la dureza total se empleó el método con EDTA, para lo cual se tomó 50 ml de la muestra de agua con una pipeta vertiendo en un matraz erlenmeyer de 250 ml, se añadió 2 ml de la solución amortiguadora (buffer) con pH 10, se agito la muestra hasta que toma un color rosa, seguidamente se agregó dos gotas de eriocromo T, finalmente se tituló con la solución EDTA agitando la muestra vigorosamente (tornándose de color azul) anotando el volumen de gasto. Una vez obtenidos los datos se reemplazaron en la siguiente formula.

Cálculos

$$\text{Dureza total EDTA en mg/l de CaCO}_3 = \frac{V_G \text{ EDTA} \times M \text{ EDTA} \times 100000}{\text{ml de muestra}}$$

Donde:

VG = Gasto de EDTA (ml)

M = Molaridad del EDTA

Alcalinidad

Método Titulación. Este método es un procedimiento utilizado con el fin de determinar la molaridad de un ácido o una base. Una reacción química se establece entre un volumen conocido de una solución de concentración desconocida y un volumen conocido de una solución con una concentración conocida. (APHA, AWWA, WPCF, 1992)

Procedimiento

Se tomó 50 ml de muestra con una pipeta volumétrica la cual fue vertida en un frasco Erlenmeyer de 250 ml, se añadió dos gotas de fenolftaleína y se tituló con H₂SO₄ 0.02N sobre una superficie blanca hasta obtener un color ligeramente rosado, se anotó el gasto de ácido usando el indicador fenolftaleína, se añadió tres gotas del indicador mixto(naranja de metilo) y se siguió titulando con H₂SO₄ 0.02N se obtuvo un color amarillo, la cual indica presencia de carbonatos, se pasó a anotar el gasto de ácido usado en determinar la alcalinidad total, incluyendo el gasto del ácido del segundo paso

Cálculos

$$\begin{aligned} \text{Alcalinidad de la Fenolftaleína} &= \frac{\text{ml de ácido sulfúrico } 0.02N \times f \times 1000}{\text{ml de muestra}} \\ \text{Como mg/l de CaCO}_3 &= \text{ml de ácido sulfúrico } 0.02N \times f \times 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alcalinidad total como mg/l de CaCO}_3 &= \frac{\text{ml de ácido sulfúrico } 0.02N \times f \times 1000}{\text{ml de muestra}} \\ &= \text{ml de ácido sulfúrico } 0.02N \times f \times 20 \end{aligned}$$

Donde:

F= factor de corrección o título de la solución titulante /ml: mg CaCO₃/ml

Cloruros

Método de Mohr. Este método es utilizado para determinar iones cloruro mediante una valoración de precipitación, donde el ión cloruro precipita como AgCl (cloruro de plata), utilizando como patrón una solución de $AgNO_3$ (nitrato de plata) de concentración conocida y como indicador el K_2CrO_4 (cromato de potasio) que comunica a la solución en el punto inicial una coloración amarilla y forma en el punto final un precipitado rojo ladrillo de Ag_2CrO_4 (cromato de plata) observable a simple vista.

Procedimiento. Se puso 50 ml en un frasco Erlenmeyer de 250 ml, se añadió 0.50 ml de la muestra de agua, se adiciono 2.0 ml de la solución indicador K_2CrO_4 (cromato de potasio), se tituló con la solución de nitrato de plata cambiando de color amarillo a el color rojo ladrillo, seguidamente se registró el volumen de gasto de $AgNO_3$, los datos obtenidos fueron reemplazado en la siguiente formula.

Cálculos

$$\text{Cloruros} = \frac{V_G AgNO_3 \times N_{AgNO_3} \times \text{megCl} \times 10^6}{\text{volumen de muestra}}$$

Donde:

V_G = Gasto de nitrato de plata (ml)

N = Normalidad de nitrato de plata (0.02N)

Meq Cl = miliequivalente de Cl.

Sulfatos

Método turbidimetría. Este método tiene como fundamento la formación de partículas de pequeño tamaño que causan la dispersión de la luz (turbidez de la solución) es proporcional al número de partículas que se encuentran a su paso, lo cual depende de la cantidad de analito presente en la muestra. Para esto se toma un cierto volumen de muestra y se le agrega alguna sal que cause la formación de partículas de precipitado.

El bario en presencia de sulfatos precipita como sulfato de bario $BaSO_4$, formando flóculos que causan un cierto grado de turbidez en la solución y este grado de turbidez es proporcional a la concentración de sulfatos presentes. El grado de turbidez se mide en un nefelómetro o turbidímetro en unidades NTU's (Nephelometric Turbidity Units ó Unidades Nefelométricas de Turbidez).

Procedimiento: Se puso 50 ml de muestra de agua en un frasco Erlenmeyer de 250 ml, se adiciona 5 ml de la solución estabilizadora y 5 ml de la solución cloruro de bario al 5%, se agita vigorosamente y se pasó hacer la lectura en un turbidimetría anotando los datos correspondientes.

Cálculos

$$\text{Mg/l SO}_4 = \frac{\text{factor de concentracion} \times 100}{\text{volumen de muestra}}$$

Conductividad eléctrica

Método Conductímetro. Es un método electro analítico basado en la propiedad que presentan las soluciones para conducir el flujo de la corriente eléctrica y depende de la presencia de iones, su concentración y la temperatura de medición. La conductancia de una solución es el recíproco de su resistencia y se expresa en unidades mhos (recíproco de ohms)

Procedimiento: Se pasó a verter 50 ml de la muestra de agua en una probeta,

posteriormente se introdujo el electrodo del conductímetro, luego se pasó a tomar la lectura y registrar los datos obtenidos

Aparatos.

Instrumento medidor de conductancia, puente de wheatstone o equivalente. - Para utilizar el instrumento se estandarizado previamente. Este instrumento elegido mide la conductividad con un error no mayor que el 1% ó 0.1 milisiems/metro, cualquiera sea el mayor.

Calcio

Método complexométrico con EDTA. La complexometria es una técnica para la determinación analítica directa o indirecta de elementos o compuestos por medición del complejo soluble formado cuantitativamente un complejo con ion metálico. Los iones calcio y magnesio forman complejos estables con etilendiaminotetracetico disódico. Si el pH es suficientemente alto (12 ó 13) como para que el magnesio precipite como hidróxido, el calcio puede ser determinado directamente. El punto final de la titulación es detectado por el murexida, el que vira de roja a malva en el punto final.

Procedimiento: Se tomó 50 ml de muestra de agua y se añade 2 ml de NaOH 1N para alcanzar un pH de 12 a 13, con ayuda de una cuchara dosificadora se añade 0.1 a 0.2g del indicador, se pasó a titular el viraje de la solución de rosa a malva con agitación continua, se verifico que no ocurra cambio de color cuando se adiciono unos mililitros de titulante después del punto de viraje final establecido (Castro, 1983).

Calculos.

$$mg/l \text{ de Ca} = \frac{V_2 \times f \times 1000}{\text{volumen de la muestra}}$$

Magnesio

Método complexometrico con EDTA. En este tipo de valoraciones se utiliza una sustancia que forma un complejo poco disociado con un determinado elemento, por lo general un ión metálico, para determinar la concentración de dicho ion en una disolución.

Es una valoración de tipo volumétrica. Se utiliza un compuesto que produzca un claro cambio de color, para determinar con precisión la finalización de la valoración.

Al añadir el EDTA a agua que contiene calcio y magnesio, se combina primero con el calcio presente; cuando el pH es suficientemente alto para permitir que el magnesio se precipite bajo la forma de hidróxido, el indicador usado solo se combina con el calcio. El indicador escogido es el negro de eriocromo T, pero existen otros que dan el cambio de color cuando todo el calcio ha sido completado por el EDTA a pH de 12 a 13.

Procedimiento: En un Erlenmeyer de 250 ml, verter 50 ml de muestra agua, se añadió una punta de espátula de negro de eriocromo T y 2 ml solución tampón de NaOH al 10 %, hasta obtener color rojizo-rosado, se pasó a Titular con EDTA 0,01 M, hasta que el viraje sea violeta-azulado, se esperó unos segundos para confirmar el punto final, se tomó nota del volumen de EDTA consumido.

Cálculos

$$mg/l \text{ de Mg} = \frac{(V_1 - V_2) \times f \times 100}{ml \text{ de muestra}}$$

Donde: V_1 = volumen EDTA gastado

V_2 = volumen EDTA consumido

Sólidos totales

Método Conductímetro. La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales o residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2 μm (o más pequeños). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o efluente de varias formas. Aguas para consumo humano, con alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal grado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa. (Carrillo y Salinas, 1998)

Procedimiento: Se utilizó un electrodo del conductímetro, en un vaso precipitado de 250 ml, se puso un volumen de 50 ml de agua a analizar seguidamente se introdujo el electrodo del conductímetro hasta que el equipo se estabilice y se pasó a anotar el valor obtenido

Turbiedad

Método turbidimetría. Es la medida de la cantidad de energía radiante absorbida por las moléculas de una muestra, en función de las longitudes de onda específicas.

Procedimiento: Se puso 50 ml de muestra de agua en un frasco Erlenmeyer de 250ml, se adiciona 5ml de la solución estabilizadora y 5ml de la solución cloruro de bario al 5%, se agita vigorosamente y se pasó hacer la lectura en un turbidimetría anotando los datos correspondientes.

Equipos

Turbidímetro: se dispone de turbidímetro HACH 2.100



Figura 5. Procesamiento de muestras para la determinación de los parámetros fisicoquímicos realizados en la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, ejecutados durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017.

d) Análisis estadístico.

Se aplicó los siguientes análisis estadísticos.

- Análisis de varianza (andeva)
- Prueba de tukey

- Software infostat

3.3.2 Determinación de coliformes totales y termotolerantes por el método Filtro de membrana

Método de filtración por membrana:

Para la detección de coliformes totales y coliformes Termotolerantes (*E. coli*) es utilizado el método de filtración por membrana, el cual es un método altamente reproducible, puede usarse para analizar volúmenes de muestra relativamente grande y se obtienen resultados en menor tiempo que con el NMP. Sin embargo, no puede aplicarse a cualquier tipo de muestra y tiene sus limitaciones también se encuentra entre los métodos estándar.

Fundamento del método filtración por membrana: La muestra de agua se hace pasar mediante vacío por un filtro de celulosa de 0.45 micras de tamaño de poro, para que queden retenidas en él, las bacterias de tipo coliformes y las mesófilas. El filtro es colocado en un medio de cultivo específico para lo que se desea determinar en la muestra (coliformes totales, coliformes fecales y microorganismos mesó filos), incubando a 35 grados centígrados más o menos dos grados durante 18 a 20 horas (PALMA, 1999)

Características del filtro de membrana:

Se debe utilizar filtro de membrana con un diámetro de poro que permita una completa retención de las bacterias coliformes. Se debe tener en cuenta que estos filtros estén libres de químicos susceptibles a inhibir el crecimiento y desarrollo bacteriano, que posean una velocidad de filtración satisfactoria. (MILLIPORE, 2005)

a). Frecuencia y horario de muestreo

Se recolecto 500ml de agua en las seis zonas de captación, dicho muestreo se realizó a partir de las 9:00am- 1pm, debido a que los puntos de captación se encuentran alejados, se pasó a tomar las muestras de los envases colocándolos en un cooler prevista de hielos para ser transportados al laboratorio B&C S.A.C ubicado en la ciudad de Juliaca.

b). Equipos y materiales

- Equipo de filtración: embudo y porta filtro poroso que se puedan trabar entre si y sean autoclavables; bomba de vacío; kitasato de 1 litro o mayor; trampa de agua entre el kitasato y la bomba de vacío.
- Balanzas de precisión
- Autoclave
- Mecheros
- Placas Petri esterilizadas
- Filtros de nitrocelulosa cuadrículados estériles de $0.45 \mu\text{m} \pm 002 \mu\text{m}$ de diámetro de poro.
- Pinzas de acero inoxidable para filtros tubos de ensayo de vidrio.
- Pipetas automáticas
- Material de vidrio estéril para la preparación del medio de cultivo
- Termómetros calibrados para controlar la temperatura de la incubadora
- Microondas
- Cinta de revelado de autoclave
- Reactivos
- Peptona
- Etanol
- Medio de cultivo M-FC Agar
- Agua destilada.

c) **Determinación para coliformes totales y coliformes termotolerantes.**

Se pasó a colocar la membrana de 0,45 mm en el soporte con una pinza esterilizada luego se homogenizo la muestra agitándola vigorosamente 25 veces, con movimientos de arriba abajo, seguidamente se pasó a verter 100ml de la muestra, en el vaso del filtro vacío, para hacer pasar la muestra a través de la membrana. El vacío no debe exceder de 15 libras de presión se enjuago el vaso tres veces, con porciones de 20 a 30 ml cada vez, con agua de dilución, y aplicar vacío igual que en la muestra cada vez que se procesen muestras incorporar un control de esterilidad de agua de dilución.

Una vez realizadas los procedimientos se pasó a retirar la membrana con una pinza esterilizada y se depositó en una placa Petri de vidrio, preparada previamente con 4 ml. de agar M Endo Les, las placas preparadas se guardaron en refrigeración y protegidas de la luz, se presiónó suavemente la membrana sobre el medio de cultivo utilizando pinza esterilizada seguidamente se incubaron, para coliformes totales con una temperatura de 35°C por 24 hrs y para coliformes termotolerantes 44°C por 24 hrs, después de las 24hrs,

se sacaron las muestras y Finalmente se contó las colonias de color rojo para coliformes totales en UFC/100 ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100ml.



Figura 5. Rotulando las muestras y tomando las muestras de agua de las seis captaciones para realizar el proceso de filtro de membrana.



Figura 6. Esterilizando las placas, Vaciando 100ml de la muestra en el vaso de filtro y conteo de colonias de color rojo para coliformes totales en UFC/100ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100m.

3.4. ANALISIS ESTADISTICO

Para llevar a cabo los resultados de este estudio de investigación se tuvieron que utilizar los siguientes análisis estadísticos se aplicó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), considerando los lugares de muestreo como tratamientos, teniendo en total 6 tratamientos con tres repeticiones que son considerados por zonas de captación.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$x_n = \mu + r_i + \beta_1 + \varepsilon_{ij}; i=1, 2, t \text{ (t=tratamientos)}$$

$$i = j \ 1, 2, r \text{ (r=bloques)}$$

Dónde:

ε_{ij} = Término que representa el error de su respectiva Y_{ij} se considera variable aleatoria distribuida en forma normal e independiente con media cero y variancia constante.

x_{ij} = Variable de respuesta observada en la unidad experimental ubicada en el j -ésimo bloque que recibe el tratamiento “ i ”

μ = Constante para toda observación, es la media de la población.

β_1 = Es el efecto del bloque “ j es igual ($\mu_i = \mu$) es decir a la diferencia entre el promedio poblacional del bloque y la media poblacional.

ε_{ij} = Término que representa el error de su respectiva Y_{ij} se considera variable aleatoria distribuida en forma normal e independiente con media y variancia constante.

ANALISIS DE VARIANZA (ANDEVA)

El análisis de varianza es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza esta particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas. El análisis de varianza parte de los conceptos de regresión lineal

$$Y_{ij} = \mu + r_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = sería el valor observado (variable dependiente) [valor j -ésimo del tratamiento i -ésimo], y es el efecto del tratamiento i .

μ = sería una constante que en la recta de regresión equivale a la ordenada en el origen,

r_i = es una variable que varía de tratamiento a tratamiento

ε_{ij} = es una variable aleatoria que añade a la función cierto error que desvía la puntuación observada de la puntuación pronosticada. Por tanto, a la función de pronóstico la podemos llamar "media del tratamiento i ".

a) PRUEBA DE TUKEY

Se aplicó la prueba de tukey para probar todas las diferencias entre medias de tratamiento de una experiencia. La única exigencia es que el número de repeticiones sea constante en todos los tratamientos. Este método se utilizó para comparar las medias de los tratamientos, dos a dos, o sea para evaluar las hipótesis:

Tukey = $Q(\alpha, t, Gl) * s$

α = nivel de probabilidad (5 % o 1%)

Gl = grados de libertad del error experimental.

s_{α} = el error estándar de media de tratamiento

b) SOFTWARE INFOSTAT

Se realizó también mediante el software InfoStat, en su versión libre para el análisis estadístico, para el procesamiento de los datos fisicoquímicos y bacteriológicos, este programa InfoStat es un software para análisis estadístico de aplicación general. Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CALIDAD FISICOQUIMICA REGISTRADA EN LAS ZONAS DE CAPTACION DE LA COMUNIDAD HERCCA-SICUANI-CANCHIS-CUSCO

Potencial de Hidrogeno (pH)

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani durante los tres meses de evaluación presentaron los siguientes valores promedio de pH, para la Captación 1: 7.44, Captación 2: 7.54, Captación 3: 7.40, Captación 4: 7.53, Captación 5: 7.47, Captación 6: 7.52, siendo el valor máximo registrado en la captación 4 y mínimo valor registrado en la captación 3 (**Tabla 1**).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados variaron entre 7.46 (mes de setiembre), 7.49 (mes de octubre), 7.49 (mes de noviembre) (**Tabla 1**).

