

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESINA

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS EN LA CAPTACIÓN DE AGUA
SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO, COMUNIDAD MOLLOCCO -**

ACORA 2019

PRESENTADO POR:

FANY ORDOÑO QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO:

BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**FACULTAD DE INGENIERÍAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESINA****EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS EN LA CAPTACIÓN DE AGUA
SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO, COMUNIDAD MOLLOCCO -
ACORA 2019****PRESENTADO POR:****FANY ORDOÑO QUISPE****PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO:****BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE :



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO :



Ing. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS :



Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua

Especialidad: Evaluación y Monitoreos Ambientales, Ecosistemas Acuáticos

Puno, 19 de febrero del 2021

DEDICATORIA**A DIOS**

Por haberme dado la vida y por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A MI PADRE

Con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo, por ser mi apoyo y sustento para llegar hasta este momento de mi formación profesional.

A MI MADRE

Con amor y gratitud infinita guía espiritual en mi vida personal y familiar.

A MIS HERMANOS

Edith, Amelia, Ortencia, Oliver, Jesus y Maribel (Ordoño Quispe) quienes siempre confiaron en mi persona.

Fany Ordoño Quispe

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, por ser el apoyo y fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.

A la Universidad Privada San Carlos de Puno, por haberme brindado mis estudios académicos y en especial a los docentes de la escuela profesional de ingeniería ambiental, mentores en mi formación profesional a la cual me debo.

A mis jurados Dr. Leon Apaza Esteban Isidro Y Ing. Andrade Linarez Katia Elizabeth por haberme apoyado constructivamente, por sus aportes para la mejora del presente proyecto de investigación.

A mi padre: Alfonso; a mis hermanas y hermanos, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A amiga Yesica y personas que de una u otra manera han contribuido en la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

Fany Ordoño Quispe

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3

CAPÍTULO I

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA
INVESTIGACIÓN**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2. ANTECEDENTES	5
1.2.1. INTERNACIONAL	5
1.2.2. NACIONAL	7
1.2.3. LOCAL	8
1.3. OBJETIVOS DE ESTUDIO	10
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	10
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	12
2.1.1. El Agua	12
2.1.2. Calidad del Agua	12
2.1.3. Clasificación de los Cuerpos de Agua	13
2.1.4. Parámetros Físicos	15
2.1.5. DECRETO SUPREMO N° 004-2017- MINAM, ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA.	16

2.2. MARCO CONCEPTUAL	17
2.2.1. Aguas subterráneas	17
2.2.2.Sólidos Disueltos Totales	17
2.2.3.Turbiedad	17
2.2.4.Conductividad	17
2.3. HIPÓTESIS	17
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	17
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	18
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	19
3.2. POBLACIÓN TAMAÑO Y MUESTRA	21
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	21
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	25
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	25
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA EN LA CAPTACIÓN SUBTERRÁNEA:	28
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXO	40

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01. Puntos de Georreferenciados de los puntos de muestreo	20
Tabla 02. Identificación de Variables.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01. Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio.	18
Figura 02 . Temperatura correspondiente a los 4 muestreos realizados.	26
Figura 03. Conductividad Eléctrica correspondiente a los 4 muestreos realizados	28
Figura 04 Sólidos Totales disueltos correspondiente a los 4 muestreos realizados.	29
Figura 05. Turbiedad correspondiente a los 4 muestreos realizados.	31
Figura 06 Desinfección del Equipo en el P1	58
Figura 07 Análisis de muestra del agua en el P1	58
Figura 08. Desinfección del Equipo	59
Figura 09. Toma de muestra y Análisis de los parámetros en campo	59
Figura 10. toma de muestra en el P2	60
Figura 11. Toma de muestra en el P2	60
Figura 12. Toma de muestra en el punto P3	61
Figura 13. Análisis de los parámetros de campo en el P3	61
Figura 14. Lugar del proyecto de investigación, evaluación del agua en la captación subterránea Huecococho Comunidad Mollococo	62

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA	37
ANEXO 02. CADENA DE CUSTODIA	38
ANEXO 03. CUADRO DE ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.	39
ANEXO 04. PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES	40
ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO	57

RESUMEN

La investigación consistió en la Evaluación de parámetros físicos en la captación de agua subterránea para consumo humano, comunidad Mollocco - Acora 2019 tuvo como objetivo principal Evaluar la calidad de agua referente a los parámetros físicos en la captación subterránea para el consumo humano en la comunidad de Mollocco – Acora 2019, según la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM, para determinar la calidad de agua que consume la población. La metodología estuvo basada en un estudio no experimental descriptivo, realizado durante cuatro meses (diciembre del 2019, enero, marzo y julio del 2020), en tres puntos de muestreo, P1 (Primera Captación), P2 (Segunda Captación) y P3 (Tercera Captación), el método utilizado se basó en la Resolución Jefatural N°010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Los resultados obtenidos de los análisis físico del agua en la captación subterránea Huecococho presenta los siguientes valores: Temperatura en el P1 un promedio 10.12 ± 0.27 C°; en el P2 un promedio 10.21 ± 0.24 C°; así mismo en el P3 un promedio de 10.23 ± 0.27 C°; la conductividad eléctrica en el P1 un promedio de 1126.69 ± 89.01 μ S/cm; en el P2 un promedio de 1148.41 ± 160.89 μ S/cm y en el P3, un promedio de 1141.93 ± 55.14 μ S/cm; sólidos totales disueltos se obtuvo en el P1 un promedio de 350.29 ± 5.6 ppm; en el P2 un promedio de 349.71 ± 3.19 ppm; así mismo en el P3 un promedio de 352.70 ± 3.88 ppm; turbiedad se obtuvo en el P1 un promedio de 1.19 ± 0.006 NTU; en el P2 un promedio de 1.18 ± 0.008 NTU ; así mismo en el P3 un promedio de 1.19 ± 0.008 NTU y finalmente la turbiedad en el P1 un promedio de 1.19 ± 0.006 NTU; en el P2 un promedio de 1.18 ± 0.008 NTU ; así mismo en el P3 un promedio de 1.19 ± 0.008 NTU, estos resultados variaron según los factores, condiciones y época de muestreo de cada uno de los puntos de monitoreo.

Palabras clave: Agua subterránea, evaluación, parámetros físicos.

ABSTRACT

The investigation consisted of the Evaluation of physical parameters in the collection of groundwater for human consumption, Mollocco community - Acora 2019 had as main objective to evaluate the quality of water referring to the physical parameters in the underground collection for human consumption in the community of Mollocco - Acora 2019, according to the DS regulations N ° 004-2017-MINAM, to determine the quality of water consumed by the population. The methodology was based on a descriptive non-experimental study, carried out over four months (December 2019, January, March and July 2020), at three sampling points, P1 (First Collection), P2 (Second Collection) and P3 (Third Collection). Capture), the method used was based on Headquarters Resolution No. 010-2016-ANA National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources. The results obtained from the physical analysis of the water in the Huecocucho underground catchment show the following values: Temperature in P1 an average of 10.12 ± 0.27 C °; in P2 an average 10.21 ± 0.24 C °; likewise in P3 an average of 10.23 ± 0.27 C °; the electrical conductivity in P1 an average of 1126.69 ± 89.01 μ S / cm; in P2 an average of 1148.41 ± 160.89 μ S / cm and in P3, an average of 1141.93 ± 55.14 μ S / cm; Total dissolved solids were obtained in P1 an average of 350.29 ± 5.6 ppm; in P2 an average of 349.71 ± 3.19 ppm; likewise in P3 an average of 352.70 ± 3.88 ppm; Turbidity was obtained in P1 an average of 1.19 ± 0.006 NTU; in P2 an average of 1.18 ± 0.008 NTU; likewise in P3 an average of 1.19 ± 0.008 NTU and finally the turbidity in P1 an average of 1.19 ± 0.006 NTU; in P2 an average of 1.18 ± 0.008 NTU; likewise in the P3 an average of 1.19 ± 0.008 NTU, these results varied according to the factors, conditions and time of sampling of each of the monitoring points.

Keywords: Groundwater, evaluation, physical parameters.

INTRODUCCIÓN

El agua se convierte cada día en un recurso vital, en una situación en la que, cotidianamente, su escasez por falta de previsión y administración genera conflictos. Se vive un estrés hídrico, que es cuando la población pide agua y no la tiene cerca.

El Perú es rico en otros recursos hídricos naturales, como los glaciares que constituyen reservas esenciales para diversos usos, o lagunas, disponibles en considerable cantidad, la mayoría de origen glaciar, que pueden ser aprovechadas como embalses reguladores. Muchas de ellas se encuentran en explotación, y suponen una reserva de agua regulada la situación de la calidad del agua en el Perú es preocupante, y puede decirse que un porcentaje elevado de los recursos hídricos existentes no reúne de forma natural las características de calidad necesarias para diversos usos. Si no se actúa a tiempo, este problema puede ir en aumento en los próximos años, lo que comprometería el acceso al agua de muchos ciudadanos.

Las aguas subterráneas tienen una importancia considerable en el Perú, fundamentalmente en la Región Hidrográfica Pacífico, donde los recursos hídricos son más escasos. En este territorio se destinan básicamente al riego y abastecimiento poblacional, mientras que en la Región Hidrográfica Amazonas y en la Titicaca se usan para el suministro de las poblaciones.

El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar la calidad física del agua en la captación Subterránea Huecococho de la comunidad de Mollocco donde la población consume esta agua, para determinar los valores de parámetros físicos y compararlos con los Estándares de Calidad ambiental para agua de acuerdo a la categoría A-1 del D.S. 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un elemento vital muy importante para todo ser vivo incluido al ser humano. En todo el mundo existen deficiencias al acceso de agua segura por el crecimiento poblacional, calentamiento global y a las actividades industriales, y nuestra nación peruana no es una excepción, muchas de nuestras comunidades son suministradas de sistemas de abastecimiento de agua que no son tratados adecuadamente como consecuencia se ve afectada la salud de la población contrayendo enfermedades parasitarias y enfermedades diarreicas agudas las que conllevan como consecuencia a los niños a una desnutrición y anemia. El acceso a este recurso hídrico que se consume a través de la potabilización es una necesidad primaria y por lo tanto es un derecho fundamental para el bienestar de las familias.

En la actualidad las propiedades del agua varían mucho dependiendo de diferentes factores, biológicos físicos y químicos, ya que estos están influenciados de manera directa o indirecta en la aparición de diversas enfermedades que afectarían a la vida cotidiana de la población, mediante estos agentes es muy común en las condiciones normales del agua.

Una manera de reducir los impactos negativos a la salud es realizando evaluaciones en cuanto a la calidad físico del agua; según los decretos establecidos por los ECA-004-2017 MINAM – Perú; el agua analizada debe estar dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.

El abastecimiento de agua es la principal preocupación de la humanidad, con el crecimiento de las poblaciones y el avance tecnológico e industrial, el agua se contamina cada vez más y no se puede consumir tal como la encontramos en el ambiente.

Los problemas planteados para el desarrollo del presente trabajo de investigación son las siguientes:

1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

¿Cómo es la calidad del agua referente a los parámetros físicos para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad Mollocco – Acora 2019 según la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles serán los valores de los parámetros físicos (Temperatura Conductividad eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Turbiedad) del agua para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco – Acora?

¿La calidad de agua (parámetros físicos) en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco – Acora se encontraran dentro de los valores establecidos por la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM.?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONAL

(Jimenez et al., 2017) en su estudio de análisis de agua de los parámetros físicos en sus resultados indican que algunos parámetros superan los límites establecido de las normas de calidad del agua y otros parámetros están debajo de los límites, donde llegan a la conclusión de que las características del agua no cumplen para el

consumo humano sin haber sido tratada por una empresa de agua potable en la cuenca del río Pao de Venezuela.