Tabla 1. Valores de pH del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Potencial de hidrogeno (pH)						promedio	Desv. estándar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	7.42	7.52	7.4	7.57	7.4	7.45	7.46	0.070
Octubre	7.45	7.55	7.4	7.52	7.51	7.55	7.49	0.059
Noviembre	7.45	7.55	7.4	7.52	7.51	7.55	7.49	0.059
Promedio	7.44	7.54	7.4	7.53	7.47	7.52		
Desv. Estándar	0.17	0.17	0	0.44	0.64	0.58		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017

Los valores promedio de pH de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=6.57$, $g_l=5,12$; $F_t=3.11$ y 5.06) el análisis de significancia de Tukey indica que en las captaciones 3, 4 y 6; son las que están influyendo en la variación de datos registrados (**Figura 8**).

Por otro lado, no existió diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0.66$, $g_l=2,15$; $F_t=3.$, 68 y 6.36) (**Figura 27**).

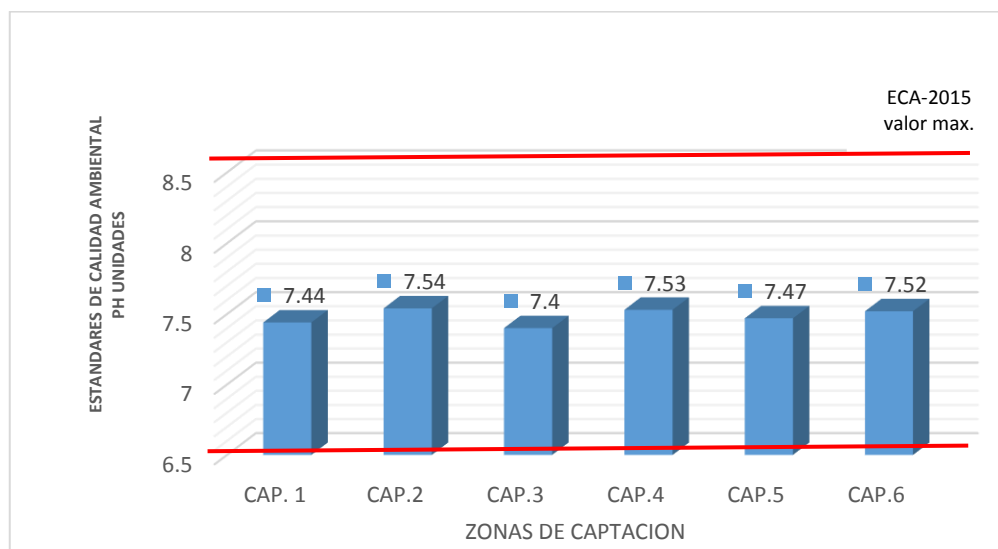


Figura 7. Valores de pH según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron similares a los obtenidos por Curo (2016), evaluó la calidad del agua de 12 pozos subterráneos con fines de consumo humano del distrito de Huata Puno determinando el pH fluctúan entre 7.8 – 6.9, siendo similares a los resultados obtenidos por Curasi (2010), quien evaluó la calidad de agua en 73 pozos subterráneos con fines de consumo doméstico de la ciudad de Puno, determinando el potencial de hidrogeniones (pH) valores que fluctúan entre 7.1 a 7.6 que representa aguas ligeramente alcalinas mientras que Petro y Wees (2014) quienes evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos en el municipio de Tubarco – Colombia, obteniendo los siguientes resultados que oscilan pH 7.08 – 7.55. Por otro lado, los resultados obtenidos por Yanapa (2012), Vence *et al.* (2009) en su estudio de calidad de agua obtuvieron resultados superiores a los registros de esta investigación

Quispe (2017) evaluó la calidad de agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa-Puno, obteniendo los valores de pH que varían entre 7.8 – 7.9, estos resultados tuvieron una divergencia con los resultados de Ortiz (2014) que determino la calidad de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico- Huánuco determinando el pH valores que oscilan entre 7.54 – 8.14. Por otro lado, Taipe y Cabrera, (2006) En la ciudad de Cusco en la cuenca del Rio Vilcanota, en su estudio consideró 5 estaciones de muestreo donde pH que estuvo en un rango de 7.71 a 7.82. Además, Mamani (2007), en su estudio realizado en Huanuara- Tacna considero 4 muestras del reservorio obteniendo un

promedio de pH 6.86.

El pH es un factor muy importante en los sistemas biológicos de las aguas naturales, valores extremos de pH pueden originar drásticas alteraciones en la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas (por ejemplo, cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc.), que tendrán efectos en los organismos hidrobiológicos. Fuera de este rango no es posible la vida como consecuencia de la desnaturalización de las proteínas. La variación del pH en las zonas de captación se debe a la presencia de lluvias temporales durante los meses que fueron recolectadas las muestras de agua.

Por consiguiente, de acuerdo los resultados obtenidos del análisis potencial de hidrógeno (pH) de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca, estas aguas cuentan con las condiciones necesarias para ser dotadas a la ciudad de Sicuani ya que están aptas para la producción de agua potable, (6.5 - 8.5 pH) emitidos por ECA-015-2015-MINAM.

Dureza total

Los valores promedio en las zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani obtuvieron los siguientes resultados: dureza total; para la Captación 1: 281.6 mg/l , Captación 2: 260.05 mg/l , Captación 3: 271.81 mg/l, Captación 4: 266.06mg/l , Captación 5: 267.13 mg/l, Captación 6: 349.06 mg/l , siendo el valor máximo registrado en la captación 6 y el mínimo valor registrado en la captación 2 (**Tabla 2**).

Según los meses de estudio los valores promedio determinados fueron 339.39 mg/l (mes de setiembre), 284.36 mg/l (mes de octubre), 284.36 mg/l (mes de noviembre) (**Tabla 2**).

Tabla 2. Valores de dureza total del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco, durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Dureza Total						promedio	Desv, estándar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	285.14	260.64	264	266.24	260.32	340	339.39	72.707
Octubre	280.59	259.76	275.72	265.98	270.54	353.6	284.36	34.690
Noviembre	280.59	259.76	275.72	265.98	270.54	353.6	284.36	34.690
Promedio	281.6	260.05	271.81	266.06	267.13	349.06		
Desv. Estandar	2.69	0.50	6.76	0.15	5.90	7.85		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017

Los valores de dureza total del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencias significativas ($F_c=7,634$, $g_l= 2, 15$; $F_t=3,68$ y $6,36$) el análisis de significancia de Tukey indica que las captaciones 5 y 6; son las que están influyendo en la variación de datos registrados (**Figura 9**). Por otro lado, no existió diferencia estadística significativa durante los meses de evaluación ($F=0,49$, $g_l=2,15$ $F_t=3,11$ y $5,06$), (**Figura 28**).

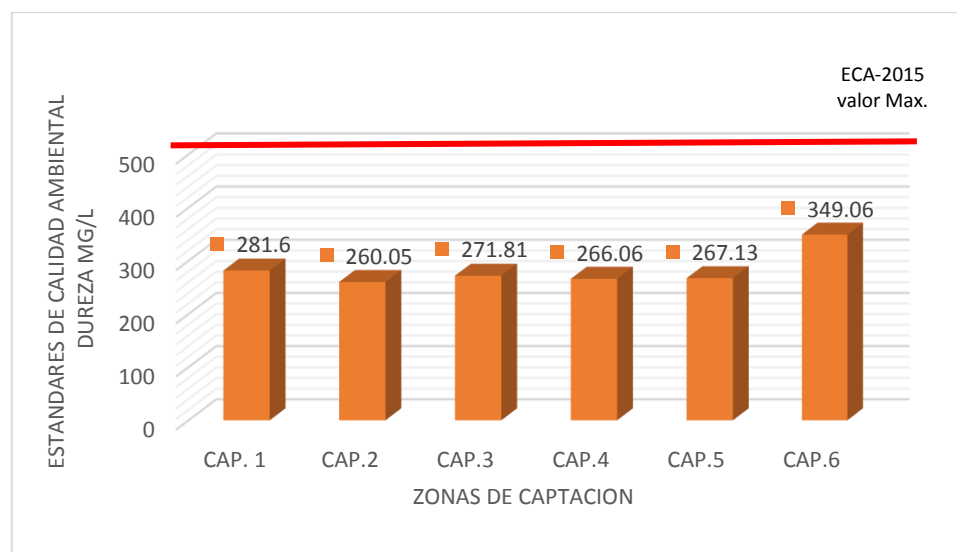


Figura 8. Valores de dureza según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, fueron inferiores a los resultados obtenidos por Curo (2016), evaluó la calidad del agua de 12 pozos subterráneos con fines de consumo humano del distrito de huata Puno determinando la dureza total $408.3 - 264.4 \text{ mg/l}$, mientras que Gonzales et al. (2007) Realizó el diagnóstico de la calidad de agua en 35 fuentes de agua para el consumo el promedio de resultado fue de la dureza total de 700 mg/l , siendo los resultados superiores. Por otro lado, Yana (2017), evaluó la calidad de agua en el sistema de abastecimiento de la ciudad de Azángaro- Puno, obteniendo valores de dureza total $273.11 - 261.16 \text{ mg/l}$ siendo así estos resultados superiores a los mencionados por Ortiz (2014), en cinco manantiales de Agua del distrito de Jacas Chico- Huánuco obteniendo los valores de $43.92 - 155.45 \text{ mg/l}$ de dureza total.

Las aguas duras favorecen la aparición de incrustaciones. Por otra parte, las aguas blandas son agresivas y facilitan la disolución de metales de las cañerías, provocando, entre otras enfermedades, saturnismo o intoxicación por plomo en aquellos abastecimientos en que

aún se conservan tuberías antiguas de plomo. Como también tienen directa responsabilidad en la acumulación de carbonatos de calcio en organismos acuáticos, algunas veces pueden estar causando daños para la vida acuática provocando efectos en la vegetación, fauna y en la superficie piezométrica. La variación de dureza total de las zonas de captación es causada por el origen de estas aguas ya que provienen de aguas subterráneas y a la vez presentan suelos calcáreos.

Los valores obtenidos de dureza total de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca, cuentan con las condiciones apropiadas para ser dotadas a la ciudad de Sicuani ya que están aptas para la producción de agua potable (500mg/l), emitidos por ECA-015-2015-MINAM

Alcalinidad

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio; Captación 1: 215.78mg/l , Captación 2: 190.77mg/l , Captación 3: 220.69mg/l, Captación 4: 179.33mg/l , Captación 5: 207.82mg/l , Captación 6: 259.41mg/l, siendo el valor máximo registrado en la captación 6 y mínimo valor registrado en la captación 4 (**Tabla 3**).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 200.20mg/l (mes de setiembre), 212.3mg/l (mes de octubre), 212.3 mg/l (mes de noviembre) (**Tabla 3**).

Tabla 3. Valores de Alcalinidad del agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Alcalinidad						Promedio	Desv. estándar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	212.77	197.97	218	180.5	185.74	206.2	200.20	14.919
Octubre	215.78	190.77	220.69	179.33	207.82	259.41	212.3	27.829
Noviembre	215.78	190.77	220.69	179.33	207.82	259.41	212.3	27.829
Promedio	214.77	193.17	219.79	179.72	200.46	241.67		
Desv. Estándar	1.73	4.15	1.55	0.67	12.74	30.72		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores obtenidos de alcalinidad del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=7,634$, $g_l=2,15$ $F_t=3,68$ y 6.36) el análisis de significancia de Tukey indica que en las captaciones son mayores en las

captaciones 4 y 6 son las que están influyendo en la variación de datos registrados (**Figura 10**). Por otro lado, no existió diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,49$, $g_l=5,12$ $F_t=3.11$ y 5.06) (**Figura 29**).

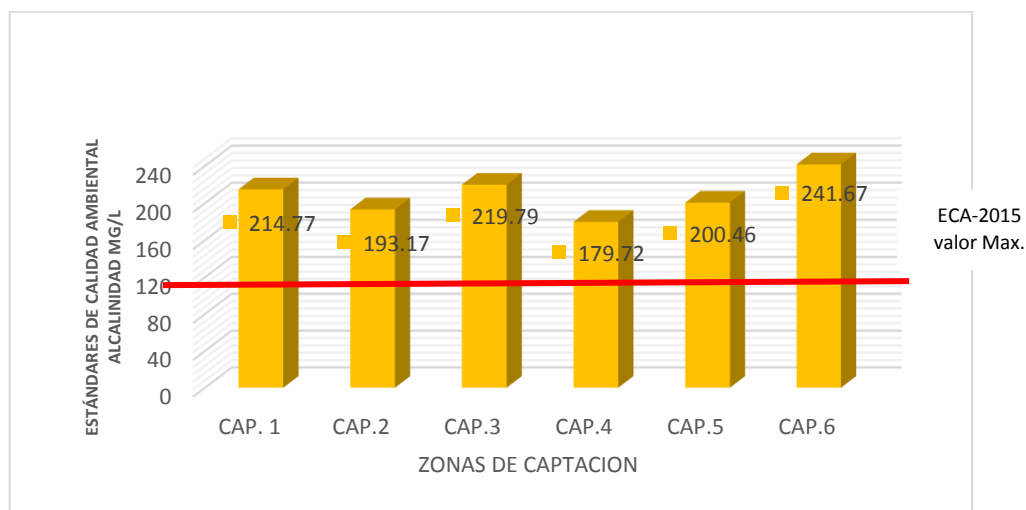


Figura 9. Valores de alcalinidad según las zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre – noviembre del año 2017.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio, se considera que los resultados son superiores a los realizados por Quispe (2017) quien evaluó la calidad del agua de seis manantiales del distrito de santa rosa- puno, obteniendo como resultado 45.79 – 132.52mg/l de alcalinidad, mientras que Curo (2016), evaluó la calidad de agua en pozos con fines de consumo humano en el distrito de huata- Puno, obteniendo los resultados 408.3 – 264.4mg/l de alcalinidad siendo estos mayores a los estudios realizados por Curasi (2010), evaluó la calidad de agua en 73 pozos subterráneos con fines de consumo doméstico de la ciudad de Puno obteniendo los valores de 38.52 a 404.46 mg/l de alcalinidad. Siendo inferiores a los obtenidos a Petro y Wees (2014), quienes evaluaron en el municipio de Tubarco – Bolívar, obteniendo parámetros de alcalinidad, variando en rangos de 55.2 a 302.4 mg/l.

La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH alrededor de 7, regulando los cambios bruscos del agua en los procesos lábiles del redox que influye en el mantenimiento de la diversidad biológica del ecosistema acuático. Sin embargo, se observa que la alcalinidad que sobrepasa los límites permisibles, afectan al hierro, manifestándose rápidamente hongos y bacterias debido a la acidez que determina la

precipitación del hierro conjuntamente con los fosfatos, haciendo que el ecosistema sea pobre en su productividad primaria. Los elevados resultados de alcalinidad de las zonas de captación se deben a que estas aguas son subterráneas y provienen de suelos con alto contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos.

Los resultados obtenidos del análisis de alcalinidad de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca no están aptas para ser dotadas a la ciudad de Sicuani ya que no están dentro los parámetros de producción de agua potable (120mg/l), emitidos por ECA-015-2015-MINAM

Cloruros

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de cloruros; Captación 1: 68.34mg/l, Captación 2: 96.76mg/l, Captación 3: 79.94mg/l, Captación 4: 60.02mg/l, Captación 5: 72.6mg/l, Captación registrado en la captación 4 (**Tabla 4**).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 75.93 mg/l (mes de setiembre), 73.4 mg/l (mes de octubre), 73.4 mg/l (mes de noviembre) (**Tabla 4**).