(Simanca et al., 2016) en su estudio de análisis de agua de los parámetros físicos del agua envasada comercializada por el municipio de Montería los resultados del estudio evidencian un agua de buena calidad, cumpliendo con todos los requisitos de la normativa nacional de Colombia donde las variables de sólidos totales, alcalinidad, dureza total, conductividad, cloruros, cloro residual y alcalinidad, mostraron diferencias entre los meses de estudio, indicando que las variaciones de la calidad del agua cruda en el transcurso del estudio influyeron en la calidad final de la misma donde este estudio mostró que la calidad del agua cruda influye directamente en la calidad final del agua envasada, evidenciándose por las fluctuaciones presentadas en las variables sólidos totales, alcalinidad, dureza total, conductividad, cloruros, cloro residual y alcalinidad.

(Baque et al., 2016) Concluyen en sus estudios de la calidad física del agua donde los resultados indican que no es apta para consumo humano, debido a que los indicadores la ubican en agua de dudoso consumo, que requiere tratamiento de potabilización en nitritos, turbidez, sólidos disueltos totales, pH, dureza total y color, se encuentra en aceptabilidad de calidad ambiental en la época de sequía. En cambio, los parámetros pH, dureza, color, nitritos y fosfatos aumentaron en la época lluviosa varían altamente, por lo que se debe realizar un monitoreo permanente con el fin de identificar los focos de contaminación y evolución en el tiempo.

(Bracho et al., 2017) En su estudio de análisis de agua para consumo humano de los parámetros físicos, determinan que los resultados de las fuentes de abasto de agua bajo análisis físico del estudio, las propiedades físicas se mantienen, generalmente, dentro de los rangos permisibles por ambas normas para el consumo humano, salvo algunas excepciones donde se demuestran que el agua de la tubería de aducción requiere tratamiento convencional completa para su potabilización.

(Ramos, 2016) Manifiesta que el estudio de la caracterización de parámetros físicos del agua en épocas de invierno y verano los valores medios de estos parámetros tienen como resultado en: turbiedad 0,160(*Und Pt-Co*); sólidos totales disueltos 102,382(*mg/L*); conductividad 191,727(*μSiems/cm*). donde los resultados indican que está dentro la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 quinta revisión 2014 y es apta para consumo de los beneficiarios de la Junta Galten-Guilbut.

1.2.2. NACIONAL

(Pacori, 2018) Concluye en estudio de la calidad física del agua teniendo como resultado de los Estándares de Calidad Ambiental con una aceptabilidad de un 95%, en los cuales los análisis físico químico presentó valores de potencial de hidrógeno (pH) osciló entre 7.54 a 7.40 unidades, la dureza total varió entre 349.06 a 260.05 mg/l, la alcalinidad osciló entre 241.67 a 179.72 mg/l, el contenido de sólidos totales osciló entre 379.86 a 278.45 mg/l, la turbiedad fluctuó entre 6.3 a 4.0 UNT, el contenido de conductividad eléctrica osciló entre 760 a 5.56 uS/cm. Los parámetros fisicoquímicos de las seis captaciones de la Comunidad Hercca Sicuani, según los análisis realizados, se encuentran dentro de los estándares excepto la Turbiedad que sobrepasa los Estándares Nacional de Calidad Ambiental según (MINAM, 2017).

(Cava *et al* 2016) Determinaron en su estudio de análisis de agua caracterizado, los parámetros físicos del agua de consumo humano de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora - Lambayeque, donde los resultados indican que están dentro de los límites para consumo humano en: turbidez. Por otro lado, los siguientes parámetros sobrepasan los límites para consumo humano: conductividad eléctrica entre 3400 - 3475 $\mu\text{s/cm}$, sólidos totales disueltos entre 2040 - 2085 mg/L, por lo que puede afectar la salud del consumidor y requiere algún tipo de tratamiento.

(Huaman, 2015) Concluye en su estudio de la calidad de los parámetros físicos, del agua subterránea extraída del pozo los resultados indican que los parámetros y valores establecidos en la norma los Límites Máximos Permisibles que están en el

D.S N°031-201 O-SA se ha realizado la comparación de los resultados de los parámetros físicos evaluados de la muestra tomada, donde concluye que requiere de un tratamiento sencillo a fin de cumplir con la norma Límites Máximos Permisibles para asegurar que sea apta para el consumo humano.

(Vicuña, 2019) En su trabajo de investigación indica que los parámetros físicos del agua en los puntos de muestreo del sistema de abastecimiento: en la captación, en el reservorio y en las conexiones domiciliarias; obtuvo como resultado que estos parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el Decreto Supremo 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano y que el agua es apta para el consumo humano, previo proceso de desinfección como medida correctiva, a fin de eliminar todo riesgo sanitario, teniendo a favor los resultados de los análisis del parámetro de temperatura que tienen valores que facilitan en el proceso de desinfección (cloración), clasificándose como un agua de calidad aceptable.

(Rivera & Garcia, 2017) manifestaron en su estudio de análisis de los parámetros físicos donde indica en sus resultados que la turbidez y el color son los únicos parámetros físicos que superan los estándares de calidad considerando que es muy común que se obtengan estos resultados en esta parte de la región por tener suelos arcillosos alcalinos.

1.2.3. LOCAL

(YANA, 2017) Determina en su estudio, calidad de agua del sistema de abastecimiento agua potable del distrito Azángaro, como resultado obtuvo que cumplen con los límites máximos permisibles de los parámetros de calidad organoléptica emanados en Decreto Supremo No. 031-2010-SA, donde, la Conductividad eléctrica de las muestras de agua del sistema de abastecimiento EPS Nor Puno S. A. de Azángaro, presentaron valores de CE que oscilaron entre 997.83 y 1200.56 uS/cm y un promedio de 1074.20 uS/cm en el PM1, entre 1020.07 y 1225.00 uS/cm con un promedio de 1110.59 uS/cm en el PM2, y entre 1200.03 y 1218.50

uS/cm con un promedio de 1208.43 en el PM3, los Sólidos disueltos totales de las muestras de agua evaluadas, presentaron valores de SDT que oscilaron entre 270.00 y 296.00 mg/L y un promedio de 281.26 mg/L en el PM1, entre 260.51 y 316.12 mg/L con un promedio de 284.04 mg/L en el PM2, y entre 269.00 y 279.48 mg/L con un promedio de 272.75 mg/L en el PM3. se encuentran por debajo del Límite máximo permisible, siendo aptas para el consumo humano desde el punto de vista físico.

(MARTINEZ, 2017) Indica en estudio de la calidad física del agua de análisis de los parámetros físicos del agua para consumo humano en la red de distribución del distrito de Samán tiene como resultado de los siguientes parámetros: Los resultados obtenidos del análisis de los parámetros químicos del agua de ingreso (Rio Ramis) a la planta de tratamiento del distrito de Samán; los valores promedios son: temperatura 18.6 ± 0.4 °C, conductividad eléctrica 471.6 ± 58.1 μ S/cm y sólidos disueltos totales 232.4 ± 24.8 mg/L; los promedios obtenidos en la conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable por desinfección según el D.S. 004 MINAM, 2017).

(Quispe, 2017) Realizó estudios de análisis calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de santa rosa-melgar donde se tiene como resultado de la temperatura mayor en el manantial Ch'íartita 10.37°C y una temperatura mínima en Yuraq Unu 8.70°C , siendo mayor en el manantial de Ch'íartita y menor en el manantial de Yuraq Unu, Sólidos disueltos totales siendo mayor en el manantial de Ch'ákipata 108.19 mg/l y menor en el manantial Qayqu 15.83 mg/l y en la turbidez obtuvo un promedio mayor en el manantial Ch'íartita 7.67 UNT y menor en el manantial Unu Pata 3.83 UNT superando el valor referencial y se podría decir que necesita algún tipo de tratamiento para ser apta para el consumo humano.

(HALLASI, 2018) Manifiesta como resultado en su estudio realizado de análisis de los parámetros físicos del agua que consume la población Uros Chulluni donde los

valores obtenidos para el análisis físico en promedio fueron: Temperatura 14,74 °C; Sólidos Disueltos Totales 1147,80 mg/l y la Turbiedad 0.96 NTU.

(CALSÍN, 2016), concluye en su estudio de análisis de los parámetros físicos de aguas de pozos artesanales y tubulares: temperatura en aguas de pozos en el sector Taparachi III de la ciudad de Juliaca fueron de 14.49 ± 0.38 °C en pozos artesanales y en pozos tubulares fue 14.52 ± 0.40 °C, sólidos totales disueltos en pozos artesanales fueron de 785.03 ± 41.12 mg/L y en pozos tubulares fue 509.82 ± 41.20 mg/L, la conductividad en pozos artesanales fueron de 1636.25 ± 86.39 µS/cm y en pozos tubulares 1082.18 ± 81.79 µS/cm y la turbiedad en pozos artesanales fueron de 2.15 ± 0.39 NTU y en pozos tubulares fue de 3.09 ± 0.42 NTU de acuerdo a los resultados encontrados no exceden los LMP emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Esto indicaría que las aguas de pozos son aptas para consumo humano.

1.3. OBJETIVOS DE ESTUDIO

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de agua referente a los parámetros físicos en la captación subterránea para el consumo humano en la comunidad de Mollocco – Acora 2019 según la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar los parámetros físicos (Temperatura, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos y Turbiedad) de agua para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco – Acora.

Comparar la calidad de agua (parámetros físicos) en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco - Acora con la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. El Agua

El agua es el compuesto más importante para la supervivencia de los seres vivos. El agua constituye en promedio del 65 – 75% del cuerpo humano (Tortora *et al.*, 2007). Es una sustancia química compuesta de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno y que puede presentarse en cualquiera de los tres estados: líquido, gaseoso y sólido (Sierra, 2011). Por sus características, el elemento vital es un líquido inodoro, incoloro e insípido compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, unidos formando un ángulo de 105° , su fórmula química es H_2O (Guerra *et al.*, 2008).

Subíndice: H_2O

Superíndice: X^4+Y^3

2.1.2. Calidad del Agua

La calidad del agua se define como una gran cantidad de variables utilizadas para describir el estado de los cuerpos de agua en términos cuantitativos, es difícil dar una definición simple. (Sierra, 2011) la calidad del agua se define en función de un

conjunto de características variables fisicoquímicas y 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) tras cortos o largos periodos de exposición (Rojas, 2002) la evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (OPS, 2004), el agua destinada a ser consumida por el hombre ha sido, y es, de primordial importancia, interviniendo en el mismo muchos factores que pueden afectarla, siendo las actividades antrópicas una de las principales causas de contaminación del agua (Terán, 2003).

2.1.3. Clasificación de los Cuerpos de Agua

Todos los cuerpos de agua están interconectados, desde la atmósfera hasta los océanos a través del ciclo hidrológico que compone la tierra.

Agua Subterránea

Aguas subterráneas, en los acuíferos el régimen de flujo es relativamente estable en términos de velocidad y dirección. Las velocidades promedio pueden variar entre 10^{-10} y 10^{-3} m/s son gobernadas por la proporcionalidad de la permeabilidad del estrato. La dinámica del agua en los acuíferos es bastante complicada, y por estar fuera del alcance. (Sierra, 2011).

Las aguas minerales o subterráneas se han considerado durante largo tiempo como aguas juveniles, es decir, ligadas al magma profundo, y en cierta forma relacionada con el vulcanismo. Salvo raras excepciones, son en realidad aguas de lluvia y aguas meteóricas infiltradas en los suelos. Se distinguen entonces de las aguas de las capas freáticas por su infiltración más profunda a velocidades lentas. Los accidentes geológicos las llevan de nuevo a la superficie, la edad del agua mineral depende de

la longitud del circuito de infiltración, así como de la estructura y la naturaleza geológica del depósito, y se puede calcular entre algunas decenas y varios miles de años. (Tampo & Deborah, 1999)

Ríos

Estos cuerpos de agua, comúnmente denominados corrientes, se caracterizan por que fluyen unidireccionalmente con velocidades promedio relativamente altas que varían entre 0,1 y 1 m/s. el flujo en los ríos es altamente variable y depende de las condiciones climáticas y de las características del área de drenaje. En general los ríos son cuerpos de agua los cuales pueden considerarse permanentemente mezclados, y en la mayoría de ellos, la calidad del agua es importante en el sentido de flujo. (Sierra, 2011).

Lagos

En estos ecosistemas acuáticos, la velocidad promedio es relativamente baja: varía entre 0,1 y 0,001 m/s (valores en la superficie). Este hecho hace que el agua permanezca en el sistema desde unos pocos días hasta varios años. Con respecto a la calidad del agua, esta se comporta o está gobernada de acuerdo con el estado trófico y con los periodos de estratificación. (Sierra, 2011).

2.1.4. Parámetros Físicos

Temperatura

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el desarrollo de la vida acuática como también sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción. La temperatura no es un indicador de la calidad del agua, pero influye en el comportamiento de otros indicadores de calidad del recurso hídrico, como el pH, déficit de oxígeno, conductividad eléctrica, y otras variables fisicoquímicas (APHA – AWWA - WPCF, 1992).

La temperatura es el parámetro físico más importante del agua. Además de afectar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas, intervienen en el diseño de la mayoría de los procesos de tratamiento del agua (coagulación, sedimentación).

Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura. La determinación de conductividad eléctrica es de gran importancia pues da una idea del grado de mineralización del agua natural, potable, residual, residual tratada (NMX-AA-093-SCFI, 2003).

Sólidos Disueltos Totales

El agua puede contener tanto partículas en suspensión como compuestos solubilizados, definiéndose la suma de ambos como Sólidos Totales (ST). La determinación de ST se realiza, evaporando un volumen conocido de muestras y secando el residuo en estufa a 105 °C, hasta una pesada constante, indicándose el resultado en mg/L. Esta medida nos permite conocer el contenido total de sustancias no volátiles presentes en el agua. Además del contenido en sólidos totales, conviene conocer que parte de estos sólidos se encuentra disuelta (SD) y que otra es sedimentable (SS). Los SS se determinan por decantación a partir de un volumen de muestra de un litro dejado en reposo en un recipiente cónico (cono Imhoff) durante una hora, expresándose el volumen sedimentado en el fondo del cono en ml/L. Los sólidos disueltos nos dan una idea de la cantidad de lodos que se producirán en la decantación primaria y se determina gravimétricamente mediante filtración, a vacío o presión, con filtros de fibra de vidrio de borosilicato de diámetro de poro de 0,45 µm, de un volumen conocido de agua bruta, denominándose sólidos en suspensión (SS) el residuo seco retenido en los mismos expresado como mg/L. Al residuo filtrado

secado a 105 °C se le denomina sólidos disueltos (SD), y se expresa también en mg/L (Marin, 2003).

Los sólidos totales se definen como todo material que queda después de evaporar el agua a 105°C, es decir, los sólidos totales es todo aquello presente en la muestra, excepto agua.

Turbiedad

Es la destreza que tiene la materia finamente fraccionada o en estado coloidal de dispersar la luz que muestran en el agua y sus unidades son NTU's (Nephelometric Turbidity Units).

Este parámetro es de suma importancia no solo porque es una característica de pureza en el agua a consumir sino también interfiere en procesos de tratamiento de las aguas como es en la desinfección con agentes químicos o con radiación ultravioleta, reduciendo la efectividad biocida de éstos lo cual representa un riesgo en el consumidor (APHA – AWWA - WPCF, 1992). Se manifiesta que cuanto más sólidos en suspensión haya en el agua más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez (Montero & Agurto, 2009).

2.1.5. Decreto Supremo N° 004-2017- Minam, Estándares de Calidad Ambiental (Eca) Para Agua.

El presente decreto establece los estándares de calidad ambiental del agua según las categorías:

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

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

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Aguas subterráneas: El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes cubierta de agua, 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.

Sólidos Disueltos Totales: Mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos).

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

Conductividad: La conductividad eléctrica 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.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad de agua referente a los parámetros físicos en la captación subterránea para el consumo humano en la comunidad de Mollocco – Acora 2019; son aceptables con los establecidos por la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Los parámetros físicos (Temperatura, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos y Turbiedad) de agua para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco – Acora se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental.

La calidad de agua (parámetros físicos) en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco – Acora en comparación con la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM son significativamente aceptables.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se desarrolló en en la Comunidad de Mollocco, geográficamente ubicada en el distrito de Acora y en la provincia de Puno, que pertenece a la región Puno, según, su ubicación es de la ruta Puno-llave de carretera asfaltada de 36 km. Se puede llegar a través de la Panamericana Sur y hacer un alto en el paradero del mismo nombre, una caminata de 3 kilómetro de distancia por una carretera afirmada nos enfrenta a la visión panorámica estructuras casi imperceptibles porque se confunden con lo rocoso de las laderas del cerro. Y desde el pueblo de Acora está a 4,5 km de distancia y se encuentra a una altura de 3867 msnm., en la zona sur oriental de la República del Perú.

La comunidad de Mollocco limita con: Por el Norte limita con el centro poblado Yanamuri y distrito Acora; por el Este con el Centro Poblado de Caritamaya y el Distrito de Acora; por el Sur con la Comunidad de Chillerota y por el Oeste con con la Comunidad de Yanamuri.

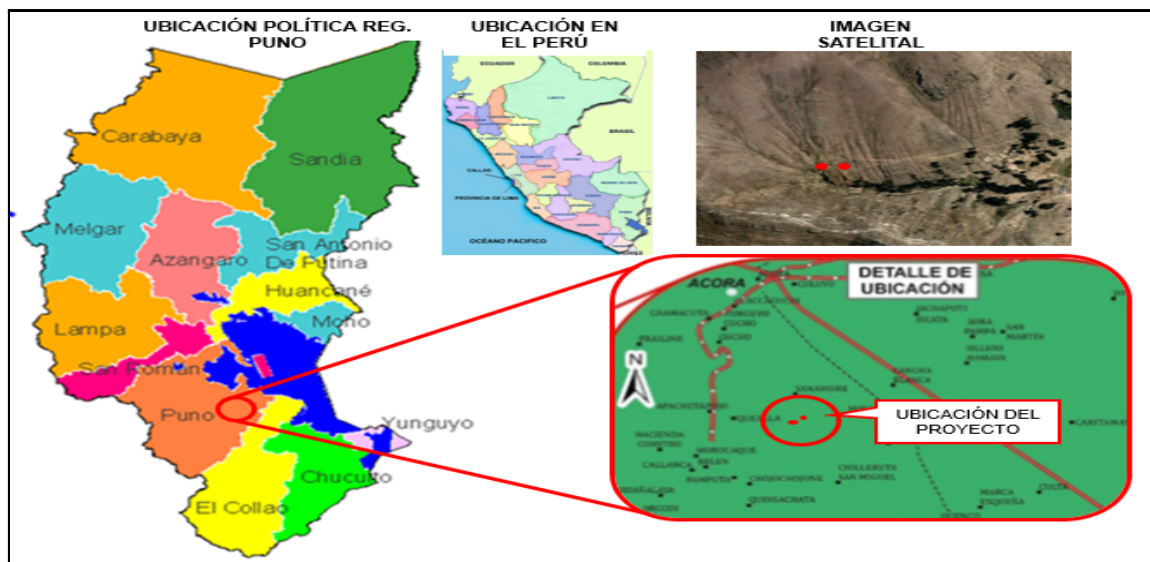


Figura 01. Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio.

Fuente: Propia

Geología y Geomorfología

Geología

La secuencia estratificada en la Región Puno, está caracterizada por cosas sedimentarias, volcánicas y metamórficas; las edades van desde el desde el cámbrico al cuaternario reciente.

En el área del Proyecto se han reconocido rocas que van desde el Mesozoico (Cretáceo Inferior hasta el superior), hasta el Cenozoico (Cuaternario) y la secuencia litológica está comprendida por las siguientes unidades estratificadas: Grupo Moho, Formación Vilque chico y Depósitos Cuaternarios, como fluvio aluvial, aluviales y bofedales.

Geomorfología

Las características geomorfológicos locales de la zona del proyecto está enfocado netamente un modelamiento en la superficie donde se desarrollaron los procesos exógenos de degradación y agravación o acumulación, cuya secuencia de conformación están dadas a partir de la presencia del material sedimentario, la zona

de estudio se caracteriza por presentar una superficie predominante montañosa, ondulada y plana rodeado por cerros de mediana altura formando lomadas de pendiente moderada y bajas, sus altitudes varían entre los 3870 y 3950 m.s.n.m. Los agentes y factores del modelamiento geomorfológico de la zona de estudio que se manifestaron en las diversas épocas geológicas.

3.2. POBLACIÓN TAMAÑO Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población para el proyecto de investigación está conformada por tres lugares de captación de agua subterránea de la Comunidad de Mollocco

3.2.2. Muestra

La muestra para el siguiente proyecto de investigación es instantáneo, integrado y puntual.

Instantáneo porque representa los parámetros de la captación de agua en el momento que se recolecta y puntual porque son muestras tomadas en tres puntos representativos y en cuatro fechas diferentes.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. Métodos

En el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en el apartado DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES, segunda disposición: del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua menciona: “Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua”.

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, el método fue desarrollado de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos

hídricos superficiales con RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA (ANEXO 04).

Criterios para la selección del punto de muestreo de acuerdo al protocolo nacional de monitoreo de la calidad de Aguas.

Accesibilidad: El punto de muestreo debe estar en un lugar fácilmente accesible de tal manera que faciliten obtener las muestras sin tener alguna dificultad posible.

Representatividad: El punto de recolección debe ser lo más representativo posible de las características del cuerpo de agua (ANA,2016).

Para la medición de los parámetros físicos en la captación subterránea de agua en Huecocucho, se tomaron en tres puntos representativos de la captación subterránea de agua de la comunidad de Mollocco del Distrito de Acora que se muestran a continuación:

Tabla 01. Puntos de Georreferenciados de los puntos de muestreo

Puntos de Muestreo	Ubicación	Coordenadas	
		S	W
P.1	Huecocucho comunidad Mollocco	16°01'06.6"S	69°47'10.9"W
P.2	Huecocucho comunidad Mollocco	16°01'07.8"S	69°47'13.3"W
P.3	Huecocucho comunidad Mollocco	16°01'08.7"S	69°47'10.9"W

Los puntos (P1, P2, y P3) seleccionados en la captación subterránea de agua en la comunidad de Mollocco del distrito de Acora provincia Puno región de Puno fueron georreferenciados con la ayuda de un GPS Garmin y las muestras obtenidas fueron tomadas a nivel superficial e in situ. La toma de muestras se comenzó a partir de las

6 am a 11:00 am durante un periodo de 04 meses (diciembre, enero marzo y Julio) del presente año

3.3.1.1. Metodología

El procedimiento de la investigación se realizó según los objetivos planteados.

La metodología de monitoreo para la presente investigación se realizó de acuerdo a los criterios generales descritos en el capítulo 6 del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA en el cual se establece los criterios generales para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídrico superficiales, que considera la logística mínima necesaria, planificación, ejecución y aseguramiento de la calidad del muestreo.