Tabla 4. Valores de Cloruros del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Cloruros						Promedio	Desv. estándar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	74.8	95.2	81.6	61.2	74.8	68	75.93	11.712
Octubre	65.11	91.54	79.11	59.43	71.6	73.61	73.4	11.214
Noviembre	65.11	91.54	79.11	59.43	71.6	73.61	73.4	11.214
Promedio	68.34	96.76	79.94	60.02	72.6	71.74		
Desv. Estándar	5.59	5.33	1.43	1.02	1.84	3.23		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores obtenidos de cloruros del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=42,37$, $g_l=5,12$ $F_t=3,11$ y 5.06) el análisis de significancia de Tukey indica que son mayores las captaciones 3, 4, 5 y 6; las cuales están influyendo en la variación de datos registrados (**Figura 11**). Por otro lado, no

existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,099$, $g_l=2,15$ $F_t=3,68$ y $6,36$) (**Figura 30**).

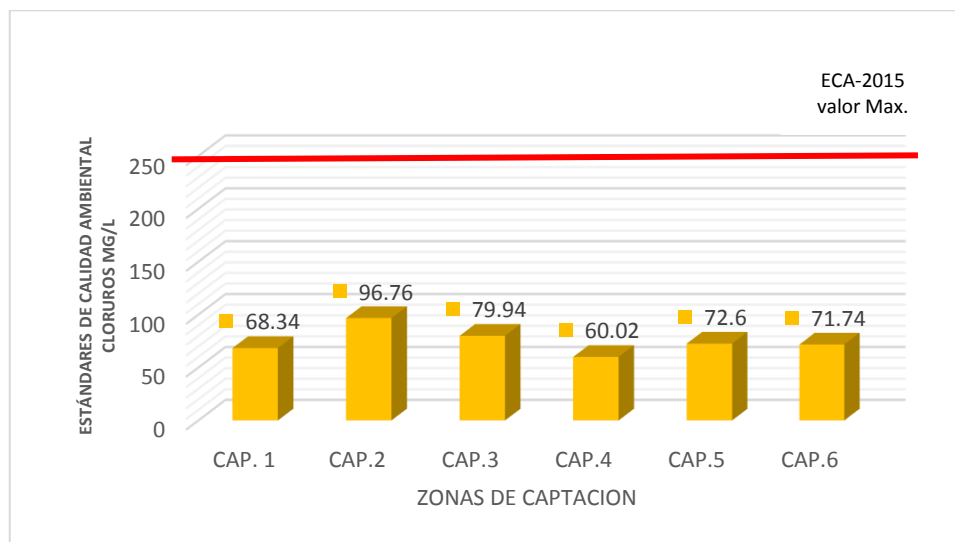


Figura 10. Valores de Cloruros según las zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, fueron superiores a los realizados por Ortiz (2014), y Quispe (2017) quienes reportan valores que oscilan entre 27.80 – 33.10mg/l y 5.94– 32.89mg/l respectivamente. Por otra parte Yana (2017), evaluó la calidad del agua en el sistema de abastecimiento de la ciudad de Azángaro- Puno, obteniendo resultados mayores de 46.88- 45.54mg/l cloruros, teniendo en cuenta los valores de Curasi (2010), evaluó la calidad de agua en 73 pozos subterráneas con fines de consumo doméstico de la ciudad de Puno obteniendo como resultados 25.50 a 286.50 mg/l, cloruros estando por encima de los valores mencionados, así mismo Gonzales et al. (2007) Realizó el diagnóstico de la calidad de agua en 35 fuentes de agua para el consumo obteniendo valores superiores de 350mg/l, cloruros. Así como también Petro y Wees (2014), quienes evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos en el municipio de Tubarco – Colombia, obtiene un promedio de 8.75 – 67.98 mg/l, que son inferiores a los resultados adquiridos por Curasi (2010).

La determinación de la concentración de los cloruros en el agua resulta de utilidad como indicador de contaminación por aguas residuales domésticas o superficiales, siendo un elemento de indicador de contaminación reciente. Los resultados de cloruros de las zonas

de captación se deben a la actividad antrópica como son la agricultura y el pastoreo de animales.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de análisis de cloruros indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca- Sicuani, están aptas para la producción de agua potable (250mg/l) emitidos por ECA-015-2015-MINAM

Sulfatos

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de sulfatos; Captación 1: 70.29mg/l , Captación 2: 65.21mg/l , Captación 3: 71.54mg/l, Captación 4: 67.66mg/l , Captación 5: 58.85mg/l , Captación 6: 64.80mg/l , siendo el valor máximo registrado en la captación 1 y mínimo valor registrado en la captación 5 (**Tabla 5**).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 62.6 (mes de setiembre), 68.3 (mes de octubre), 68.3 (mes de noviembre) (**Tabla 5**).

Tabla 5. Valores de Sulfatos del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Captaciones evaluadas						Promedio	Desv. estándar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	68.25	64.00	68.25	61.00	52.00	62.50	62.6	7.739
Octubre	71.32	65.82	73.19	70.99	62.28	65.96	68.3	4.198
Noviembre	71.32	65.82	73.19	70.99	62.28	65.96	68.3	4.198
Promedio	70.29	65.21	71.54	67.66	58.85	64.80		
Desv. Estándar	1.77	1.05	2.85	5.76	5.93	1.99		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores promedio de sulfatos del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=62,47$, $g_l=5,12$ $F_t=3,11$ y $5,06$) el análisis de significancia de Tukey indica que en la captación 6 está influyendo en la variación de datos registrados (**Figura 12**). Por otro lado no existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=2,629$, $g_l=2,15$ $F_t=3,68$ y 6.36) (**Figura 31**).

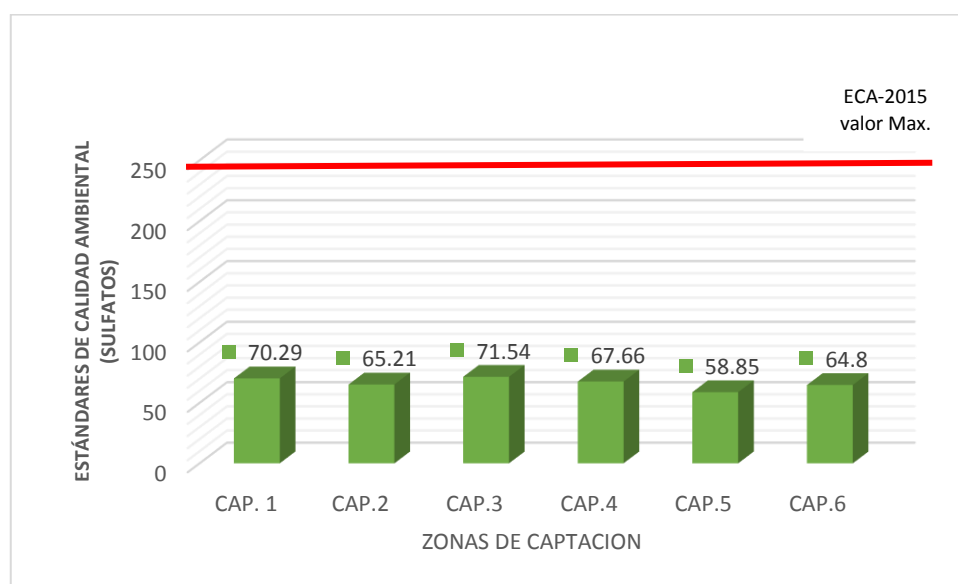


Figura 11. Valores de sulfatos según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017

Según los resultados de este proyecto se obtuvieron valores superiores a los realizados por Yanapa (2012), quien investigo la calidad del agua potable de la ciudad de Ilave- Puno; en la planta de tratamiento y reservorio obteniendo un valor promedio de 14.70 mg/l de sulfatos, valores que coinciden con el estudio realizado por Quispe (2017) evaluó la calidad del agua de seis manantiales del distrito de santa rosa- puno, obteniendo como resultado 1.91 – 14.60mg/l así mismo Yana (2017), evaluó la calidad del agua en el sistema de abastecimiento de la ciudad de Azángaro- Puno, teniendo los resultados 16.41– 16.33mg/l. Por otra parte, los resultados del estudio son inferiores a los reportes de Curasi (2010), quienes cifran valores que oscilan entre 16.0 a 218.00 mg/l, además Mamani (2007), reporta un valor promedio de 296mg/l.

Los sulfatos pueden tener su origen en que las aguas atraviesen terrenos ricos en yesos o a la contaminación con aguas residuales industriales. El contenido de sulfatos no suele presentar problema de potabilidad a las aguas de consumo, pero, en ocasiones, contenidos superiores a 300 mg/l pueden ocasionar trastornos gastrointestinales en los niños. Se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio pueden tener acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de bebida. Los resultados de sulfatos de las zonas

de captación se deben a la ubicación de estas galerías ya que se encuentran en suelos de bofedal y a la actividad antrópica como son la agricultura y el pastoreo de animales.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de análisis de sulfatos indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca- Sicuani están aptas para la producción de agua potable (250mg/l) emitidos por ECA-015-2015-MINAM.

Calcio

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de calcio; Captación 1: 89.71mg/l , Captación 2: 90.31mg/l , Captación 3: 106.93mg/l, Captación 4: 92.01mg/l , Captación 5: 94.98mg/l , Captación 6: 109.07mg/l siendo el valor máximo registrado en la captación 6 y mínimo valor registrado en la captación 1 (**Tabla 6**).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 96.47 (mes de setiembre), 97.52 (mes de octubre), 97.52 (mes de noviembre) (**Tabla 6**).

Tabla 6. Valores de Calcio del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Calcio						Promedio	Desv. estándar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	88.51	94.72	100.16	95.81	94.21	105.44	96.47	5.762
Octubre	90.32	88.11	110.32	90.12	95.37	110.89	97.52	10.415
Noviembre	90.32	88.11	110.32	90.12	95.37	110.89	97.52	10.415
Promedio	89.71	90.31	106.93	92.01	94.98	109.07		
Desv. Estandar	1.04	3.81	5.86	3.28	0.66	3.14		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores de calcio del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=18,75$, $g_l= 5$, 12 $F_t= 3,11$ y $5,06$) el análisis de significancia de Tukey indica que en las captaciones mayores se presentan en las captaciones 3, 4,5 y 6, son las que están influyendo en las variaciones de datos registrados (**Figura 13**). Por otro lado, no existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,02628$, $g_l= 2$, 15 $F_t=3,68$ y 6.36) (**Figura 32**).

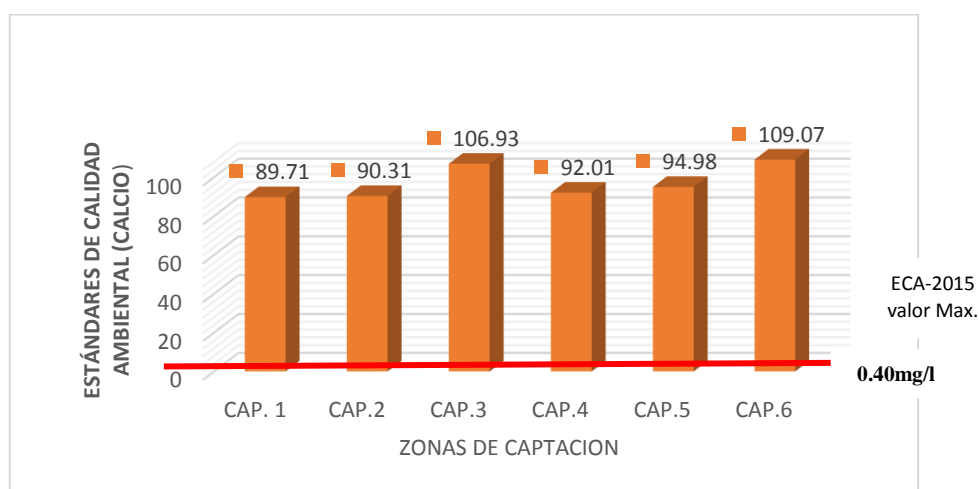


Figura 12. Valores de Calcio según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.

Según los resultados obtenidos se llegó a determinar que los valores obtenidos de calcio son mayores en comparación a los de Cava y Ramos (2016), quienes investigaron Caracterización físico – química y microbiológica del agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, obteniendo un valor promedio de 100mg/l Por otro lado Escudero y Pereyra (2016) realizaron estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta – Loreto llegaron a determinar los valores de Dza de calcio 5.57 determinado así que estas guas son muy blandas.

El ión calcio juega un papel importante en el desarrollo vegetal y regulación metabólica; un aumento en la concentración del calcio citoplasmático, activa la enzima 1,3 (b- glucan) sintetasa. Las elevadas concentraciones de calcio en las captaciones están asociadas al nivel de mineralización ya que provienen de aguas subterráneas y de suelos calcáreos.

De acuerdo a los resultados de análisis de calcio indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca no está aptas para la producción de agua potable (0.40mg/l) emitidos por ECA-015-2015-MINAM

Magnesio

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de magnesio Captación 1: 26.10mg/l , Captación 2: 25.45mg/l , Captación 3: 32.61mg/l, Captación 4: 28.74mg/l , Captación 5: 30.21mg/l , Captación 6: 31.29mg/l , siendo el valor máximo registrado en la captación 3 y mínimo valor registrado en la captación 2 (**Tabla 7**). Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 28.73 (mes de setiembre), 29.23 (mes de octubre), 29.23 (mes de noviembre) (**Tabla 7**).

Tabla 7. Valores de Magnesio del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Captaciones evaluadas						Promedio	Desv. estandar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	22.1	28.4	30.61	29.22	29	33.05	28.73	3.648
Octubre	28.11	23.98	33.61	28.5	30.82	30.41	29.23	3.238
Noviembre	28.11	23.98	33.61	28.5	30.82	30.41	29.23	3.238
Promedio	26.10	25.45	32.61	28.74	30.21	31.29		
Desv. Estandar	3.46	2.55	1.73	0.41	1.05	1.52		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores promedio de magnesio del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c = 5,831$, $g_l = 5,12$ $F_t = 3,11$ y $5,06$) el análisis de significancia de Tukey indica que son mayores en las captaciones 3 y 6 los cuales están influyendo en las variaciones de datos registrados (**Figura 14**). Por otro lado no existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c = 0,02628$, $g_l = 2,15$ $F_t = 3,68$ y $6,36$) (**Figura 33**).

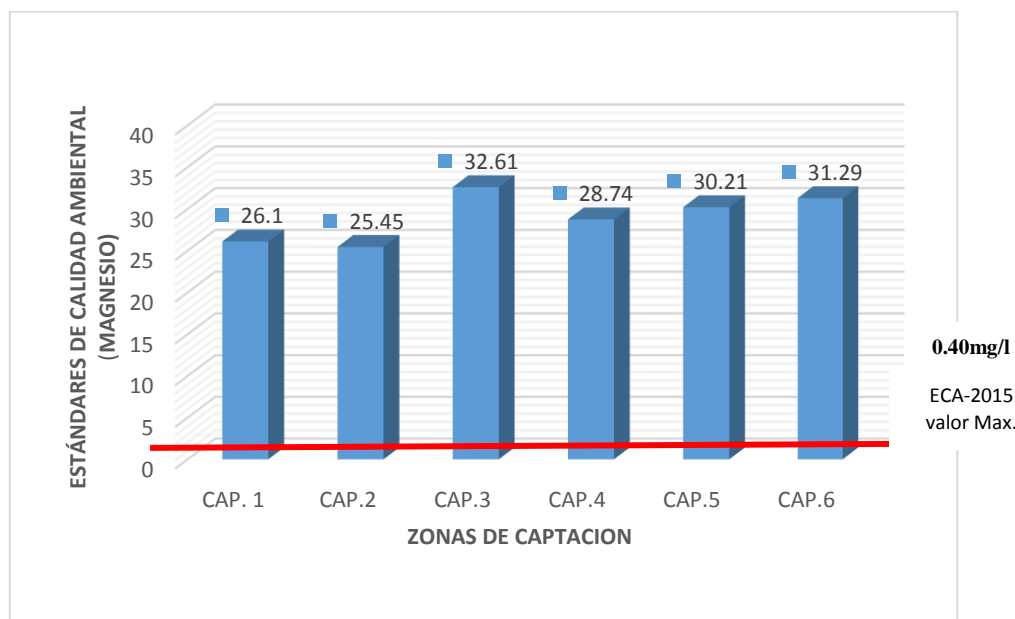


Figura 13. Valores de Magnesio según las zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuaní-Canchis-cusco.

Según los resultados obtenidos se llegó a determinar que los valores obtenidos de magnesio son similares en comparación a los de Cava y Ramos (2016), quienes investigaron Caracterización físico – química y microbiológica del agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, obteniendo un valor promedio de magnesio de 30mg/l por otro lado Escudero y Pereyra (2016) realizaron estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta – Loreto llegaron a determinar los valores Dza. de Mg=3,75 mg/L determinado así que estos guas son muy blandas.

Los suelos con alto contenido de magnesio intercambiable se presentan problemas de infiltración, aunque la función del magnesio en provocar problemas de toxicidad no está bien documentada., en la actualidad, la mayor parte de los investigadores están de acuerdo que este elemento lo absorben con un grado preferencial muy superior al sodio y ligeramente inferior al calcio. Los niveles de magnesio de las zonas de captación se deben a que estas aguas son subterráneas y provienen de suelos calcáreos.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de análisis de magnesio indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca no están aptas para la producción de agua potable (0.40mg/l) emitidos por ECA-015-2015-MINAM.

Solidos Totales

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de solidos totales Captación 1: 295.18mg/l, Captación 2: 278.45mg/l, Captación 3: 285.87mg/l, Captación 4: 283.66mg/l, Captación 5: 299.54mg/l, Captación 6: 379.86mg/l, siendo el valor máximo registrado en la captación 6 y mínimo valor registrado en la captación 2 (**Tabla 8**).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 305.12 mg/l (mes de setiembre), 303.08 mg/l (mes de octubre), 303.08 mg/l (mes de noviembre), (**Tabla 8**).

Tabla 8. Valores de Solidos Totales del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Solidos Totales						Promedio	Desv, estandar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	294.44	285.03	280.96	290.22	300.52	379.56	305.12	37.110
Octubre	295.56	275.16	288.33	280.39	299.06	380.01	303.08	38.737
Noviembre	295.56	275.16	288.33	280.39	299.06	380.01	30.308	38.737
Promedio	295.18	278.45	285.87	283.66	299.54	379.86		
Desv. Estandar	0.64	5.69	4.25	5.67	0.84	0.25		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores promedios de solidos totales del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=2,912$, $g_l=5,12$ $F_t= 3,11$ y $5,06$) el análisis de significancia de Tukey indica que en la captación 6 es la cual está influyendo en la variación de datos registrados (**Figura 15**).

Por otro lado, no existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,5967$, $g_l= 2, 15$ $F_t= 3,68$ y 6.36) (**Figura 34**).

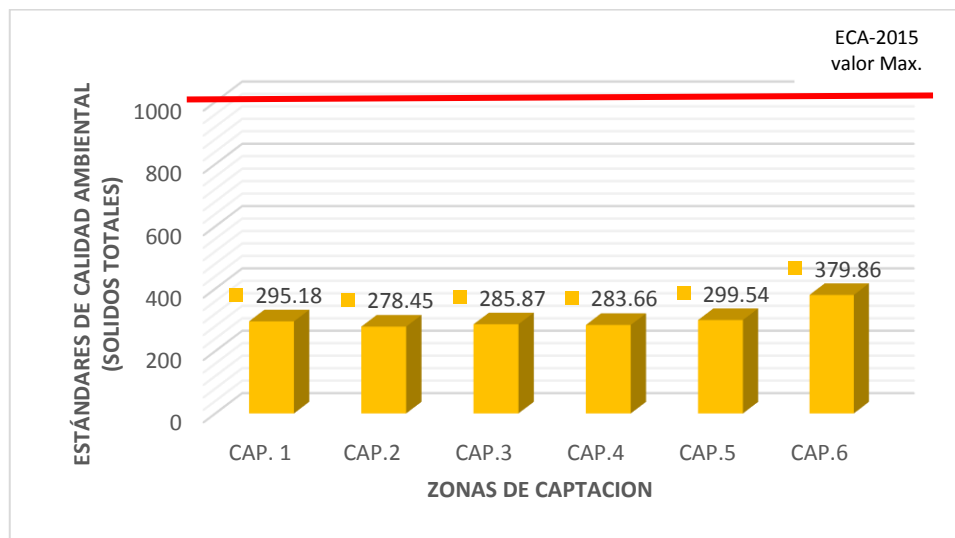


Figura 14. Valores de Sólidos totales según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuni-Canchis-cusco del año 2017.

Los valores promedio obtenidos en este estudio indica que son superiores a los estudios realizados por Petro y Wees (2014), quienes evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos en el municipio de Tubarco – Colombia, obteniendo resultados menores de 55.20 – 302.40 mg/l, similares a los estudios realizados por Ortiz (2014), en cinco manantiales de Agua del distrito de Jacas Chico- Huánuco determinando los parámetros para sólidos totales en un rango de 43 – 152mg/l , e inferiores citados por Quispe (2017) evaluó la calidad bacteriológica y físico química del agua de seis manantiales del distrito de santa rosa-puno, obteniendo valores para solidos totales en un rango de 15.83 – 108.19mg/l. De acuerdo a los estudios de Vence *et al* (2009) en su estudio de aguas subterráneas en La Paz y San Diego - Colombia obteniendo un rango de 120 mg/L – 263.0 mg/ así mismo Yanapa (2012), investigo la calidad organoléptica, fisicoquímica y bacteriológica del agua potable de la ciudad de Ilave- Puno en la planta de tratamiento y reservorio que llego a obtener un promedio de 123.37 mg/l. para solidos totales.

Curo (2016), evaluó la calidad agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de huata- Puno, obteniendo valores de 1224.0 – 635.3mg/l).Así mismo Baccaro (2006), En Mar de la plata se realizó el análisis microbiológicos y físico- químicos del agua para el consumo humano, obteniendo un valor promedio de 400mg/teniendo una similitud con Mamani (2007), por otro lado, los estudios realizados por Yana (2017) reportan valores

entre 284.64 – 272.75mg/l teniendo una similitud con los estudios realizados por Curasi (2010).

Las altas concentraciones de sólidos disueltos son producidas por el arrastre de materiales, cantidades elevadas se manifiestan en la muerte de organismos hídricos que filtran sus alimentos. Los sólidos totales en las zonas de captación son causados por la actividad antrópica del hombre como son, la agricultura y el pastoreo de animales como también proceden de aguas subterráneas.

Luego de evaluar los resultados de los parámetros sólidos totales, indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca están aptas para la producción de agua potable (1000mg/l) emitidos por ECA-015-2015-MINAM.

Turbiedad

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de turbiedad Captación 1: 5.6UNT, Captación 2: 4 UNT, Captación 3: 5.3UNT, Captación 4: 4UNT, Captación 5: 6.3UNT, Captación 6: 5.3UNT, siendo el valor máximo registrado en la captación 5 y mínimo valor registrado en la captación 2 y 4 (Tabla 9).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados fueron 0.819 (mes de setiembre), 1.211 (mes de octubre), 1.211 (mes de noviembre) (Tabla 9).

Tabla 9. Valores de Turbiedad del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Turbiedad						promedio	Desv. estandar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	5	4	6	4	5	4	4.6	0.819
Octubre	6	4	5	4	7	6	5.3	1.211
Noviembre	6	4	5	4	7	6	5.3	1.211
Promedio	5.6	4	5.3	4	6.3	5.3		
Desv. Estandar	0.58	0	0.57	0	1.15	1.15		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores promedio de turbiedad del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=2,912$, $g_l= 5$, 12 $F_t= 3,11$ y $5,06$) el

análisis de significancia de Tukey indica que la captación 6, es la cual está influyendo en las variaciones de los datos registrados (**Figura 16**). Por otro lado, no existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,7407$, g_l 2, 15 $F_t=3,68$ y $6,36$) (**Figura 35**).

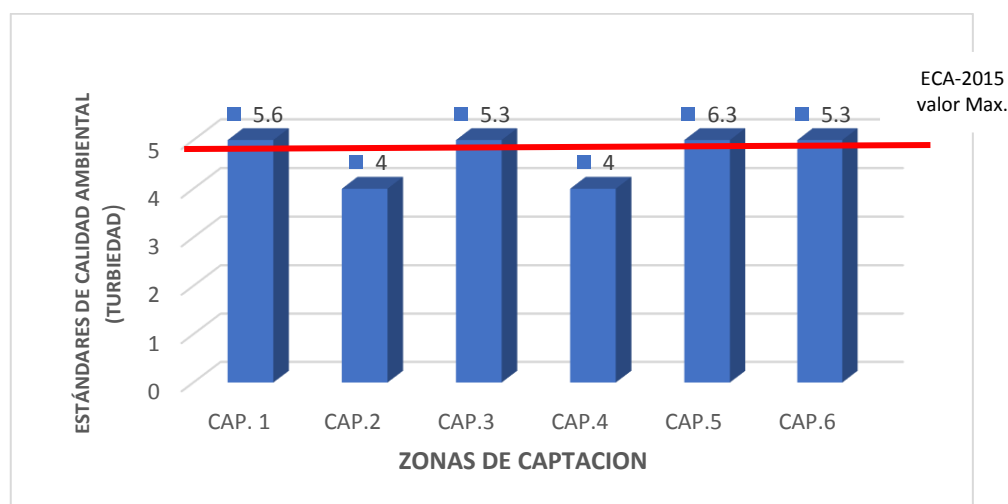


Figura 15. Valores de turbiedad según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.

Los valores obtenidos en este estudio indica que son superiores a los reportes por Ortiz (2014), determino la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico- Huánuco, reportando los siguientes resultados 0.07 – 0.76 UNT así mismo Curo (2016), evaluó la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata- Puno, obteniendo los resultados 3.0 -1.6 UNT teniendo una similitud con Petro y Wees (2014), evaluó parámetros fisicoquímicos en el municipio de Tubarco – Colombia, obteniendo los valores de 0.13 – 1.79 UNT, inferiores con respecto a los resultados obtenidos por Quispe (2017) evaluó la calidad bacteriológica y físico química del agua de seis manantiales del distrito de santa rosa- puno, teniendo los valores de turbiedad ; 3.83 -7.00 UNT mientras que Vence *et al* (2009) en su estudio de aguas subterráneas en La Paz y San Diego - Colombia e reportaron los siguientes resultado obteniendo valores de 0 - 23,3 UNT relacionado a los parámetro de turbiedad.

Las partículas que participan en el aumento de la turbidez, al tener una estructura amorfa, pueden albergar en su interior microorganismos, haciendo dificultosa la acción de los

desinfectantes. Es por ello que se requiere, al inicio de la etapa de potabilización del agua, el ingreso de la misma con valores mínimos de turbidez. Los resultados obtenidos indica que las captaciones 1, 3,5 y 6 son superiores a los estándares de calidad ambiental, es causada por la sedimentación de estas aguas subterráneas, causada por la presencia de lluvias durante los meses que fueron recolectadas las muestras.

Luego de evaluar los resultados de los parámetros de turbiedad, indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca solo 2 captaciones están aptas para ser dotadas a la ciudad de Sicuani como son las captaciones 2 y excepto las captaciones 1, 3,5 y 6 pues están se encuentran por encima de los parámetros (5 UNT) emitidos por ECA-015-2015-MINAM

Conductividad Eléctrica

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de conductividad eléctrica fueron; Captación 1: 594 uS/cm, Captación 2: 556 uS/cm, Captación 3: 570 uS/cm, Captación 4: 563uS/cm, Captación 5: 599 uS/cm, Captación 6: 760 uS/cm, siendo el valor máximo registrado en la captación 6 y mínimo valor registrado en la captación 2 (**Tabla 10**). Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 610 uS/cm (mes de setiembre), 606 uS/cm (mes de octubre), 606 uS/cm (mes de noviembre) (**Tabla 10**).

Tabla 10. Valores de Conductividad eléctrica del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Conductividad Eléctrica						promedio	Desv. estandar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	600	570	561	570	601	759	610	74.81
Octubre	591	550	575	560	598	760	606	77.74
Noviembre	591	550	575	560	598	760	606	77.74
Promedio	594	556	570	563	599	760		
Desv. Estandar	5.19	11.57	8.09	5.78	1.73	0.70		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de ciencias agrarias de la UNA-Puno

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores obtenidos de Conductividad eléctrica del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=17594,8$, $g_l=5,12$ $F_t=3,11$ y 5.06) siendo mayores en las captaciones ,5 y 6; las cuales están influyendo en la variación de datos registrados (**Figura 17**). Por otro lado, no existió la diferencia

estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,006871$, $g_l=2,15$ $F_t=3,68$ y $6,36$) (**Figura 36**).

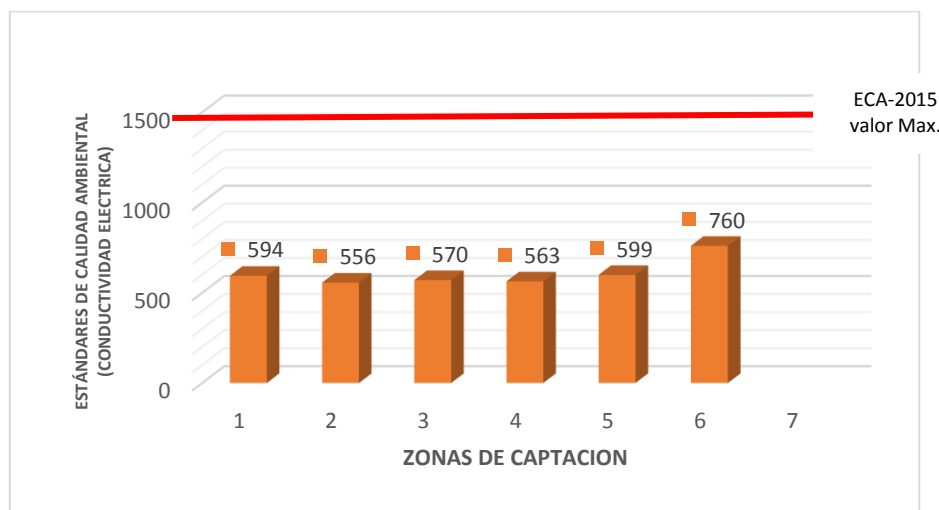


Figura 16. Valores de Conductividad eléctrica según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.

Los resultados obtenidos de esta investigación fueron inferiores a los reportados por Baccaro (2006), que determinó un promedio de conductividad eléctrica de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, quien en su estudio del análisis físico químico del agua para el consumo humano obtuvo dicho valor, así mismo Petro y Wees (2014), evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos en el municipio de Tubarco – Colombia, obteniendo los siguientes resultados de Conductividad eléctrica, que oscilaron entre 158.60 – 947.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$; mientras que Montes de Oca (2009) en: El Rincón, El Pedregal y San Francisco del Valle del Yeguaré y Zamorano (Honduras); reportó los valores de conductividad eléctrica que oscilan entre 153.9 – 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Curasi (2010), evaluó la calidad de agua en 73 pozos subterráneos con fines de consumo doméstico de la ciudad de Puno, determinando los siguientes parámetros de conductividad eléctrica que oscilaron entre (0.95 a 7.18 mS/cm), así mismo los valores reportados por Ortiz (2014), determinó la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de Agua del distrito de Jacas Chico- Huánuco, reportando los siguientes resultados inferiores de conductividad eléctrica que fluctuaron entre (0.32 – 0.62 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

La conductividad eléctrica está influenciada por una combinación de propiedades físico-químicas del sustrato y alterar el contenido de materia orgánica, humedad del sustrato y la capacidad de intercambio catiónico. Los resultados de conductividad eléctrica de las

zonas de captación son generados por la variación de temperatura del ambiente, temporadas de calor y de lluvias, así mismo la crianza de animales como también el origen de las aguas subterráneas y el tipo de suelos que poseen estas.

Una vez evaluados los resultados de los parámetros de conductividad eléctrica, indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca están aptas para la producción de agua potable emitidos por ECA-015-2015-MINAM.