Primero se procedió a ubicar y geo-referenciar los puntos de muestreo con la ayuda de un GPS-MAP GARMIN 64s.

a) Evaluar los parámetros físicos (Temperatura, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales disueltos, Turbiedad) de agua para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco – Acora.

Para la presente investigación se realizó in situ una muestra, utilizando directamente el punto de captación subterránea de agua, donde se procedió a medir los valores de los siguientes parámetros físicos:

Para el caso de los parámetros como: temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos fueron medidos con la ayuda de un multiparámetro modelo HANNA HI 9813-5. Posteriormente se realizó la toma de muestra que fue directa in situ, se introdujo el multiparámetro al punto captación de agua por un promedio de 3 a 5 minutos hasta que se estabilice y se procedió a registrar el dato obtenido en la tabla de valoración.

Para el caso de la turbiedad se tomó una muestra de 30 ml del punto de muestreo en un frasco, el cual se colocó en el cooler las mismas que se llevaron al laboratorio

para determinar este parámetro con un turbímetro MILWAUKEE MI415. Estos procedimientos se repitieron en los 4 muestreos realizados.

b) Evaluar la calidad de los parámetros físicos del agua para consumo humano en la captación subterránea envase a la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental del Agua).

Una vez que se realizó la toma de muestra se obtuvo los valores posteriormente se procedió a la interpretación de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM (ANEXO 03).

3.3.2. Técnicas

La técnica utilizada para la recolección de datos fue mediante la toma de muestras in situ de tres parámetros físicos los cuales fueron: la temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos. Un parámetro fue medido en el laboratorio: tal y como es el caso de la turbiedad. Así mismo la presente investigación se basó en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

3.3.3. Materiales

Los materiales y equipos utilizados para la obtención de información en campo, laboratorio y procesamiento de datos en el presente proyecto de investigación son los siguientes:

Materiales y/o equipos

- ✓ Recipiente de 1 L(jarra)
- ✓ Recipiente de 30 ml
- ✓ Mandil
- ✓ Chaleco
- ✓ Casco
- ✓ Zapato de seguridad
- ✓ Tablero de apuntes
- ✓ Lápiz

- ✓ Agua destilada

Equipos de campo

- ✓ Multiparámetro (HANNA)
- ✓ GPS (Garmin 64s)

Equipos de laboratorio

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Turbimetro (Milkwakee)

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 02. Variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Índice
Variable Independiente Evaluación de parámetros físicos del Agua Subterránea	Análisis físico	Temperatura,	C°
		Conductividad eléctrica,	(µS/cm)
		Sólidos Totales	mg/L
		Turbiedad	UNT
Variable Dependiente Calidad del agua	D.S. 004-2017-MINAM	Temperatura,	C°
		Conductividad eléctrica,	(µS/cm)
		Sólidos Totales	mg/L
		Turbiedad	UNT

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

3.5.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación que se realizó es de tipo descriptiva, por que busca describir los resultados de los parámetros físicos del agua en la captación subterránea Huecococho en la Comunidad Mollocco sin centrarse en las razones por las que se produce el determinado problema. Para lo cual se utilizó la observación, la descripción y la medición en campo de las muestras representativas de cada punto de la población.

3.5.2. Diseño de investigación

El estudio comprendió el diseño de investigación no experimental descriptivo por qué se analiza la realidad y se observa la situación tal y como se da en su contexto natural, busca recoger información actualizada de la población de estudio, sirve para estudios de caracterización, por lo que se describirán las características físicas para así determinar la calidad del agua en la captación subterránea Huecococho de la comunidad de Mollocco, por ende, este trabajo de investigación consistió en la medición directa de la muestra del agua del punto de captación subterránea Huecococho.

3.5.3. Diseño estadístico

Para el diseño estadístico de la presente investigación se utilizó una estadística descriptiva mediante la media y desviación estándar para los datos físicos.

- ✓ Fórmula de la media

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- ✓ Fórmula de la desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Donde:

X: valor de un dato

X-: valor de una media

Z: sumatoria

S: desviación estándar

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la evaluación de parámetros físicos del agua en la captación subterránea para consumo humano en la comunidad de Mollocco en los 3 puntos de muestreo en 4 fechas diferentes expresadas a través de gráficos de barras se detalla a continuación:

4.1.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA EN LA CAPTACIÓN SUBTERRÁNEA:

a. Temperatura

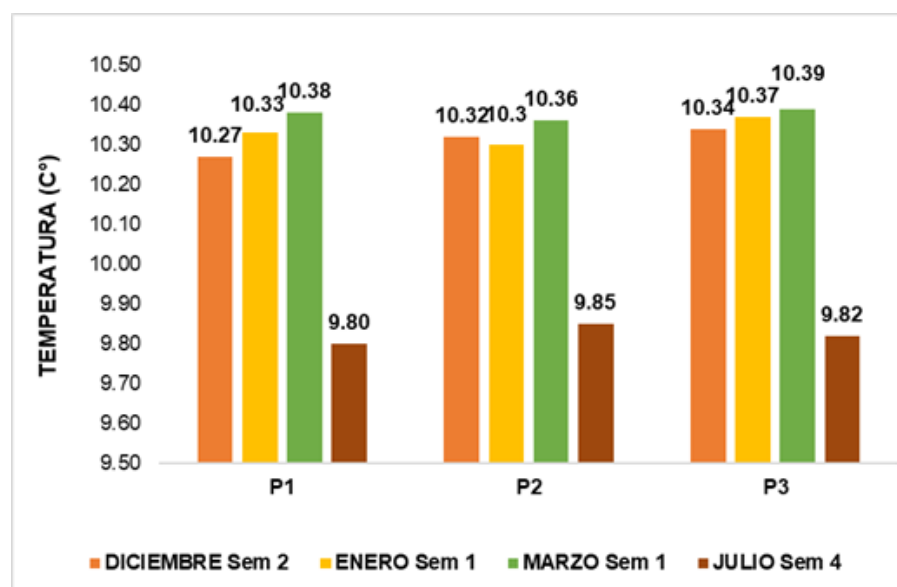
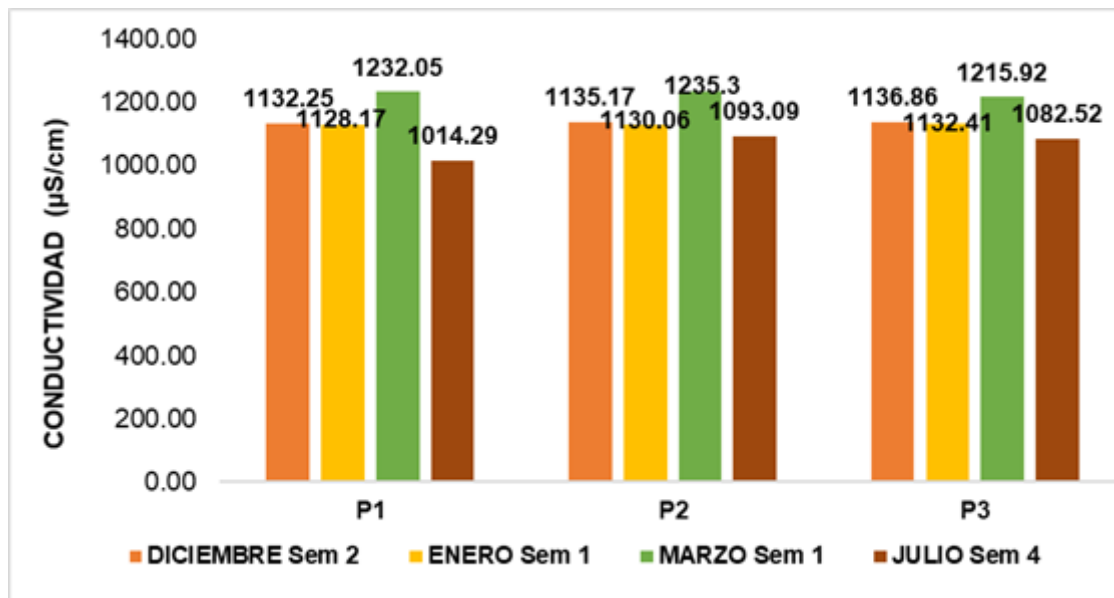


Figura 02 . Temperatura correspondiente a los 4 muestreos realizados.

(APHA – AWWA, 1992), La temperatura es uno de los parámetros físicos muy importante porque define la calidad de un cuerpo de agua, pues por lo general influye en el desarrollo de la vida, además puede afectar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas que estas intervienen en el diseño de la mayoría de los procesos de tratamiento del agua (coagulación, sedimentación). En la figura 02 se muestra los valores obtenidos de la temperatura del agua en la captación subterránea en el P1 se registró una temperatura máxima $10.38\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el mes de marzo y una mínima $9.80\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el mes de julio, con un promedio $10.12 \pm 0.27\text{ }^{\circ}\text{C}$; en el P2 se registró una temperatura máxima $10.36\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una mínima $9.85\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el mes de julio, con un promedio $10.21 \pm 0.24\text{ }^{\circ}\text{C}$; así mismo en el P3 se registró una temperatura máxima $10.39\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el mes de marzo y una mínima $9.82\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el mes de julio, con un promedio de $10.23 \pm 0.27\text{ }^{\circ}\text{C}$, y teniendo en cuenta los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S. 004-2017-MINAM para la categoría A1 el resultado obtenido está dentro del margen de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ los datos registrados están dentro de lo estipulado por el ECA. así mismo los resultados no guardan relación con lo que sostienen Martínez (2017), donde obtuvo una temperatura máxima de $19.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una temperatura mínima de $18.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, además señala que los datos que obtuvo para este parámetro mostró ciertas diferencias por la diferente exposición al sol del canal frente al río, que recibió más insolación, lo cual pudo influir en este parámetro así mismo Quispe (2017), obtuvo valores de temperatura en el manantial Ch'iaritita 10.37°C y una mínima en el manantial Yuraq Unu 8.70°C También Hallasi (2018), de acuerdo a los meses de realizar el monitoreo de la temperatura ha variado disminuyendo en el mes de julio que obtuvo valor promedio de $12,58\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que en los meses de mayo y junio están próximos al promedio general que resultó $14,74\text{ }^{\circ}\text{C}$, así mismo Calsin (2016) obtuvo valores que oscilaron temperatura en aguas de pozos en el sector Taparachi III de la ciudad de Juliaca

fueron de 14.49 ± 0.38 °C en pozos artesanales y en pozos tubulares fue 14.52 ± 0.40 °C.

b. Conductividad Eléctrica



En la figura 03 se muestra los valores obtenidos de la conductividad eléctrica del agua en la captación subterránea, en el P1, se registró un valor máximo de $1232.05 \mu\text{S/cm}$ en el mes de marzo y una mínima de $1014.29 \mu\text{S/cm}$ en el mes de julio, con un promedio de $1126.69 \pm 89.01 \mu\text{S/cm}$; en el P2, se registró un valor máximo de $1235.3 \mu\text{S/cm}$ en el mes de marzo y una mínima de $1093.09 \mu\text{S/cm}$ en el mes de julio, con un promedio de $1148.41 \pm 160.89 \mu\text{S/cm}$; en el P3, se registró una conductividad máxima de $1215.92 \mu\text{S/cm}$ en el mes de marzo y una mínima de $1082.52 \mu\text{S/cm}$ en el mes de julio con un promedio de $1141.93 \pm 55.14 \mu\text{S/cm}$.

Comparando con la norma existente; los puntos de muestreo corresponden a la categoría A1 con los valores registrados, están por debajo de lo establecido en el ECA ($1500 \mu\text{S/cm}$).

Los datos registrados de la conductividad eléctrica guardan relación con los reportados de Yana (2017) donde valores de CE oscilaron entre 997.83 y 1200.56 uS/cm y un promedio de 1074.20 uS/cm en el PM1, entre 1020.07 y

1225.00 uS/cm con un promedio de 1110.59 uS/cm en el PM2, y entre 1200.03 y 1218.50 uS/cm con un promedio de 1208.43 en el PM3 a comparación de Martinez (2017) obtuvo los valores $471.6 \pm 58.1 \mu\text{S/cm}$, así mismo Calsin (2016) en su estudio de calidad del agua de pozos artesanales y tabulares en el sector Taparachi III de la ciudad de Juliaca obtuvo los siguientes datos de la conductividad en pozos artesanales fueron de $1636.25 \pm 86.39 \mu\text{S/cm}$ y en pozos tubulares $1082.18 \pm 81.79 \mu\text{S/cm}$.

c. Sólidos totales disueltos

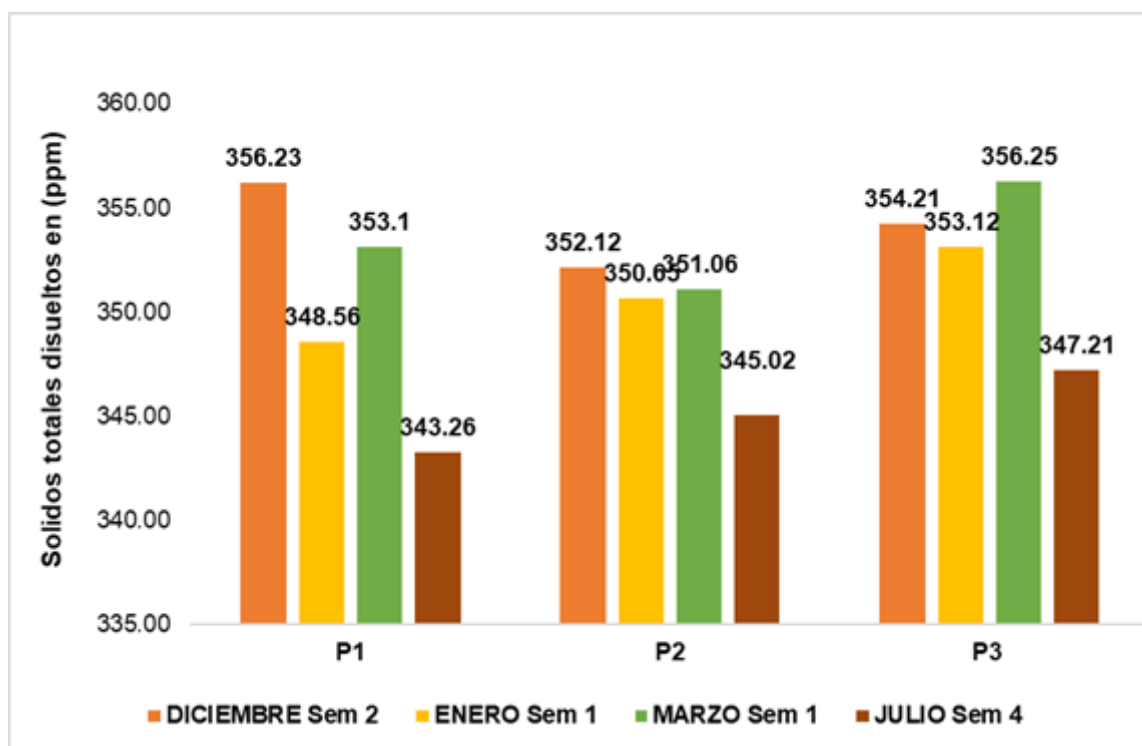


Figura 04 Sólidos Totales disueltos correspondiente a los 4 muestreos realizados. En la figura 04 se muestra los valores obtenidos de los sólidos totales disueltos del agua en la captación subterránea Huecococho de la comunidad de Mollocco, el valor máximo que se registró en el P1 fue 356.23 ppm en el mes de diciembre y mínimo 346.26 ppm en julio, con un promedio de 350.29 ± 5.6 ppm; en el P2 se registró un valor máximo de 352.12 ppm en el mes de diciembre y minino 345.02 ppm en julio con un promedio de 349.71 ± 3.19 ppm; así mismo en el P3 se registró un valor máximo de 356.25 ppm en el mes de diciembre y mínimo 347.21

ppm en el mes de julio, con un promedio de 352.70 ± 3.88 ppm. comparado con la norma de la Evaluación de la Calidad Ambiental para agua de acuerdo a la categoría A1 estos valores registrados están dentro de los estándares del ECA. así mismo los resultados guardan relación con lo que sostiene, Yana (2017), en su estudio obtuvo los siguientes valores de Sólidos disueltos totales de las muestras de agua evaluadas, que oscilaron entre 270.00 y 296.00 mg/L y un promedio de 281.26 mg/L en el PM1, entre 260.51 y 316.12 mg/L con un promedio de 284.04 mg/L en el PM2, y entre 269.00 y 279.48 mg/L con un promedio de 272.75 mg/L en el PM3. Así mismo Martínez (2017), en su trabajo de investigación obtuvo Sólidos disueltos totales 232.4 ± 24.8 mg/ donde los valores obtenidos guardan relación con los datos registrados, por otro lado Quispe (2017) registra valores de sólidos totales disueltos que oscilaron en sus 6 manantiales de muestreo Ch'akipata 108.19 mg/l, Unu Pata 84.55 mg/l, Ch'artita 62.76 mg/l, Yuraq Unu 32.90 mg/l, Cóndor Wachana 18.45 y Qayqu 15.83 mg/l, siendo el mayor promedio en el manantial de Ch'akipata y menor en el manantial de Qayqu por otro lado Hallasi (2018) en su estudio obtuvo el siguiente valor de Sólidos Disueltos Totales 1147,80 mg/l donde indica realizar más estudios en diferentes puntos Calsin (2016) en su estudio de calidad del agua en pozos artesanales y pozos tubulares obtuvo los siguientes valores de sólidos totales disueltos en pozos artesanales fueron de 785.03 ± 41.12 mg/L y en pozos tubulares fue 509.82 ± 41.20 mg/L donde concluye que los valores obtenidos están dentro de los Límites Máximos Permisibles de acuerdo al DS 031-2010-SA.

d. Turbiedad

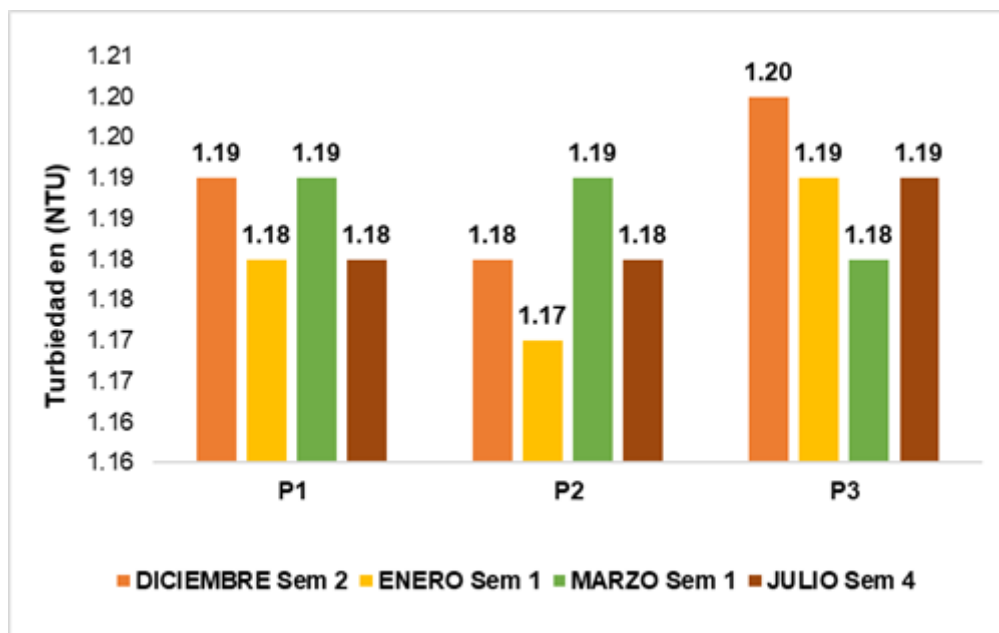


Figura 05. Turbiedad correspondiente a los 4 muestreos realizados.

En la figura 05 se muestra los valores obtenidos de la turbiedad del agua en la captación subterránea Huecococho de la comunidad de Mollocco , el valor máximo que se registró en el P1 fue 1.19 NTU en el mes de diciembre – marzo y mínimo 1.18 NTU en diciembre - marzo, con un promedio de 1.19 ± 0.006 NTU; en el P2 se registró un valor máximo de 1.19 NTU en el mes de marzo y minino 1.17 NTU en el mes de enero con un promedio de 1.18 ± 0.008 NTU ; así mismo en el P3 se registró un valor máximo de 1.20 NTU en el mes de diciembre y mínimo 1.18 NTU en el mes de marzo, con un promedio de 1.19 ± 0.008 NTU comparando con la normativa Estándares de Calidad Ambiental para Agua los datos registrados están dentro de los parámetros establecidos . Los resultados obtenidos guardan relación con lo que sostiene, Ramos (2016), en su estudio obtuvo turbidez 0.160 UNT, a diferencia de Pacori (2018), en su trabajo de investigación obtuvo un valor donde la turbiedad fluctuó entre 6.3 a 4.0 NTU estos datos obtenidos sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua, debido a las diferentes características y factores de la zona, así mismo Quispe (2017) en sus resultados de los manantiales obtuvo los siguientes valores que oscilaron entre Ch’iartita 7.67 UNT, Yuraq Unu 7.00 UNT,

Ch'ákipata 6.00 UNT, Cónдор Wachana 5.67 UNT, Qayqu 5.67 y Unu Pata 3.83 UNT, siendo el mayor promedio en el manantial de Ch'íartita y menor en el manantial de Qayqu, superando el valor referencial y se podría decir que necesita algún tipo de tratamiento para ser apta para consumo humano, a diferencia Hallasi (2018) obtuvo el siguiente valor 0.96 NTU, así mismo Calsin (2016) en su estudio de calidad del agua de pozos artesanales y pozos tubulares obtuvo los siguientes valores en pozos artesanales fueron de 2.15 ± 0.39 NTU y en pozos tubulares fue de 3.09 ± 0.42 NTU de acuerdo a los resultados encontrados no exceden los LMP emitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Esto indicaría que las aguas de pozos son aptas para consumo humano.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Al evaluar los parámetros físicos en la captación subterránea de agua para consumo humano en la comunidad de Mollocco del distrito de Acora 2019, en las tres captaciones durante los meses Diciembre, Enero, Marzo y Julio se concluye que previo tratamiento estas podrán ser destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano según indica la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM.

SEGUNDA: Los parámetros físicos en la captación subterránea del agua, para la temperatura se obtuvo un valor máximo de 10.39 °C en el P3 en el mes de marzo y como mínimo 9.80 °C en el P1 en el mes de julio con un promedio de 10.21 °C; la conductividad eléctrica obtuvo un valor máximo de 1235.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el P2 en el mes de marzo y mínimo 1014.29 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el P1 en el mes de julio con un promedio de 1139.01 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos totales disueltos se obtuvo un máximo de 356.25 ppm en el P3 en el mes de marzo y un mínimo de 343.26 ppm en el P1 mes de julio con un promedio 350.90 ppm, así mismo la turbidez se obtuvo un valor máximo de 1.20 NTU en el P3 en el mes de diciembre y un mínimo de 1.17 NTU en el P2 mes de enero y con un promedio 1.19 NTU.