4.2 CALIDAD BACTERIOLOGICA REGISTRADOS EN LAS ZONAS DE CAPTACION DE LA COMUNIDAD DE HERCCA-SICUANI-CANCHIS-CUSCO

Coliformes totales

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de coliformes totales; Captación 1: 36.6 UFC/100ml Captación 2: 32.6 UFC/100ml, Captación 3: 0 UFC/100ml, Captación 4: 16.6 UFC/100ml, Captación 5: 3.3 UFC/100ml, Captación 6: 45.3 UFC/100ml, siendo el valor máximo registrado en la captación 6 y mínimo valor registrado en la captación 3 (**Tabla 11**).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 16.3 UFC/100ml (mes de setiembre), 20.5 UFC/100ml (mes de octubre), 16.5 UFC/100ml (mes de noviembre) (**Tabla 11**).

Tabla 11. Valores de Coliformes Totales del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre a noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Coliformes Totales						promedio	Desv. estandar
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6		
Setiembre	8	8	0	10	4	48	15.6	16.3
Octubre	54	48	0	12	3	43	32.0	20.5
Noviembre	48	42	0	28	3	45	33.2	16.5
Promedio	36.6	32.6	0	16.6	3.3	45.3		
Desv. Estandar	25.0	21.5	0	9.8	0.57	2.51		

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio B&C S.A.C. Juliaca- Puno.

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores de coliformes totales del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa ($F_c=3,542$, $g_l=4,10$ $F_t=3,48$ y 5.99) siendo mayor en las captaciones 6; la cual está influyendo en la variación de datos registrados (**Figura 18**).

Por otro lado, no existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,891$, $g_l=2,15$ $F_t=3.68$ y 5.99) (**Figura 37**).

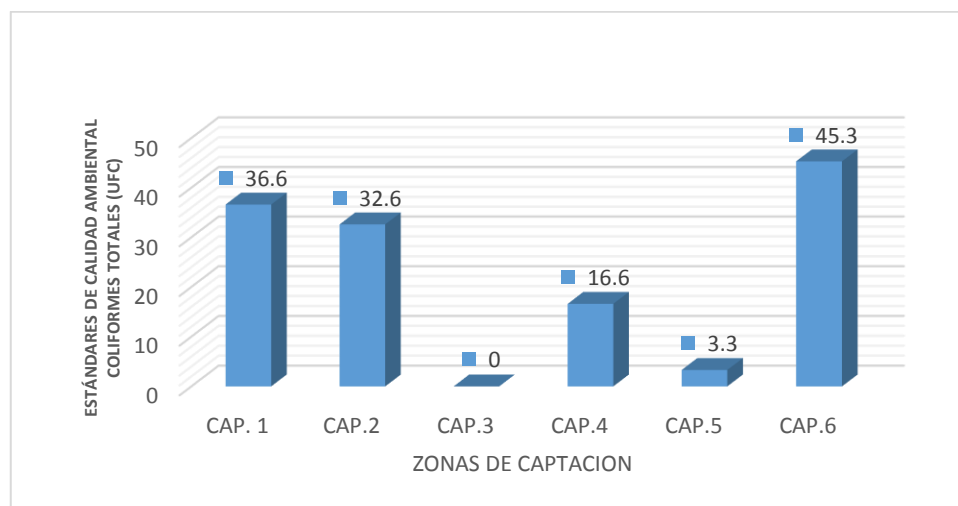


Figura 17. Valores de coliformes totales s según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio fueron inferiores a los realizados por Curo (2016), evaluó la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata- Puno, obteniendo los resultados de coliformes totales en promedio de 0.3 - 331.0 UFC/100ml por otro lado Ramírez et al (2009), realizó la calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec – México, para coliformes totales cuyos resultados promedio fueron de 12-107 UFC/100ml en trece pozos que presentaron contaminación y el resto oscila entre 1 y 5 UFC/100ml , Mientras que Gonzales et al. (2007) Realizó el diagnóstico de la calidad de agua en 35 fuentes de agua para el consumo en las comunidades del sector municipio de león (Nicaragua) Los resultados microbiológicos de coliformes totales fueron 65 UFC/100ml.

Un alto nivel de bacterias coliformes totales, por lo general indica la presencia en el agua una cantidad de heces y otros materiales orgánicos sin tratar, que pueden tener un serio impacto en el ambiente. La materia orgánica que acoge a la bacteria se descompone aeróbicamente, lo que puede disminuir seriamente los niveles de oxígeno y causar la muerte de peces y otros ejemplares de la vida silvestre que dependen del oxígeno.

Los resultados de las zonas de captación 1,2 y 6 son valores que indican la presencia de coliformes totales, en caso de las captaciones 1 y 2 existe la crianza de animales vacunos

y a sus alrededores la producción agrícola. La ubicación de la captación 6 es aproximadamente a 5km de distancia de las otras, estas cinco captaciones conducen por galerías filtrantes contaminantes que son concentrados en la captación 6.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de análisis de coliformes totales indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca están aptas para ser dotadas a la ciudad de Sicuani (50 UFC/100ml y 20 UFC UFC/100ml) emitidos por ECA-015-2015-MINAM.

Coliformes termotolerantes

Las seis zonas de captación evaluadas en Hercca- Sicuani presentaron los siguientes valores promedio de coliformes termotolerantes; Captación 1: 0UFC/100ml Captación 2: 2 UFC/100ml, Captación 3: 0 UFC/100ml, Captación 4: 2UFC/100ml, Captación 5: 0 UFC/100ml, Captación 6: 0UFC/100ml, siendo el valor máximo registrado en la captación 2 y 4 y mínimo valor registrado en la captación 1,3,5 Y 6 (**Tabla 12**).

Según los meses de estudio los valores promedios determinados oscilaron entre 2 UFC/100ml (mes de setiembre), 0 UFC/100ml (mes de octubre), 0 UFC/100ml (mes de noviembre) (**Tabla 12**).

Tabla 12. Valores de Coliformes Termotolerantes del agua de las seis zonas de captación en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-Cusco durante los meses setiembre - noviembre del año 2017.

Meses de muestreo	Coliformes Termotolerantes						promedio
	Captación 1	Captación 2	Captación 3	Captación 4	Captación 5	Captación 6	
Setiembre	0	2	0	2	0	0	2
Octubre	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	0	2	0	2	0	0	

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio B&C S.A.C. Juliaca- Puno.

Autor: Phamela Pacori Chavez, 2017.

Los valores de coliformes termotolerantes del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación presentaron diferencia significativa (Fc=148,1, gl=4,10 Ft=3,48 y 5.99) (**figura 37**).

Por otro lado, si existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación (Fc=0,891, gl=2,15 Ft=3.68 y 5.99) (**Figura 19**).

Los valores de coliformes termotolerantes del agua de las seis captaciones según las zonas de evaluación no presentaron diferencia significativa (**Figura 38**).

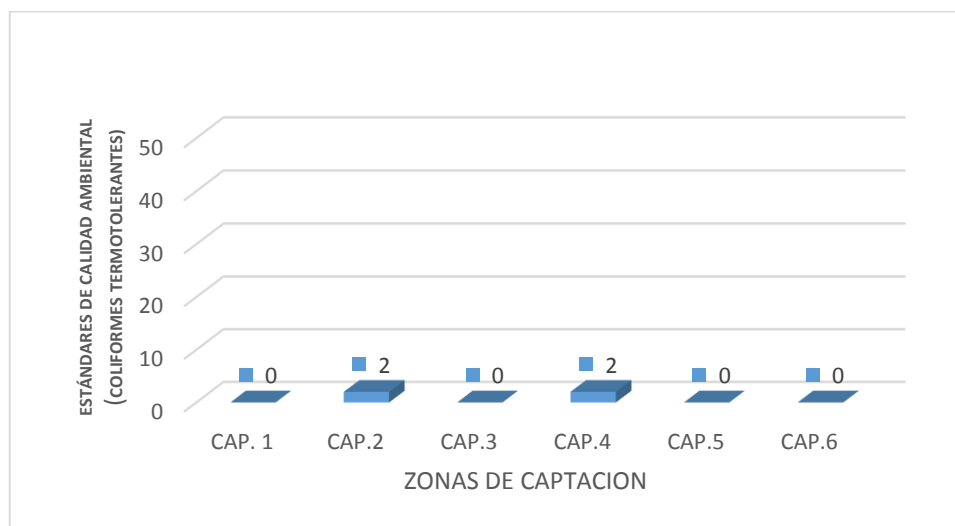


Figura 18. Valores de Coliformes termotolerantes según las zonas de captación durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani-Canchis-cusco del año 2017.

Según los resultados de esta investigación, los valores obtenidos fueron inferiores a los reportados por Curo (2016), evaluó la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata- Puno, obteniendo los resultados de coliformes termotolerantes (0.3 - 3.3 UFC/100ml), mientras que Gonzales et al. (2007) realizó la calidad de agua en 35 fuentes de agua para el consumo en las comunidades del sector municipio de León Nicaragua obteniendo resultados para coliformes fecales 3UFC /100ml, valores que no coinciden con Orozco et al., (2008) en sus estudios de aguas superficiales y subterráneas, en el río Pumpuapa – México; obtuvo los resultados para coliformes fecales 457 – 4358 UFC /100 ml en las zonas de mayor actividad antropocéntrica, así mismo Ramírez et al (2009), realizó la calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec – México, para coliformes fecales fueron de 10-107 UFC/100ml.

Un alto nivel de bacterias coliformes fecales, por lo general indica la presencia en el agua una cantidad de heces y otros materiales orgánicos sin tratar, que pueden tener un serio impacto en el ambiente. La materia orgánica que acoge a la bacteria se descompone

aeróbicamente, lo que puede disminuir seriamente los niveles de oxígeno y causar la muerte de peces y otros ejemplares de la vida silvestre que dependen del oxígeno.

La presencia de coliformes termotolerantes contribuye al crecimiento de algas y malezas acuáticas, que también son capaces de reducir los niveles de oxígeno y de bloquear el flujo continuo de agua. Los resultados de las zonas de captación 2 y 4 son los valores que indica la presencia de coliformes termotolerantes, estas galerías se ubican en zonas de bofedal así mismo existe la crianza de animales vacunos como también la variación de temperatura en que estas muestras provistas de hielo fueron trasladados de Sicuani a Puno.

Por consiguiente, según los resultados de análisis de coliformes termotolerantes indican que el agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca están aptas para ser dotadas a la ciudad de Sicuani ya están dentro de los estándares (50 UFC/100ml y 20 UFC/100ml) aptas para la producción de agua potable emitidos por ECA-015-2015-MINAM.

V. CONCLUSIONES

- a. El agua de estas captaciones destaca especialmente por su calidad y cuenta con las garantías desde el punto de vista sanitario como relacionado con el cumplimiento los estándares de calidad ambiental con una aceptabilidad de un 95%, en los cuales los análisis fisicoquímico presento valores de potencial de hidrogeno (pH) oscilo entre 7.54 a 7.40 unidades, la dureza total varió entre 349.06 a 260.05 mg/l, la alcalinidad oscilo entre 241.67 a 179.72 mg/l ,en contenido de cloruros oscilo entre 96.76 a 60.62 mg/l, los sulfatos varió entre 71.54 a 58.85 mg/l, el contenido de calcio fluctuó entre 109.07 a 89.71 mg/l, el magnesio oscilo entre 32.61 a 25.45 mg/l, el contenido de sólidos totales oscilo entre 379.86 a 278.45 mg/l, la turbiedad fluctuó entre 6.3 a 4.0 UNT, el contenido de conductividad eléctrica oscilo entre 760 a 5.56 uS/cm. Los parámetros fisicoquímicos de las seis captaciones de la Comunidad Hercca Sicuani, según los análisis realizados estos se encuentran dentro de los estándares excepto el nivel de Alcalinidad, Calcio, Magnesio y Turbiedad que sobrepasan los Estándares Nacional de Calidad Ambiental según (ECA-015-2015-MINAM).

- b. La calidad bacteriológica del agua de las seis zonas de captación de la comunidad Hercca – Sicuani, en los análisis de coliformes totales fluctuó entre 45.3 UFC a 0 UFC y coliformes Termotolerantes vario entre 2 UFC a 0 UFC. Los parámetros bacteriológicos de las seis captaciones de la Comunidad Hercca Sicuani, se encuentran dentro de los valores permitidos (ausencia/100ml) emitidos según el Estándar Nacional de Calidad del agua (ECA-015-2015-MINAM). Se llegó a la conclusión de que estas aguas si son aptas para la producción de agua potable.

VI. RECOMENDACIONES

Para garantizar que las zonas de captaciones de agua para potabilizar sea de buena calidad se recomienda realizar un estudio de DBO, que permitirá medir la concentración de contaminantes orgánicos.

Establecer un programa y seguimiento de la calidad de agua de las seis zonas de captaciones en las diferentes épocas del año lluvioso y seco para su posterior potabilización, haciéndola apta para el consumo humano, cumpliendo con las normativas de los Estándares de Calidad Ambiental del agua, el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

Se recomienda realizar un estudio de las actividades antrópicas en las seis zonas de captación y evitar la presencia de animales vacuno con el fin de identificar la presencia de la contaminación de origen fecal.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acaso, E., Martín, M., Moya, M^a. E., Ruíz, B, Calonge, A. (2006). Geología y geomorfología del campus externo de la Universidad de Alcalá. Cuadernos del Campus. Naturaleza y Medio Ambiente. España.
- Acosta, S. (2008). Saneamiento ambiental e higiene de los alimentos/ Environmental sanitation and food hygiene. Córdoba – Argentina; 2da ed. Editorial brujas. Impresa en Córdoba.
- APHA – AWWA- WPCF. (2000). Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual. 17vo Edición. Editorial Díaz de Santos. Madrid – España. 1147- 423pp.
- Arumi, J., Nuñez, J., Salgado, L. & Claret, M. (2006). Evaluación del riesgo de contaminación con nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en Chile. Rev. Panamá. Salud Pública. Vol. 20 (6).
- Arango, M.; Alvares, L.; Arango, G.; Torres, O. y Monsalve, A. (2008). Calidad del agua en las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. Medellín, Colombia. Revista EIA. 9, 121-141pp.
- Aurazo M. Manual para análisis básicos de calidad del agua. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente. Lima - Perú. OPS/OMS/CEPIS/PUB. 2004: 04.103
- Baccaro, K., Degorgue, M., Lucca, M., Picone, L., Zamuner, E.& Ancheoli, Y. (2006). Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de mar de Plata. Rev. Investigaciones Agropecuarias. Argentina. Vol.35. N°. 3.
- Carrillo, M., Salinas, A. (1998). Manual de laboratorio de análisis químico cuantitativo. Arequipa – Perú: Universidad Santa María.
- Castro, M. (1986). Procedimientos simplificados de análisis químicos de aguas residuales. Lima –Perú 105 pp,

- Cabelli C.; Dufour E.; Mc Cabe J.; Levin A. (1983). A marine recreational water quality criterion consistent with indicator concepts and risk analysis. *Journal WPCF*. 55 (10): 1306-1314pp.
- Curasi, L. (2010). Evaluación de la calidad de agua subterránea con fines de consumo doméstico de la ciudad de Puno. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de ingeniería Agrícola. Puno, Perú. 172 pp.
- Contreras, G.J; Cocha, J.M.; Martínez, A.M y Aurazo, M. (1996). Efecto Bactericida de Catabolitos de *Pseudomonas aeruginosa* sobre Coliformes fecales en Agua de Consumo. Lima.
- Cuéllar, N. y Duarte, R. (2001). Alteración del ciclo hidrológico en El Salvador tendencias y desafíos para la gestión territorial. Programa salvadoreño de investigación sobre desarrollo y medio ambiente (Prisma). El Salvador, Nicaragua.
- Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessment. A guide to use of biota, sediments and wáter in environmental monitoring*. Sefunda Edicion. London. UNESCO/WHO/UNEP. 626 pp.
- Chullunquia, B. (2005). Contenido Bacteriológico en Aguas provenientes de cuatro Manantiales para consumo humano del Barrio Santiago de Chejoña Puno. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional de Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Puno, Peru.
- Curo, M. (2016). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional de Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Puno, Perú. 99pp
- DIGESA Y SEDAPAL. (2011). Evaluación de muestras de aguas de Rio Rímac. Lima, Perú 120pp.