TERCERA: Al comparar la calidad de agua (parámetros físicos) en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco - Acora con la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM, para la temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y turbiedad de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua con la categoría A1; los resultados indican que las aguas en la Captación subterránea Huecococho son aceptables para consumo humano previo tratamiento.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Establecer programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano con los actores sociales como la Municipalidad, Gobierno Regional, Diresas, Digesas, Redes de Salud Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico la participación de juntas administradoras de agua para consumo humano JASS para hacer cumplir las Normas establecidas en administrar y hacer llegar agua de calidad a la población.

SEGUNDA: Educar a la población como medida inmediata sobre cómo hacer uso del agua promoviendo la participación activa y el cambio de comportamiento sanitario de los usuarios, aspectos relacionados con componentes de capacitación y educación, sentando las bases para la sostenibilidad y conservación de las Fuentes de agua de la captación.

TERCERA: Realizar periódicamente la limpieza y desinfección de todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la comunidad de Molocco.

CUARTA: Realizar investigaciones con respecto a la calidad de agua en las diferentes captaciones subterráneas en el distrito de Acora y nuestro departamento.

BIBLIOGRAFÍA

- Apha – Awwa - Wpfc. (1992). Métodos Normalizados Para El Análisis De Aguas Potables Y Residuales. Ediciones Díaz De Santos. Madrid.
- Baque, R., Simba, L., González, B., Suatunce, P., Diaz, E., Cadme, L. (2016). Calidad Del Agua Destinada Al Consumo Humano En Un Cantón De Ecuador.
- Bracho, I. A., & Fernández, M. (2017). Evaluación De La Calidad De Las Aguas Para Consumo Humano En La Comunidad Venezolana De San Valentín, Maracaibo. Instituto Superior Minero Metalúrgico De Moa «dr Antonio Nuñez Jiménez» Cuba.
- Calsín, K. V. (2016). Calidad Física, Química Y Bacteriológica De Aguas Subterráneas De Consumo Humano En El Sector De Taparachi Iii De La Ciudad De Juliaca, Puno - 2016.
- Cava, T., & Ramos, F. E. Del R. (2016). “Caracterización Físico – Química Y Microbiológica De Agua Para Consumo Humano De La Localidad Las Juntas Del Distrito Pacora – Lambayeque, Y Propuesta De Tratamiento”.
- Guerra, M., Francisco, M., Adelwart, S., & Santiago, V. (2008). Caracterización De Aguas Residuales Laboratorio De Ingeniería Ambiental. 28.
- Hallasi, G. L. (2018). Determinación De Los Parámetros Microbiológicos Y Físico-químicos De Las Aguas De Consumo Humano En Las Islas Flotantes Uros Del Lago Titicaca.
- Huaman, M. S. (2015). Evaluación De La Calidad Del Agua Subterránea Para Consumo Humano En El Pueblo Cerrito San Juan, Distrito De Socabaya, Provincia De Arequipa, Departamento De Arequipa.
- Jimenez, M., Cova, R., Trias, L., Vega, C., & Manganiello, L. (2017). Parameters Relating To Chemical Properties And Organoleptic Quality Of Waters Confluing Reservoirs For Human Consumption. 24(1), 10.
- Marin, R. (2003). Físicoquímica Y Microbiología De Los Medios Acuáticos, Tratamiento Y Control De Calidad De Aguas.

- Martinez, J. A. (2017). Calidad Fisicoquímica Y Bacteriológica Del Agua De Consumo Humano Del Distrito De Samán, Provincia De Azangaro – Puno. 70.
- Minam. (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-minam Estándares De La Calidad Ambiental Para Agua.
- Montero, R., P. A., Agurto, R., Kl. (2009). Instituto Del Mar Peruano (Imarpe). 2009. Área De Estudios Ambientales. Recolección Y Conservación De Muestras En Campo Después De Originado Algún Daño O Perjuicio Obre Un Cuerpo De Agua Y Su Entorno. Tumbes-perú.
- Nmx-aa-093-scfi. (2003). Análisis De Agua Determinación De Conductividad Eléctrica – Método De Prueba.
- Pacori, K. P. (2018). Calidad Fisicoquímico Y Bacteriológica Del Agua En La Zona De Captación De La Comunidad Herccasicuani-canchis-cusco.
- Quispe, D. (2017). Calidad Bacteriológica Y Físico-química Del Agua De Seis Manantiales Del Distrito De Santa Rosa-melgar. 85.
- Ramos, A. E. (2016). “Evaluación Microbiológica Y Físico-química De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano De La Junta Administradora De Agua Potable Galten – Guilbut Ubicada En El Cantón Chambo”.
- Rivera, A., & Garcia, N. (2017). Caracterización Del Agua De La Quebrada Naranjal Para La Gestión Del Servicio De Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano En La Localidad Unión De Mamonaquihua-cuñumbuqui, 2017.
- Rojas, R. (2002). Guía Para La Vigilancia Y Control De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano. 83.
- Sierra, R. (2011). Calidad De Agua. Primera Edición. Editorial Ediciones De La U. Bogotá – Colombia.
- Simanca, M., Álvarez, B., & Paternina, R. (2016). Calidad Física, Química Y Bacteriológica Del Agua Envasada En El Municipio De Montería. Temas Agrarios, 15(1), 71-83. <https://doi.org/10.21897/Rta.V15i1.813>
- Tampo, & Deborah. (1999). Aguas Envasadas.

- Terán, P. (2003). Comparación De Métodos Para Determinación De Perímetros De Protección De Pozos Y Su Aplicabilidad En Algunos Pozos Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En La Ciudad De El Vigía. Mérida- Venezuela.
- Vicuña, F. (2019). Evaluacion De La Calidad Del Agua Potable Del Sistema De Abastecimiento Y El Grado De Satisfaccion En La Poblacion De Olleros- Huaraz, Periodo 2015-2016. 127.
- Yana, W. (2017). Calidad Fisicoquímica Y Microbiológica Del Agua, En El Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En La Ciudad De Azángaro, Puno – 2017.

ANEXO

ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS EN LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO, COMUNIDAD MOLLOCCO - ACORA 2019

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	METODOLOGÍA.
¿Cómo serán los parámetros físicos del agua para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad Mollocco - Acora?	Evaluar los parámetros físicos en la captación de agua subterránea para consumo humano y Realizar la comparación con la normativa de Estándares de la calidad del agua.	Los parámetros físicos del agua para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.	<p>Variable X= variable independiente</p> <p>Evaluacion de parametros fisicos del Agua Subterránea</p> <p>Variable Y = variable dependiente</p> <p>Calidad de agua</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Descriptivo no experimental</p> <p>Método</p> <p>Se realizó en función a la RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.</p> <p>Población</p> <p>La población será las aguas subterráneas.</p> <p>La muestra que se utilizará será instantáneo y puntual, instantáneo por que se recolecta en el momento y puntual por que se tomara en 3 puntos.</p> <p>Diseño Estadístico</p> <p>Se utilizará Medias y Desviación.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		
<p>¿Cuáles serán los valores de los parámetros físicos (Temperatura Conductividad eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Turbiedad) del agua para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco – Acora?</p> <p>¿Los valores de los parámetros físicos del agua para consumo humano obtenidos serán aceptables dentro de los valores de los Estándares de Calidad Ambiental?</p>	<p>Evaluar los parámetros físicos (Temperatura, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales disueltos, Turbiedad) de agua para consumo humano en la captación subterránea de la comunidad de Mollocco – Acora.</p> <p>Evaluar la calidad de los parámetros físicos del agua para consumo humano en la captación subterránea envase a la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental del Agua).</p>	<p>Los parámetros físicos del agua para consumo humano en la captación de agua subterránea que se obtuvieron están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.</p> <p>Los parámetros físicos en la captación de agua subterránea para consumo humano superan altamente los estándares de Calidad Ambiental.</p>		

ANEXO 02. CADENA DE CUSTODIA

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS EN LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO, COMUNIDAD MOLLOCCO - ACORA 2019

Evaluador.....N°

Evaluación.....

Fecha

Lugar.....

Parametros físicos	N° Rep.	Numero de Muestreos				Promedio
		P1	P2	P3	obs.	
Temperatura	1					
	2					
	3					
Conductividad Electrica	1					
	2					
	3					
Solidos Totales Disueltos	1					
	2					
	3					
Turbiedad	1					
	2					
	3					
Hora de Muestreo						
Coordenadas						

Observaciones:.....

ANEXO 03. CUADRO DE ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	($\mu\text{S/cm}$)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**

**ANEXO 04. PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE
LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES**



Autoridad Nacional del Agua
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la consolidación del Mar de Grau"

**PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO
DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
SUPERFICIALES**



Lima, enero de 2016



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

plomo, (R) parámetro requerido solamente en caso de refinerías FCC, (S) sulfuros, (SST) sólidos suspendidos totales, (T) temperatura en grados Celsius, (Zn) zinc, e (IGA) Instrumento de Gestión Ambiental.

En caso de aprobarse, posteriormente a la publicación del presente Protocolo, los límites máximos permisibles para parámetros no considerados en la cuadro precedente o para actividades no contempladas, el programa de monitoreo deberá adecuarse según las disposiciones y los plazos establecidos por la autoridad ambiental competente. En tal caso, se incorporarán dichos parámetros también en el programa analítico para el control de la calidad del agua del cuerpo receptor, siempre que en la categoría correspondiente al cuerpo natural de agua se haya establecido el respectivo Estándar de Calidad Ambiental para Agua o la autoridad ambiental sectorial lo estime pertinente. Asimismo, ante actualizaciones o modificaciones de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (categorías y/o parámetros), se revisará y de ser necesario actualizará el cuadro 1.

5.4. Toma, conservación, preservación y análisis de las muestras de agua

La toma de muestra de agua natural deberá ser realizada en los puntos de control y a la profundidad establecidos en la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas en concordancia con lo señalado en el instrumento de Gestión Ambiental y de acuerdo con las disposiciones establecidas en el presente Protocolo.

En caso las condiciones climáticas (tormentas, lluvias o nevadas) u oceanográficas (braveza del mar) no permitan la toma de muestra en condiciones seguras, se prescindirá de realizar el monitoreo en el cuerpo receptor, lo que deberá ser debidamente sustentado.

El tipo de recipiente, las condiciones de preservación y el tiempo máximo de almacenamiento de las muestras de agua debe ser concordante con lo indicado en el anexo VII. El análisis deberá ser realizado por un laboratorio acreditado. (Véase el glosario).

5.5. Remisión de los reportes de monitoreo

Los resultados del monitoreo deberán ser sistematizados según el formato publicado en la página web de la Autoridad Nacional del Agua y reportados por vía digital junto con sus respectivos informes de ensayo escaneados en un plazo no mayor de 15 días calendario después de finalizado el trimestre de evaluación.

La información resultante de la presentación de los reportes de monitoreo será de acceso para las instituciones con competencia en evaluación ambiental de las actividades del sector correspondiente.



6. MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

El capítulo 6 establece los criterios generales para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, que considera desde la logística mínima necesaria, planificación, ejecución e informe técnico, cuyo contenido deberá ser de aplicación y referente obligatorio para la Autoridad Nacional del Agua y otros que pudieran desarrollar similar actividad.

6.1. Recursos humanos

El monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales deberá ser realizado por un equipo de personas con conocimiento sobre la toma de muestras, preservación, transporte y todos los puntos tomados en el presente Protocolo. Asimismo, deberán conocer la zona de muestreo y los lugares de acceso. El equipo deberá contar como mínimo con dos (02) personas, a fin de que se realice una distribución homogénea de las actividades en campo.



6.2. Recursos económicos

La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto económico para los siguientes aspectos:

- Traslado del equipo de trabajo: combustible, peajes, alquiler de camioneta
- Viáticos por cada recurso humano
- Envío de muestras: por *courier*
- Análisis de las muestras por cada parámetro evaluado
- Alquiler de equipo de monitoreo
- Materiales de escritorio, compra de hielo, etc.

6.3. Tipos de muestras de agua

Las muestras de agua pueden clasificarse en los siguientes tipos:

a. Muestra simple o puntual

A esta muestra también se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.

Cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de áreas sustanciales, puede decirse que la muestra simple es representativa de un intervalo de tiempo o un volumen más extenso. En tales circunstancias, las características de un cuerpo de agua pueden estar adecuadamente representadas por muestras simples, como en el caso de aguas de suministro, aguas subterráneas, algunos casos de aguas superficiales y de manera extraordinaria en algunas corrientes de aguas residuales.

b. Muestra compuesta

Es el resultado de la mezcla homogenizada de varias muestras simples colectadas durante un periodo determinado según proporciones concretas. Pueden ser de volumen fijo o de volumen proporcional, dependiendo del intervalo del muestreo y el volumen de cada muestra simple que lo conforma.

Este tipo de muestras se emplea cuando se requieren conocer las condiciones promedio en un determinado periodo. Son generalmente usadas para la caracterización de aguas residuales.

La muestra compuesta de volumen fijo se compone mezclando en un mismo recipiente las alícuotas de igual volumen. La muestra compuesta de volumen proporcional, aplicado principalmente para ríos o quebradas de bajo caudal y de alta variabilidad, se compone tomando y mezclando en un mismo recipiente un volumen (alícuota) de muestra que se calcula de la siguiente forma:

$$V_i = \frac{V \times Q_i}{n \times Q_p}$$

Donde:

V_i: Volumen de cada alícuota o porción de muestra

V: Volumen total a componer

Q_i: Caudal instantáneo medido en el momento de toma de muestra

Q_p: Caudal promedio durante el muestreo

n: Número de muestras tomadas





Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Se recomienda exceder el volumen de muestra total a componer en un 20 % a fin de suplir pérdidas o derrames durante la manipulación.

c. Muestra integrada

Consiste en la homogenización de muestras puntuales tomadas en diferentes puntos simultáneamente, con la finalidad conocer las condiciones de calidad de agua promedio en los cuerpos de agua.

Dentro de esta clasificación, se ubican las muestras integradas de área que comprenden varias muestras simples tomadas en varios puntos de una determinada área acuática (ancho de un río) y las muestras integradas de profundidad, que abarcan muestras simples o compuestas tomadas a lo largo de la columna de agua.

El primer caso mide el ancho del río y se divide en cuatro secciones iguales. Se toman muestras a 1/4, 1/2 y 3/4 de la sección transversal del río. Posteriormente, se homogenizan partes iguales de cada muestra obtenida.

Para la toma de las muestras integradas en cuerpos de agua profundos, se pueden realizar muestreos puntuales a diferentes profundidades o de todo el segmento de la columna de agua utilizando una manguera muestreadora. (Véase el ítem 6.15).

6.4. Planificación del monitoreo

La planificación del monitoreo se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas (Ej. Google Earth), los parámetros a evaluar en cada punto de monitoreo, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, logística a utilizar para el traslado del equipo de trabajo y para el análisis de las muestras.

Gráfico 1. Actividades realizadas en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales



PREMONITOREO	MONITOREO	POSTMONITOREO
<ul style="list-style-type: none"> Planificación del Monitoreo Establecimiento de la red de puntos de monitoreo Codificación del punto de muestreo Frecuencia de Monitoreo Parámetros recomendados a evaluar en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección Seguridad en el trabajo de campo 	<ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento del entorno Rotulado y Etiquetado Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales y marino costeros Georeferenciación del punto de monitoreo Medición de los parámetros de campo Toma de muestra Preservación Llenado de la cadena de custodia Transporte de las muestras Aseguramiento de la calidad de los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de las muestras por el laboratorio acreditado por la INACAL. Procesamiento y revisión de datos de los análisis. Elaboración del Informe Técnico del monitoreo



6.5. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo

El establecimiento de la red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Para ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realizan a través de herramientas informáticas como ArcGIS, Google Earth Pro, entre otras.

6.5.1. Cuenca e intercuenca

Para el caso de una cuenca hidrográfica e intercuenca, el mapa debe contar con la delimitación de las unidades hidrográficas, ríos, lagos y lagunas, ubicación de infraestructura hidráulica (bocatomas, túneles, embalses), centros poblados y zonas urbanas, red vial, áreas naturales protegidas, pasivos mineros y/o hidrocarburíferos, vertimientos autorizados, captaciones de agua para uso poblacional, fuentes contaminantes puntuales y difusas provenientes de las actividades mineras, industriales, acuícola, agrícola, ganadera, etc. y toda información concerniente al área de evaluación. La ubicación de los puntos de monitoreo deberán incluir los siguientes aspectos:

- En la naciente del recurso hídrico, la cual se ubica generalmente en la cabecera de cuenca donde nacen los ríos, que servirá como punto de referencia o "blanco".
- En el estuario o zona de la desembocadura del río al mar.
- Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales y trasvases), un punto en el río principal.
- Un punto de monitoreo por debajo de fuentes contaminante puntuales y difusas. En cuencas hidrográficas densamente pobladas es necesario la priorización de los puntos de monitoreo, estableciendo puntos representativos por tipo de fuente contaminante.
- Aguas abajo de la salida de embalses y lagunas.
- En zonas de protección tales como reservas, parques naturales, etc.
- En caso se cuente con una red de estaciones hidrométricas en la cuenca materia de evaluación, se recomienda que el punto de monitoreo de calidad de agua se ubique cerca a dicha estación hidrométrica para que se pueda contar con la medición simultánea del caudal.



El lugar establecido para la toma de la muestra de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.

Se debe precisar que el muestreo debe iniciarse desde los puntos ubicados en la parte alta de la cuenca o intercuenca.

6.5.2. Lagos, lagunas, embalses

En recursos hídricos lénticos, el mapa deberá considerar la integración de la siguiente información en mapas cartográficos: desembocadura de ríos, principales centros poblados y zonas urbanas, vertimientos autorizados de aguas residuales tratadas, fuentes contaminantes puntuales y difusas, pasivos mineros, hidrocarburíferos, agrícolas, actividades productivas e industriales, instalaciones acuáticas, zonas acuícolas, zonas recreativas (balneabilidad), áreas naturales protegidas, batimetría, entre otras. El establecimiento de la red de puntos de monitoreo, debe considerar los siguientes criterios:

- Los puntos de monitoreo deberán ser ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zona de pesca, recreación, acuicultura, etc.) o en zonas de importancia particular, como puntos



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

- de toma de agua para uso poblacional, zonas de desove o crianza de peces, zonas de ingresos de afluentes, zonas de descarga, zonas de floraciones de algas u otras características atípicas.
- El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función del tamaño de la zona de interés.
- En zonas sin influencia antropogénica que servirá como punto de referencia o "blanco".
- Para recursos hídricos con profundidades mayores a 6 metros, considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a 1 metro del fondo. La profundidad de la termoclina se calcula midiendo la temperatura en la columna de agua y determinando la zona de mayor variación. La medición de la temperatura se realiza con ecosondas de profundidad.

6.5.3. Mar

Para la ubicación de los puntos de monitoreo en la zona marina, se debe integrar en un mapa cartográfico la siguiente información: delimitación del cuerpo de agua marino-costero, desembocadura de ríos, principales centros poblados y zonas urbanas, vertimientos autorizados de aguas residuales tratadas, fuentes contaminantes puntuales y difusas, pasivos mineros, hidrocarbúricos, agrícolas, actividades productivas e industriales, instalaciones acuáticas, zonas acuícolas, zonas recreativas (balneabilidad), áreas naturales protegidas, batimetría, entre otras. El establecimiento de la red de puntos de monitoreo debe considerar los siguientes criterios:

- Los puntos de monitoreo deberán ser ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zonas de pesca, áreas de concesión para la maricultura y bancos naturales de moluscos bivalvos, desove o crianza de peces, recreación, balnearios, acuicultura, etc.).
- En zonas de importancia particular como puntos de toma de agua para uso poblacional, desalinización, zonas de descarga de ríos, zonas de floraciones de algas u otras características atípicas.
- El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función del tamaño de la zona de interés.
- En zonas sin influencia antropogénica que servirá como punto de referencia o "blanco".
- Se debe considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a un metro del fondo. La profundidad de la termoclina se calcula midiendo la temperatura en la columna de agua y determinando la zona de mayor variación. La medición de la temperatura se realiza con ecosondas de profundidad.



6.5.4. Codificación del punto de muestreo

El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.

Asimismo, deberán registrarse puntos de referencia en la proximidad del punto de monitoreo, tales como puentes, kilometraje vial, localidad u otro elemento que permita la ubicación rápida en campo.

En el caso de puntos de muestreo en cuerpos de agua lénticos o marino costeros, es útil indicar por lo menos dos puntos de referencia en la costa que permitan la identificación del punto en el campo.

Toda la información relativa al punto de monitoreo será registrada en el formato del anexo IV: *Formato de identificación del punto de monitoreo*.



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Todos los puntos de muestreo establecidos por la Autoridad Nacional del Agua en el marco de las actividades de Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales deberán poseer un código que será determinado según el siguiente detalle.

El código de cada punto de muestreo ubicado en cuerpos naturales de agua continental estará conformado por los siguientes elementos:

[Sigla del tipo de cuerpo de agua] [Sigla del nombre del cuerpo de agua] [Numeración continua]

- Sigla del tipo del cuerpo de agua

- R → Río
- Q → Quebrada
- C → Cocha
- F → Manantial
- L → Laguna natural o artificial, lago
- E → Embalse o represa
- H → Humedal, bofedal
- M → Mar
- B → Bahía
- G → Estuario, manglar o marisma

- Sigla del nombre del cuerpo natural de agua: compuesta por las cuatro (04) letras iniciales del nombre del cuerpo de agua. Para nombres compuestos se utiliza la primera letra de la primera palabra y las primeras tres (03) letras de la segunda palabra; por ejemplo Santa Bárbara: SBAR.

- Numeración continua: los números se asignan en orden creciente y se inicia en la parte más alta de la cuenca (cabecera o naciente) con el número 1 y se aumenta la numeración hasta su desembocadura del río al mar.

Como ejemplo: si a una red de monitoreo está constituida por 21 puntos y se desea agregarle un punto adicional, el nuevo punto de monitoreo va a recibir el número siguiente al último punto de monitoreo asignado, es decir, será el punto 22. Si se elimina un punto de monitoreo de una red, el número de este punto no deberá ser "reciclado" o "reasignado" para un nuevo punto de monitoreo.



Gráfico 2. Cuenca del río Moche, mostrando la red de puntos de monitoreo.



Fuente ANA: I.T. N° 041-2014-ANA-DGCRH/GOCRH



6.6. Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales en la calidad del recurso hídrico que ocurren en determinados periodos, los cuales pueden estar influenciados por:

- Estacionalidad de la cuenca (épocas de avenida, transición y de estiaje)
- Variabilidad de las corrientes marinas
- La variabilidad del proceso productivo de las actividades industriales
- La estacionalidad de la actividad de pesca industrial
- La ocurrencia de eventos extraordinarios (huaycos, accidentes, derrame de sustancias peligrosas, floración de algas, etc.)
- Ocurrencia de enfermedades endémicas y/o epidemias

6.7. Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales

En el cuadro 2, se presentan los parámetros mínimos a considerar de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por la ANA a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por el MINAM (D.S. N.º 015-2015-MINAM).