- EMSA PUNO. S.A. (2012). Análisis Fisicoquímico y Microbiológico de fuentes de Agua de Captación Totorani y Aracmayo. Puno, Perú.
- Escudero B. y Pereyra S. Estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la quebrada Zaragoza, ciudad de nauta – Loreto. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico. Iquitos-Perú. 81pp
- EPS CHAVIN S.A. (2012). Resultados de los ensayos fisicoquímicos y microbiológicos de la zona urbana de Huaraz e Independencia. Huaraz, Perú .72pp.
- Fernández M. y Fernández O. (2007). Evaluación de la calidad físico - química y bacteriológica del agua subterránea en pozos criollos del municipio de Moa. Rev. De Minería y Geología. Vol.23, N° 4: 1 – 10pp.
- Fonturbel F. (2005). Indicadores Fisicoquímicos y Biológicos del proceso de eutrofización del lafo Titicaca (Bolivia). Revista de Ecología Aplicada. Vol. 4, N°. 1,2:P. 135- 141pp.
- Fawell J, y Nieuwenhuijsen M. J. Contaminants in drinking water, environmental pollution and health. Br. Med. Bull., 2003; 68(1): 199-208
- FAO: RIEGO Y DRENAJE. (1997). W2598/S- 55. CANADA. Departamento de agricultura consultado 28 jul 2007.
- Fuente F., Campas N., Aguilar B. y Meza M. (2007). Calidad microbiológica del agua de consumo de tres comunidades rurales del sur de Sonora - México. 7pp.
- Gonzales, O., Aguirre, J., Saugar, G., Orozco, L., Álvarez, G., Palacios, K. & Guevara, O. (2007). Diagnóstico de la calidad de agua de consumo humano en las comunidades del sector rural nor este del municipio de León, Nicaragua. Rev. Universitas, vol.1 (1)
- García, A. (2012). Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. 6, 27-36pp.

- Galdiano V., Souza M., Borella I. y Quaglia C. (2007). Manual de Perforación de Pozos Tubulares para Investigación y Captación de Agua Subterránea en el «Sistema Acuífero Guaraní» Primera edición, Montevideo. 178pp.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. (4ta. ed.) México: McGraw-Hill. 882pp.
- Hirata, R. y Rebouças, A. (2001). La protección de los recursos hídricos subterráneos: una visión integrada, basada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos. 92pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, EPIDEMIOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA. (1992). Criterios para el perfeccionamiento de las Normas de Calidad Sanitaria de las aguas de Uso recreativo. Ministerio de Salud. CUBA.
- Kiely G. (2003). Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. *Editorial Mc Graw Hill*. 481pp.
- Mamani, E, (2007). Análisis físico- químico y biológico del agua para consumo humano en el distrito de Huanuara en Tacna. Tacna – Perú: Revista Ciencia y desarrollo
- Martin, A. &, M. (2009). Contaminación química de aguas para consumo en la periferia urbana en la localidad de Miramar, Provincia de Buenos Aires Argentina. Argentina: Revista electrónica de Geografía Austral. Vol. I.
- Mejía M. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El limón, San Jerónimo, Honduras. Tesis en Magister Scientiae en manejo integrado de cuencas hidrográficas. CATIE (centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Costa Rica.
- Metcalf y Eddy. (1995.) “Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización”, 3ª ed. Mc Graw-Hill, Madrid.1485 pp.
- Méndez, C. (2003). Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación. (3ª ed.). Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.

- Muñoz, H., Armienta, A., Vera, A., y Cenicerros, N. (2004). Nitrato en el agua subterránea del valle de Uamantla, Tlaxcala, México.
- Mendoza, m. (1996). Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca rio Sabalos. Cuenca del rio San Juan. Turrialba, CR, CATE. 81 pp.
- Montes de Oca, J. (2009). Diagnóstico de la Calidad de Agua en Pozos Excavados de Tres Comunidades del Valle del Yeguaré, Honduras. Carrera de desarrollo socioeconómico y ambiente.
- Mendoza, C. (2011). Microbiología y factores físicos de las aguas de las desembocaduras de los principales ríos tributarios del lago Titicaca. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional de Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Puno, Perú. 88pp.
- Munn, CB. (2004). Marine Microbiology: ecology and applications. New York: BIOS Scientific Publisher.
- Montoya, Y. y Aguirre, N. (2013). Dinámica fisicoquímica de las aguas de un sistema de planicies inundables tropicales. Revista Facultad de Ingeniería. (69), 256-273.
- Marchand, P. (2002). Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo en Lima Metropolitana. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad San Marcos. Lima- Perú. 71pp.
- Norma Técnica Peruana. (2012). Calidad de agua: muestreo, preservación y manipulación de muestras.
- Norma Mexicana – AA-73-SFCI. (2001). Análisis de agua determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas- métodos de prueba México.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2003). Total, dissolved solids in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud.

- Ongley, ED. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. En estudios. 154pp.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). Guías para la calidad del agua potable primer apéndice a la tercera edición Volumen 1 Recomendaciones Organización Mundial de la Salud.
- Ormaza, C. (2011). Desinfección solar en el agua del rio Tomebamba. Monografía Ingeniería Civil. Universidad de Cuenca. Ecuador
- Orozco M.; Ramírez F.; y Cruz J. (2008). Aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos de la costa de Chiapas (México). Hig Sanid Ambient. 8:348 – 354
- Organización Mundial para la Salud, (OPS). (1993). Consideraciones sobre el programa medio Ambiente y salud en el Istmo Centroamericano San José, CR. 50pp.
- Ortiz, A. (2014). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico provincia de Yarowilca, región Huánuco. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional de Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Puno, Perú. 72pp.
- Pacheco, J., Cabrera, A., y Pérez, R., (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán. México.
- Petro, A., Wees, T. (2014). Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de municipio de Tubarco – Bolívar, Caribe Colombia. Tesis para optar el Título de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Colombia. 95 pp.
- PNUMA (2008). Water Quality for Ecosystems and Human Health. 2ª ed. PNUMA, ERCE, UNESCO.
- Quispe, Rony. (2010). Componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en aguas de consumo humano de la ciudad de Aplao, Valle de Majes, Arequipa. Universidad Nacional del Altiplano de puno.

- Rojas, R. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para Consumo Humano. Lima, centro Panamericano de Ingenierías Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS). 353pp.
- Robles, E., Ramírez, E., Duran, A., Martínez, M., Gonzales, M. (2013). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan. Morelos – México. 4 (1) 19 – 28. 10 pp.
- Ramírez, E., Robles, E., Sainz, G., Ayala, R., Campoy, E. (2009). Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 25 (4) 247-255 p.
- Reynolds, J. (2002). Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el futuro Editorial Universidad Estatal a Distancia San José. CR. 348 pp.
- Repetto, R. 1990. Deforestation i the tropics scientific America, EUA V, 262 (4) p.36- 42
- Rodríguez, R.; Martínez, C.; Hernández, D.; De Lucas, J. y Acevedo, M. (2003). Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza. Guadalajara, México. Revista Española de salud pública. 7(3), 423-432.
- Ros, A. (2011). El agua, calidad y contaminación (1/2). Mailxmail. España.
- Randulovich, R.(1997). Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina. Revista Forestal Centroamericana 18; 15-20
- Sawyer, C.; L. McCarty; y G. Parkin. (2000). Química para Ingeniería Ambiental. Editorial Mc Gra Hill, cuarta edición.
- Sargadoy, J. (1994). Irrigation management transfer, selected paper. FAO Roma, IT 499p
- Sueiro R. (2001). Evaluation of Coli-ID and MUG Plus media for recovering Escherichia coli and other coliform bacteria from groundwater samples. WaterScience and Technology. 43:213–216.
- Sutton, D. y Harmon, P. (1999). Fundamentos de Ecología. Limusa Noriega Editores. G.
- Tarback, E. y Lutgens, F. (2005). Ciencias De La Tierra, Una Introducción A La Geología. Prentice Hall.

- Taipe M. y Cabrera C .2006 “Identificación y evaluación de las principales fuentes de contaminación del Rio Vilcanota en el sector Calca Urubamba, Revista del instituto de Investigaciones. FIGMMG. Vol. 9, N°17,97- 106. UNMSM. Lima.
- Trujillo, D.; Duque, L.; Arcila, J.; Rincón, A.; Pacheco, S. y Herrera, O. (2014). Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. Manizales, Colombia. Revista ION. 27(1), 17-34.
- Vence L; Rivera M; Osorio y Castillo A. (2009). Caracterización microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas de los municipios de La Paz San Diego, Colombia. Rev. Inv Agr Ambient. 3(2)
- Villegas, J. (1995). Evaluación de la calidad de agua en la Cuenca del Rio Reventado, Cartago, Costa Rica, Bajo el enfoque de indicadores de sostenibilidad Turrialba, CR CATIE 118 pp.
- Vilca. K (2011). Calidad bacteriológica y física química del agua de consumo humano en la localidad de vilque. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional de Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Puno, Perú.
- WWAP (Programa Mundial de evaluación de los Recursos Hídricos, FR). (2003). Primer informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Resumen ejecutivo. Agua para todos, Agua para la Vida (en línea). disponible en:
- http://www.unesco.org/wáter/wwap/index_es.shtml.
- Wetzel and Likens (2000). Limnological Analyses. 3ª Ed. Springer-Verlag New York. 429 p. Vol.
- Yanapa, J. (2012). Calidad organoléptica, físico – química y bacteriológica del agua potable de la ciudad de Ilave. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional de Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Puno, Perú. 69 pp.

- Yan, L., Yinguang, C. and Qi, Z. (2007). Effect of initial pH control on enhanced biological phosphorus removal from wastewater containing acetic and propionic acids. *Chemosphere*. 66, 123-129
- Yana, W. (2017). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, en el sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Azángaro. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional de Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Puno, Perú. 70 pp.
- Zhen Wu, B. Y. (2009). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano de la micro cuenca de la quebrada de Victoria Curubande, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007- 2008. Tesis sometida a la consideración del tribunal examinador del programa de Maestría en Manejo de recursos naturales de la escuela de las Ciencias Exactas y Naturales para optar el grado de Magister scientiae en manejo de recursos naturales. Costa Rica.

ANEXOS

Tabla 13. Estándar Nacional Ambiental de Calidad para agua, tipo de tratamiento que requiere según su uso parámetros Físicoquímicos.

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
		A2
Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección		Aguas que pueden potabilizadas con tratamiento convencional
		valor
FISICOS- QUIMICOS		
Cloruros	mg/L	250
Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15
Conductividad	(uS/cm)	1 500
Dureza	mg/L	500
Nitratos (NO3-)	mg/L	50
Nitritos (NO2-)	mg/L	3
Amoniaco- N	mg/L	1,5
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 6
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000
Sulfatos	mg/L	250
Temperatura	°C	Δ 3
Turbiedad	UNT	5

Fuente: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Categoría A poblacional. DS Nro. 004-2015-MINAM

Tabla 14. Estándar Nacional Ambiental de Calidad para agua, tipo de tratamiento que requiere según su uso parámetros Bacteriológicos.

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
		A2
Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección		Aguas que pueden potabilizadas con tratamiento convencional
		valor
MICROBIOLOGICO		
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	20
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0
<i>Microcistina-LR</i>	mg/L	0,001
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100ml	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0

Fuente: Estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Categoría A poblacional. DS Nro. 004-2015-MINAM

Tabla 15. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos.

. Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permisible
Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500

Fuente: Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S.N°031-2010.SA.



Figura 19. Ubicación de las captaciones en la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017



Figura 20. Toma de muestras en la de captación 1 de la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017



Figura 21. Toma de muestras en la captación 6 de la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017



Figura 22. Obteniendo muestras las captaciones de la comunidad Hercca- distrito de Sicuani (provincia Canchis) realizadas durante los meses de setiembre a noviembre del año 2017



Figura 23. Placas Petri con medios de cultivo m ENDO agar LES y M- FC agar, de color rojo para coliformes totales en UFC/100ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100m

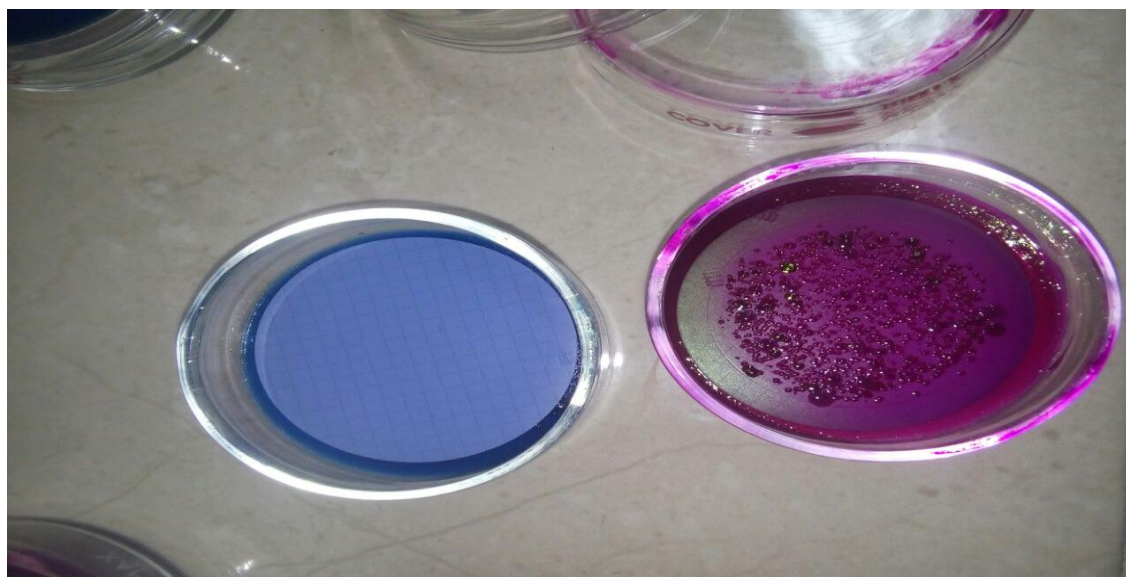


Figura 24. Recuento de colonias, color rojo para coliformes totales en UFC/100ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100m

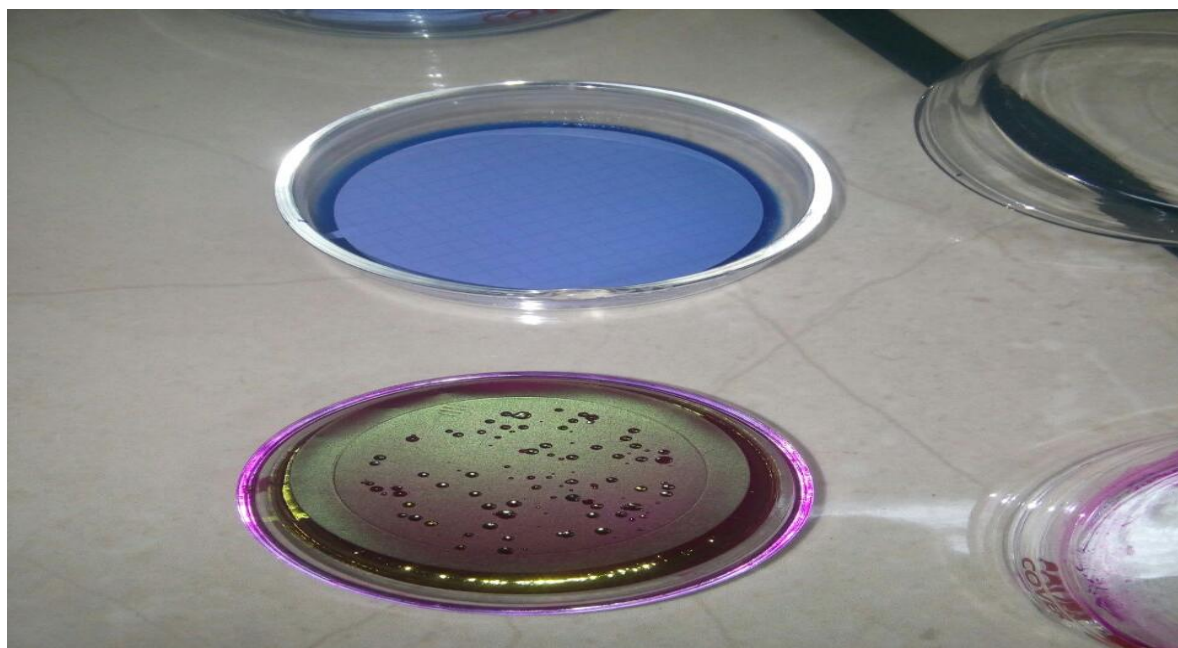


Figura 25. Recuento de colonias, color rojo para coliformes totales en UFC/100ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100m

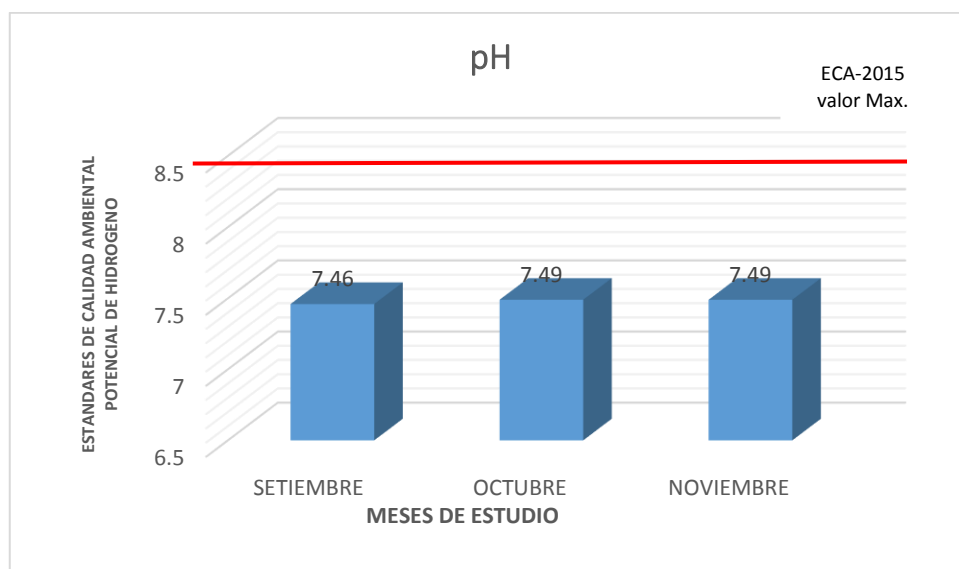


Figura 26. Valores de pH según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

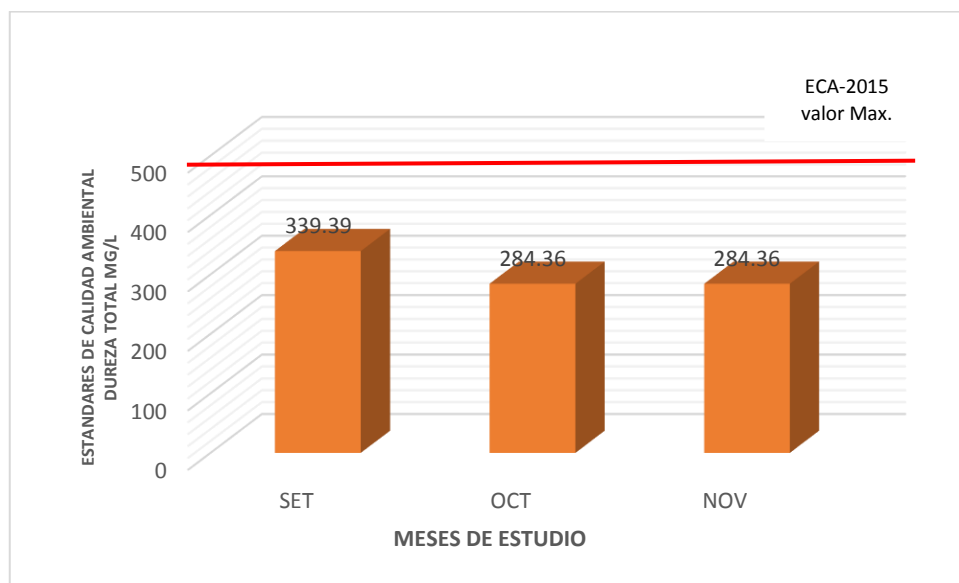


Figura 27. Valores de dureza según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

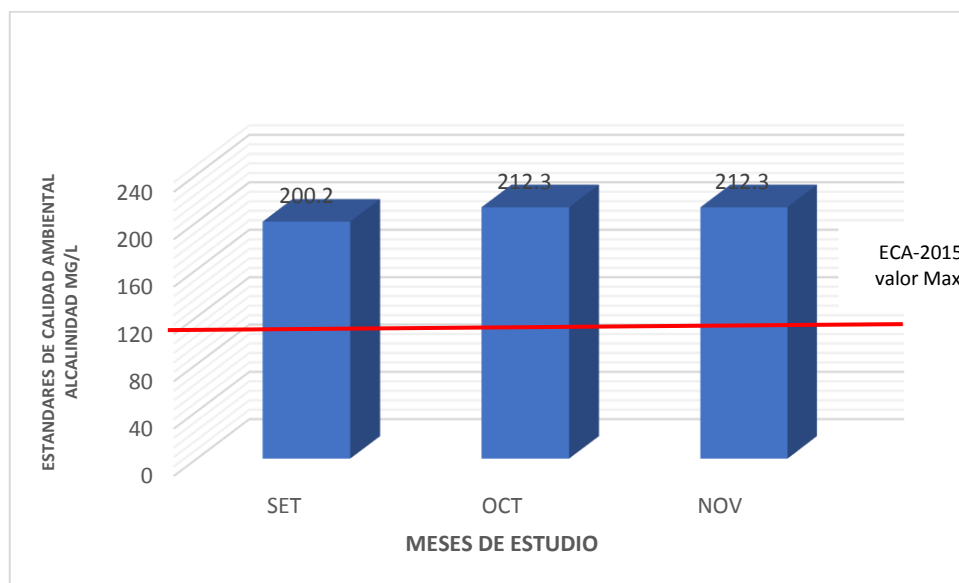


Figura 28. Valores de alcalinidad según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

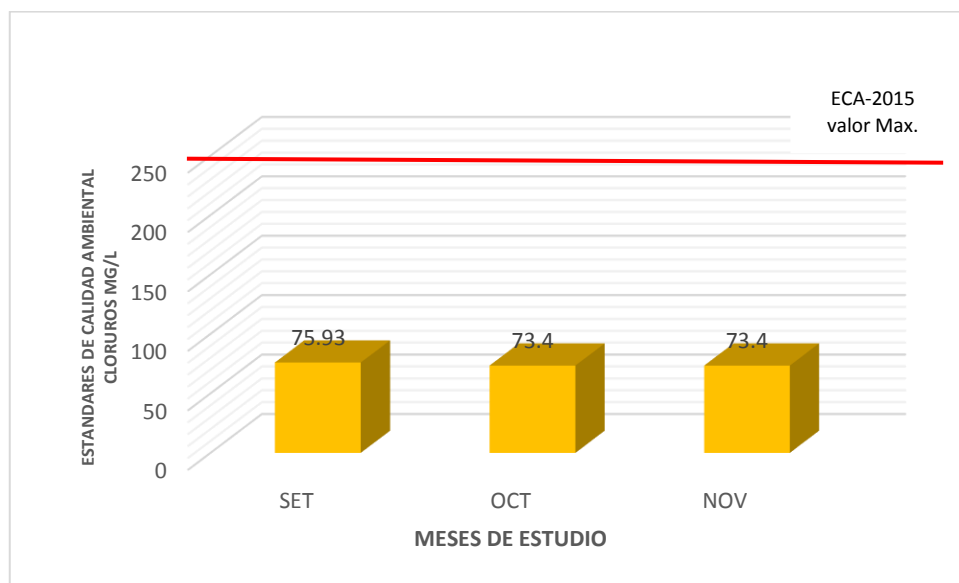


Figura 29. Valores de cloruros según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.



Figura 30. Valores de sulfatos según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

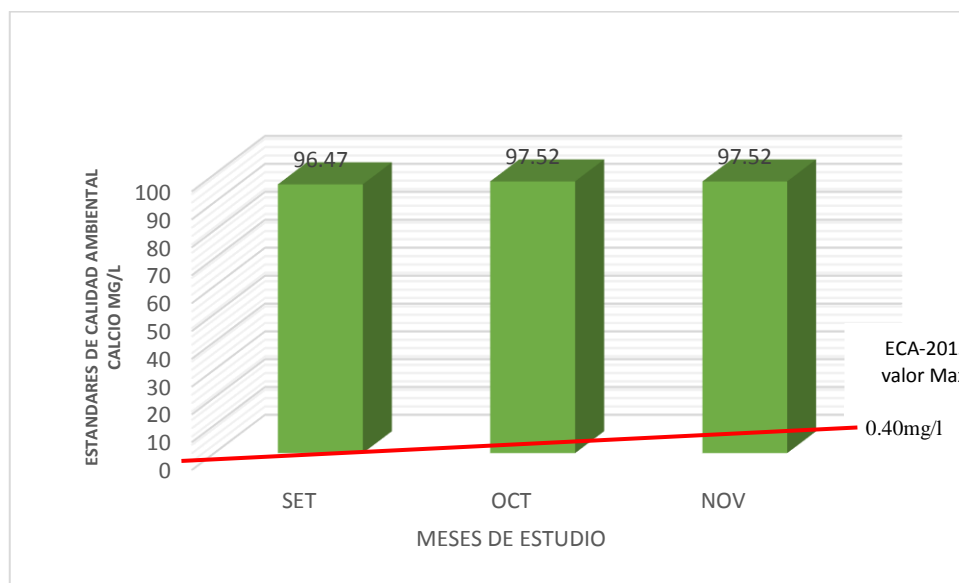


Figura 31. Valores de calcio según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

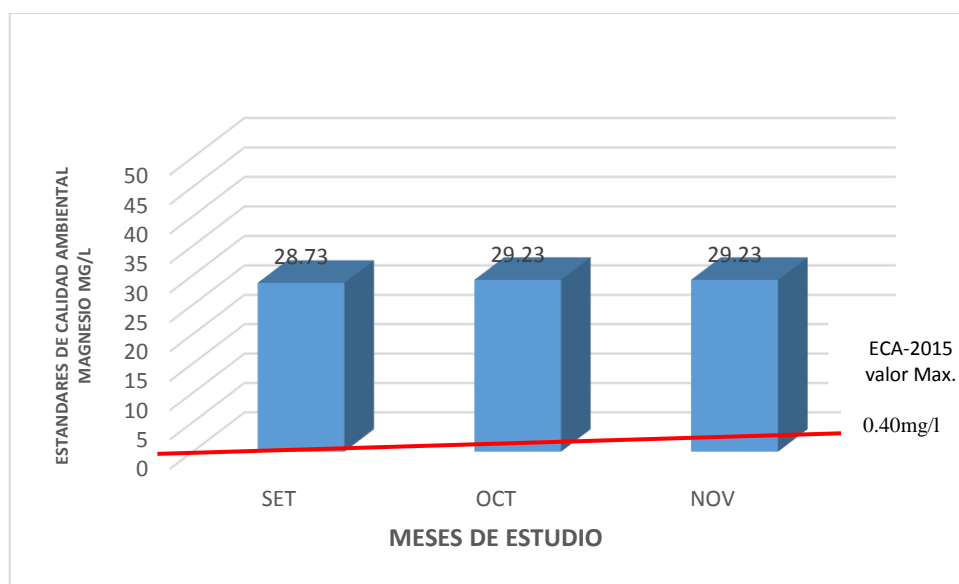


Figura 32. Valores de magnesio según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

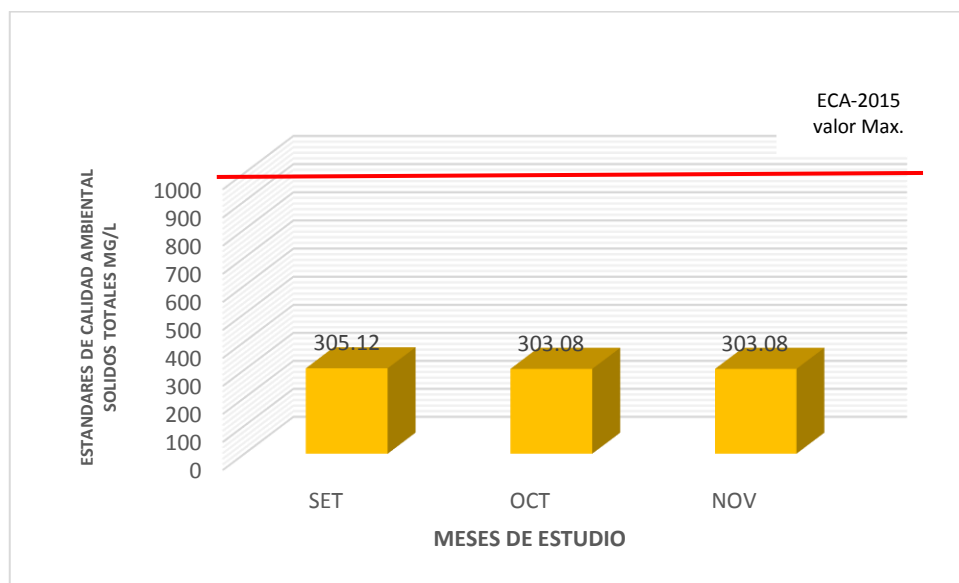


Figura 33. Valores de sólidos totales según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

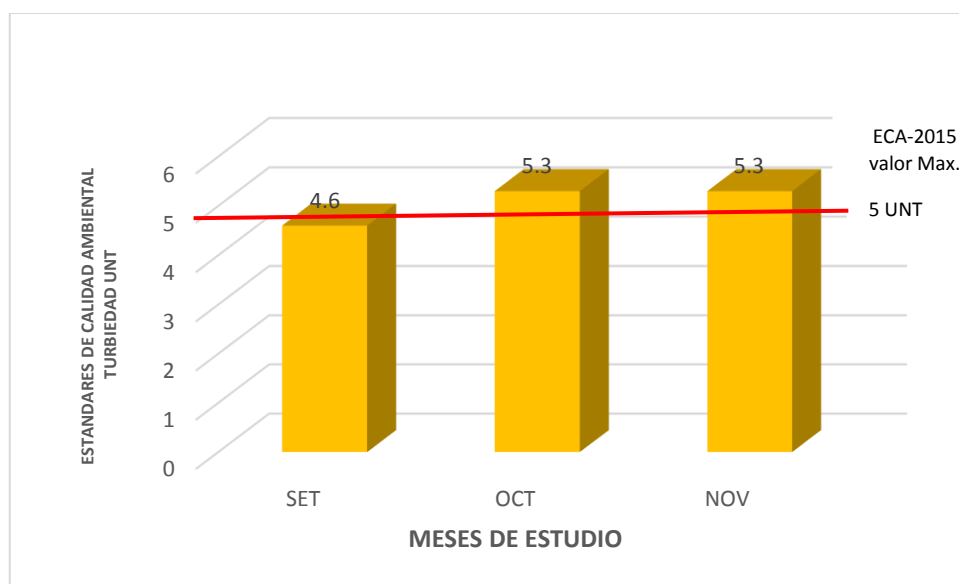


Figura 34. Valores de turbiedad según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

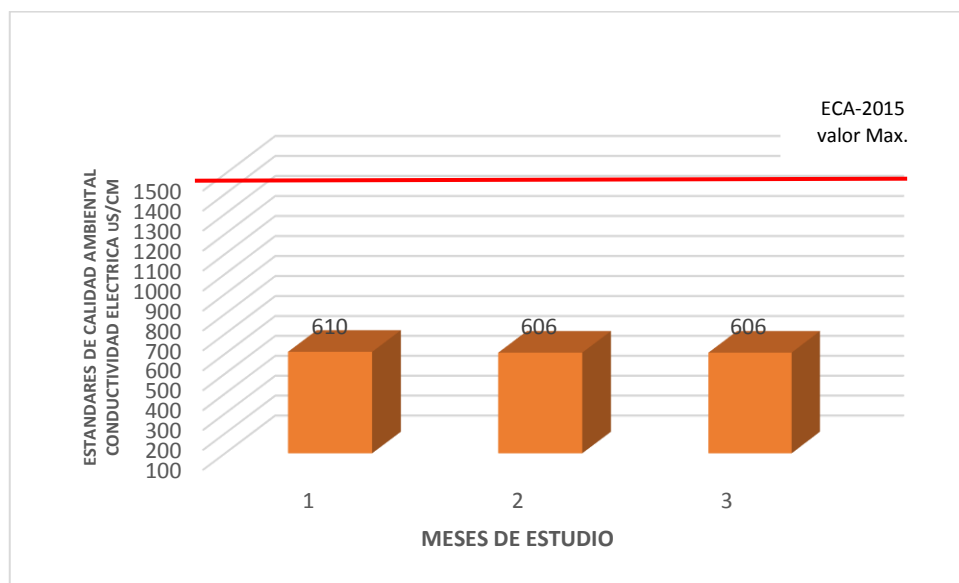


Figura 35. Valores de conductividad eléctrica según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

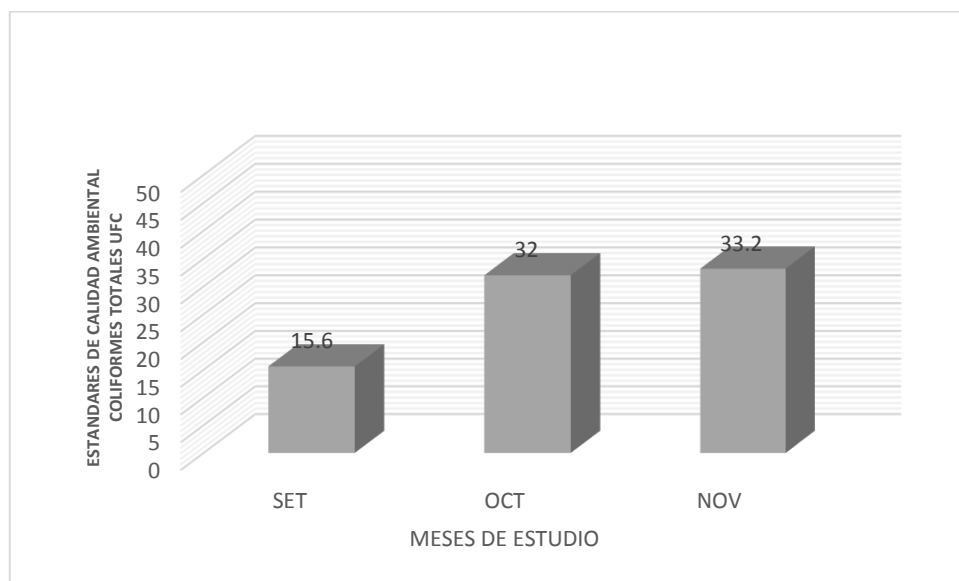


Figura 36. Valores de coliformes totales según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.

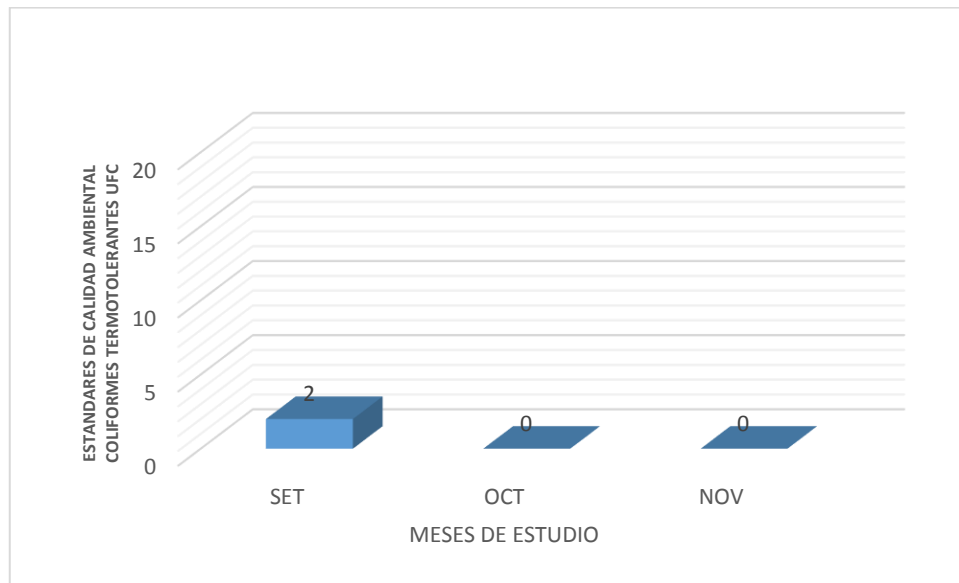


Figura 37. Valores de coliformes termotolerantes según los meses de estudio durante los meses setiembre a noviembre en la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis-Cusco del año 2017.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE LABORATORISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE AGUAS Y SUELOS DE LA UNA – PUNO.

HACE CONSTAR:

Que la Bachiller KELLY PHAMELA PACORI CHAVEZ, egresadas de la escuela profesional de BIOLOGIA de la Universidad Nacional Del Altiplano, ha realizado los análisis de agua (físico- químico) para su tesis titulada “CALIDAD FISICOQUIMICO Y BACATERIOLOGICO EN LA ZONA DE CAPTACION DE LA COMUNIDAD HERCCA- CANCHIS-CUSCO” Realizado durante tres meses desde el mes de setiembre hasta el mes de noviembre del año 2017.

Se emite la presente constancia a solicitud de las interesadas para los fines que se estime por conveniente.

Puno, 01 de Diciembre del 2017.



Dr. Blanca Perpetua Collozoza
PROFESORA DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANALISIS

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: Manantial – Cochapampa - Hercca
PROCEDENCIA: Captación 01, Lugar Comunidad Hercca - Cochapampa, Distrito de Sicuani, Provincia de Canchis – Cusco.
PROY. TESIS : Calidad Fisicoquímica y Bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca - Sicuani – Canchis - Cusco”.
INTERESADO : Bach. Kelly Phamela Pacori Chávez.
MOTIVO : Control de calidad
MUESTREO : 30/09/2017, por el interesado – Primer muestreo (A)
ANÁLISIS : 02/10/2017
COD. MUESTRA: M-01/A

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro (<15 Pt/Co)
OLOR : Inodoro

CARACTERISTICAS FISICO – QUIMICAS

Potencial de Hidrógeno (pH): 7.42 Conductividad Eléctrica (CE): 600.00 µS/cm

CARACTERISTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	:	285.14	mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	:	212.77	mg/L
Cloruros como Cl ⁻	:	74.80	mg/L
Sulfatos como SO ₄ ⁼	:	68.25	mg/L
Nitratos como NO ₃	:	NEGATIVO	
Calcio como Ca ⁺⁺	:	88.51	mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	:	22.10	mg/L
Sólidos Totales (ST)	:	294.44	mg/L
Turbiedad	:	5	NTU

INTERPRETACIÓN

- 1.- Las características fisico-químicas Son normales
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: ES APTO para el consumo humano.

Puno, C.U. 06 de octubre del 2017.

VºBº

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

ING. WILSON ANGEL CAN CHACABANCO
 JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y FERTILIZANTES

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

RESULTADO DE ANALISIS

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: Manantial – Cochapampa - Hercca
PROCEDENCIA: Captación 01, Lugar Comunidad Hercca - Cochapampa, Distrito de Sicuani, Provincia de Canchis – Cusco.
PROY. TESIS : Calidad Fisicoquímica y Bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca - Sicuani – Canchis - Cusco”.
INTERESADO : Bach. Kelly Phamela Pacori Chávez.
MOTIVO : Control de calidad
MUESTREO : 30/10/2017, por el interesado – Segundo muestreo (B)
ANÁLISIS : 31/10/2017
COD. MUESTRA: M-01/B

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Incoloro (<15 Pt/Co)
OLOR : Inodoro

CARACTERISTICAS FISICO – QUIMICAS

Potencial de Hidrógeno (pH): 7.49 Conductividad Eléctrica (CE): 584.00 µS/cm

CARACTERISTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	:	278.32	mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	:	205.53	mg/L
Cloruros como Cl ⁻	:	59.50	mg/L
Sulfatos como SO ₄ ⁺⁺	:	70.00	mg/L
Nitratos como NO ₃	:	NEGATIVO	
Calcio como Ca ⁺⁺	:	94.72	mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	:	38.32	mg/L
Sólidos Totales (ST)	:	292.67	mg/L
Turbiedad	:	6	NTU

INTERPRETACIÓN

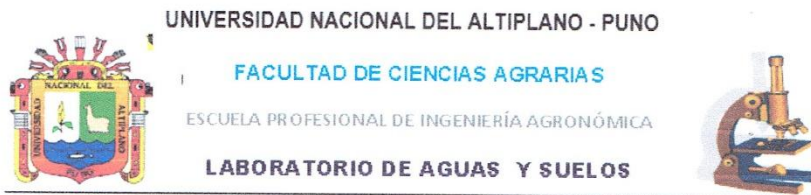
- 1.- Las características fisico-químicas Son normales
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: ES APTO para el consumo humano.

Puno, C.U. 03 de noviembre del 2017.

VºBº



RESULTADO DE ANALISIS

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA de: Manantial – Cochapampa - Hercca
PROCEDENCIA: Captación 01, Lugar Comunidad Hercca - Cochapampa, Distrito de Sicuani, Provincia de Canchis – Cusco.
PROY. TESIS : Calidad Físicoquímica y Bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca - Sicuani – Canchis - Cusco”.
INTERESADO : Bach. Kelly Phamela Pacori Chávez.
MOTIVO : Control de calidad
MUESTREO : 30/11/2017, por el interesado – Tercer muestreo (C)
ANÁLISIS : 01/12/2017
COD. MUESTRA: M-01/C

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Liquido
COLOR : Incoloro (<15 Pt/Co)
OLOR : Inodoro

CARACTERISTICAS FISICO – QUIMICAS

Potencial de Hidrógeno (pH): 7.45 Conductividad Eléctrica (CE): 591.00 µS/cm

CARACTERISTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	: 280.59	mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	: 215.78	mg/L
Cloruros como Cl ⁻	: 65.11	mg/L
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	: 71.32	mg/L
Nitratos como NO ₃ ⁻	: NEGATIVO	
Calcio como Ca ²⁺	: 90.32	mg/L
Magnesio como Mg ²⁺	: 28.11	mg/L
Sólidos Totales (ST)	: 295.56	mg/L
Turbiedad	: 6	NTU

INTERPRETACIÓN

- 1.- Las características físico-químicas Son normales
- 2.- Las características químicas se encuentran dentro de los límites técnicos establecidos por las normas técnicas.

DICTAMEN

Según las Normas establecidas por los ECA-015-2015-MINAM PERU, El agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos; Por lo tanto: ES APTO para el consumo humano.

Puno, C.U. 07 de diciembre del 2017.

VºBº

ANALISTA
 PUNO - PERU

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
 PUNO - PERU



LABORATORIOS B&C S.A.C.

"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"

RUC: 20448241590

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° B489-2017

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **KELLY PHAMELA PACORI CHAVEZ**
 Dirección : **Jr. Rene Linares N° 117 – Sicuani - cusco**
 Proyecto : **"Calidad fisicoquímico y Bacteriológico del agua en la zona de captación de la Comunidad Hercca- Sicuani- Canchis- Cusco"**

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : **Agua subterránea**
 Punto de muestreo : **M-01 Cochapampa - Hercca**
 Procedencia : **Comunidad Hercca, Dist. Sicuani, Prov. Canchis, Dept. Cusco**
 Ubicación UTM : **---**
 Fecha y hora de muestreo : **30 - Octubre - 2017 / 6:00 hrs.**
 Presentación : **400 mL aproximadamente, en envase de polietileno**
 Tipo de muestra : **Puntual**
 Muestreado por : **Bach. Kelly Phamela Pacori Chavez**
 Fecha de recepción : **30 - Octubre - 2017**

III. Resultados Parámetros Microbiológicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACION
		MUESTRA N° 01:
Numeración de Coliformes totales	UFC/100 mL (35°C)	54
Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes)	UFC/100 mL (44.5°C)	0

Donde:
 < Valor Límite de Detección del Método
 UFC : Unidades Formadoras de Colonia.

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Numeración de Coliformes totales: Método Filtro de Membrana. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA. AWW. WEF. Part. 9221 B. 21ª ed. 2005
- Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes): Método Filtro de membrana. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA. AWW. WEF. Part. 9221 E. 21ª ed. 2005

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.

Juliaca, 02 de Noviembre del 2017

Blgo. Herbert Pari Neira
 JEFE DE LABORATORIO
 CBP. 9687

Kelly P. Pacori Chavez
 BACH. EN CIENCIAS BIOLÓGICAS



LABORATORIOS B&C S.A.C.

"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"

RUC: 20448241590

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° B424-2017

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **KELLY PHAMELA PACORI CHAVEZ**
 Dirección : **Jr. Rene Linares N° 117 - Sicuani - cusco**
 Proyecto : **"Calidad fisicoquímico y Bacteriológico del agua en la zona de captación de la Comunidad Hercca - Sicuani- Canchis- Cusco"**

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : **Agua subterránea**
 Punto de muestreo : **M-01 Cochapampa- Hercca**
 Procedencia : **Comunidad Hercca, Dist. Sicuani, Prov. Canchis, Dept. Cusco**
 Ubicación UTM : **---**
 Fecha y hora de muestreo : **30 - Setiembre - 2017 / 13:00 hrs.**
 Presentación : **400 mL aproximadamente, en envase de polietileno**
 Tipo de muestra : **Puntual**
 Muestreado por : **Bach. Kelly Phamela Pacori Chavez**
 Fecha de recepción : **30 - Setiembre - 2017**

III. Resultados Parámetros Microbiológicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACION
		MUESTRA N° 01:
Numeración de Coliformes totales	UFC/100 mL (35°C)	8
Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes)	UFC/100 mL (44.5°C)	0

Donde:
 < Valor: Límite de Detección del Método
 UFC : Unidades Formadoras de Colonia.

MÉTODOS DE ENSAYO:

- **Numeración de Coliformes totales:** Método Filtro de Membrana. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA. AWW. WEF. Part. 9221 B. 21ª ed. 2005
- **Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes):** Método Filtro de membrana. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA. AWW. WEF. Part. 9221 E. 21ª ed. 2005

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.



Bigo. Herbert Pari Neira
 JEFE DE LABORATORIO
 CBP: 9667

Juliaca, 02 de Octubre del 2017

Kelly P. Pacori Chavez
 BACH. EN CIENCIAS BIOLÓGICAS



LABORATORIOS B&C S.A.C.

"Laboratorio de Ensayos Químicos y Microbiológicos"

RUC: 20448241590

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° B491-2017

I. Datos del Solicitante

Solicitante : **KELLY PHAMELA PACORI CHAVEZ**
 Dirección : **Jr. Rene Linares N° 117 – Sicuani - cusco**
 Proyecto : **"Calidad fisicoquímico y Bacteriológico del agua en la zona de captación de la Comunidad Hercca- Sicuani- Canchis- Cusco"**

II. Datos del muestreo

Descripción del Producto : **Agua subterránea**
 Punto de muestreo : **M-04 Cochapampa - Hercca**
 Procedencia : **Comunidad Hercca, Dist. Sicuani, Prov. Canchis, Dept. Cusco**
 Ubicación UTM : **---**
 Fecha y hora de muestreo : **30 - Octubre - 2017 / 6:38 hrs.**
 Presentación : **400 mL aproximadamente, en envase de polietileno**
 Tipo de muestra : **Puntual**
 Muestreado por : **Bach. Kelly Phamela Pacori Chavez**
 Fecha de recepción : **30 - Octubre - 2017**

III. Resultados Parámetros Microbiológicos

PARAMETROS EVALUADOS	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO Y/O CODIFICACION
		MUESTRA N° 04:
Numeración de Coliformes totales	UFC/100 mL (35°C)	12
Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes)	UFC/100 mL (44.5°C)	0

Donde:
 < Valor: Límite de Detección del Método
 UFC : Unidades Formadoras de Colonia.

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Numeración de Coliformes totales: Método Filtro de Membrana. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA. AWW. WEF. Part. 9221 B. 21ª ed. 2005
- Numeración de Coliformes fecales (Termotolerantes): Método Filtro de membrana. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA. AWW. WEF. Part. 9221 E. 21ª ed. 2005

NOTAS IMPORTANTES

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente LABORATORIOS B&C no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad.



[Signature]
Bigo, Herbert Pari Neira
 JEFE DE LABORATORIO
 CBP. 9687

Juliaca, 02 de Noviembre del 2017

[Signature]
Kelly P. Pacori Chavez
 BACH. EN CIENCIAS BIOLÓGICAS