Cuadro 2. Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.



Parámetros	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4 Ríos, lagunas y lagos	Categoría 4 Ecosistemas marino-costeros
Parámetros de campo	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD
Parámetros químico-físicos	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, SST, N-NO ₃ , P, sulfuros, metales (As, B, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , sulfatos, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, SST, Ni ₂ , N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn), sulfuros	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn)
Parámetros microbiológicos	Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Organismo de vida libre	Coliformes termotolerantes,	Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Huevos y larvas de helmintos,	Coliformes termotolerantes	

Elaboración propia

Lo anterior no excluye la posibilidad de adicionar parámetros de evaluación en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales según el objetivo propuesto, además podrá considerar los siguientes factores:

- Tipología de las fuentes de contaminación: extractivas, productivas, poblacionales, agrícolas, ganaderas
- Materiales y sustancias químicas usadas en las actividades específicas
- Productos de reacción o degradación de las materias primas
- Naturaleza geológica de la cuenca hidrográfica
- Anormalidades biológicas o químicas
- Clasificación de los recursos hídricos



6.8. Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección

Para ejecutar un monitoreo de manera efectiva, se deberán preparar con anticipación los materiales de trabajo, soluciones estándar de pH, conductividad, formatos (fichas de registro de campo y cadenas de custodia) de acuerdo con la necesidad u objetivo del monitoreo. Asimismo, se deberá contar con todos los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados descritos en el cuadro 2.

Cuadro 3. Materiales y equipos necesarios para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Medios de transporte	Vehículo para transporte terrestre (camioneta) y acuático (embarcación, zodiac, lancha) ¹
Materiales	Cooler grandes y pequeños, frascos de plástico y vidrio ² , balces de plástico transparente de primer uso y limpios (4-20 litros de volumen), guantes descartables ³ , mascarillas ⁴ , pizetas, refrigerantes
Equipos	GPS, correntómetro, multiparámetro ⁴ , cámara fotográfica, botellas hidrográficas, brazo muestreador
Soluciones y reactivos	Agua destilada, preservantes ² , soluciones estándar (pH, conductividad, etc.)
Formatos	Etiquetas (anexo II), ficha de datos de campo (anexo I), cadena de custodia (anexo III)
Permisos	Recursos hídricos marinos y lacustres: DICA ³ Embalses: operador hidráulico Otros permisos en caso se requieran en la zona de intervención
Material cartográfico	Mapa hidrográfico o marino según corresponde
Indumentaria de protección	Zapatos de seguridad, botas de jebe cortas, botas de jebe mus eras, vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (pantalón, polo o camisa de manga larga, casaca, chaleco), lentes, casco, gorra, ponchos impermeables, amés, chaleco salvavidas
Otros	Plumones indelebles, lápices, cinta adhesiva, papel secante, libreta de campo, soga, cinta métrica, linterna de mano, pizarra acrílica o tablero

Elaboración propia

Dónde:

- 1: Deben cumplir condiciones de seguridad para el transporte del personal, equipos y materiales establecidos en la ficha de seguridad de la embarcación, este último es obligatorio para el monitoreo de los cuerpos de agua marinos.
- 2: Frascos de primer uso cuyo volumen y características serán determinados por el parámetro a evaluar (anexo VII)
- 3: Los frascos deberán ser únicos por cada punto de monitoreo.
- 4: Se deberá verificar la calibración de los sensores de pH, OD y conductividad dentro de las 24 horas antes del muestreo. El sensor de oxígeno disuelto debe calibrarse entre muestreo y muestreo si existe una diferencia significativa en altitud.

6.9. Seguridad en el trabajo de campo

El amplio rango de condiciones encontradas en los muestreos de cuerpos de agua puede someter al personal de campo a una variedad de riesgos para la seguridad y la salud. Con la finalidad de prevenir daños personales y de los materiales y/o equipos durante el desarrollo del monitoreo, se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El personal que desarrolla el trabajo de campo (monitoreo) debe contar con la indumentaria y el equipo de protección personal (EPP) necesario para la ejecución de la actividad.





Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

- La ubicación del punto de monitoreo deberá ser seleccionado de tal modo que esté garantizado el acceso y la toma de muestra de agua en condiciones seguras.
- Evitar el ingreso a ríos caudalosos y/o profundos para la toma de muestras. Se recomienda coleccionar las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente sujetado de una soguilla, pero que conserve las medidas de seguridad. La persona que toma la muestra debe ser asegurada con arnés y una soga anclada a una estructura sólida.
- En cuerpos de aguas navegables y marino-costeros, se deben utilizar chalecos salvavidas.
- En caso de presentarse lluvias torrenciales y permanentes, se debe paralizar el monitoreo por la seguridad del personal y la protección de los materiales y/o equipos.
- El personal de campo deberá contar con seguro complementario de trabajo de riesgo (SCTR).
- Se debe contar en todo momento con un botiquín de primeros auxilios, linterna, radio de comunicación, entre otros.

6.10. Reconocimiento del entorno

En el lugar de muestreo se deberá realizar el reconocimiento del entorno e indicar en el ítem Observaciones de la ficha de campo (anexo I) las características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

6.11. Rotulado y etiquetado

Los recipientes se deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo debe contener los siguientes datos (anexo II):

- Nombre del solicitante
- Código del punto de muestreo
- Tipo de cuerpo de agua (agua continental o marina)
- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la toma de muestra
- Tipo de análisis requerido
- Preservación y tipo de reactivo (si lo requiere)



Se recomienda cubrir la etiqueta con cinta transparente a fin de protegerla de la humedad. El etiquetado deberá ser realizado antes de la toma de muestras.

6.12. Medición de las condiciones hidrográficas en aguas continentales y marino-costeras

6.12.1. Condiciones hidrográficas y dinámicas en aguas continentales

Medición del caudal

Los caudales de los ríos o quebradas pueden ser estimados utilizando un medidor de velocidad (correntómetro) para determinar la velocidad superficial del agua y luego mediante la medición del área transversal del curso de agua.

La dificultad para medir el flujo de agua radica principalmente en la medición del área transversal debido a la poca homogeneidad del cauce, presencia de piedras, profundidad y turbulencia. Sin embargo, es posible hacer una aproximación al caudal real a través de las siguientes recomendaciones:



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

- En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
- Medir los parámetros oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura (como mínimo), la lectura de los valores deberá ser realizada de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Si se producen variaciones significativas de medidas entre dos muestras, es necesario calibrar el equipo.
- Las mediciones deberán registrarse en la *Ficha de registro de datos de campo* (véase el anexo I).
- Se deberán limpiar los equipos de muestreo inmediatamente después de su uso y, adicionalmente, entre muestreo y muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo es recomendable lavarlos con suficiente agua destilada/desionizada, sin causar daños internos que puedan alterar las características de los diferentes componentes. Es importante llevar a campo las herramientas necesarias y apropiadas para efectuar la limpieza de los equipos que lo requieran.

6.15. Procedimiento para la toma de muestras

Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos o los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras.

a. Toma de muestras en ríos o quebradas con bajo caudal

Es aplicable para ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde exista fácil acceso de ingreso al río. Se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.

Procedimiento:

- (a.1) El personal responsable deberá colocarse las botas de jébe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (a.2) Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- (a.3) Medir los parámetros de campo directamente en el río o tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento. Seguir los procedimientos indicados en el ítem 6.14 y registrar las mediciones en la *Ficha de registro de datos de campo* (anexo I).
- (a.4) Coger un recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (a.5) Antes de coleccionar las muestras, los frascos se deben enjuagar como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (a.6) Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
- (a.7) Para los parámetros orgánicos (aceites y grasas, hidrocarburos de petróleo, etc.) la toma de muestras se realiza en la superficie del río.
- (a.8) Considerar un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.
- (a.9) Para muestras microbiológicas dejar un espacio del 10 % del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- (a.10) Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), el frasco debe llenarse lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.
- (a.11) Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.



b. Toma de muestras en ríos o lagos desde la orilla

Este procedimiento se realiza cuando la corriente del río es caudaloso o profundo y en el muestreo de lagos desde la orilla, utilizando un brazo muestreador.

Procedimiento:

- (b.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jébe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (b.2). Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.
- (b.3). Antes del inicio de la toma de muestras enjuagar el balde con agua del punto de muestreo como mínimo dos veces, luego tomar una muestra de agua para medir los parámetros de campo de acuerdo al ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (b.4). Para la toma de muestras colocar un frasco en el brazo muestreador, asegurarlo y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (b.5). Extender el brazo muestreador y sumergir la botella en sentido contrario a la corriente, hasta que esté parcialmente llena y proceder a su enjuague (mínimo dos veces), a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (b.6). Sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo del río.
- (b.7). Repetir los procedimientos (a.7) hasta (a.12) del ítem anterior.

c. Toma de muestras en el mar a orillas de playas

Las muestras se tomarán de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- (c.1). En playas donde el oleaje es tranquilo, el personal responsable del muestreo provisto previamente de guantes descartables deberá ingresar a la playa a una profundidad aproximada de 1 metro o hasta que el agua bordee la cintura del muestreador. Si la pendiente del fondo es pronunciada, el muestreador deberá tomar la muestra en la orilla, donde la profundidad del agua se encuentre entre el tobillo y la rodilla.
- (c.2). Se debe evitar tomar muestras en zonas de rompientes de olas.
- (c.3). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (c.5). Proceder al enjuague de los frascos, retirando la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna. Enjuagar el frasco como mínimo dos veces.
- (c.6). Tomar el recipiente por debajo del cuello, sumergirla a una profundidad de 20 a 30 cm bajo el agua orientando la boca del frasco en contracorriente del flujo entrante. Evitar coleccionar suciedad u otras películas de la superficie.
- (c.7). Llenar el recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.6) hasta (a.12), procurando que contenga un mínimo de arena.

d. Toma de muestras desde puentes

Este procedimiento es aplicable para ríos caudalosos que tienen acceso de puentes, para ellos se debe emplear un balde transparente de 4 a 20 litros, según corresponde, y una cuerda de nylon.

Procedimiento:

- (d.1). Ubicarse en el centro del puente.





Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

- (d.2). Amarrar y asegurar el balde con la cuerda de nylon.
- (d.3). Bajar el balde y llenarlo, evitando la remoción de sedimentos del fondo del cauce. Al momento de subir el balde, se debe evitar raspar estructuras del puente con la cuerda para no contaminar las muestras.
- (d.5). Enjuagar el balde y lavar los últimos metros de la cuerda de nylon.
- (d.6). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (d.7). Tomar otra muestra de agua con el balde para el lavado de los frascos dos veces y lavar la cuerda.
- (d.9). Llenar cada recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.6) hasta (a.12).

e. Toma de muestras usando embarcación

Para el muestreo en cuerpos de agua navegables (ríos, lagos, mar) se debe considerar lo siguiente:
Procedimiento:

- (e.1). Se debe obtener previamente a la partida un pronóstico del tiempo fiable; si las condiciones son malas, es conveniente posponer la campaña.
- (e.2). Si la estación ubicada no es muy profunda, anclar el bote (o atarlo a una boya). Si el cuerpo de agua es muy profundo, regular la ubicación con el motor o con los remos de la embarcación. La embarcación deberá orientarse hacia la proa contra la corriente para realizar las mediciones de campo y la toma la muestra.
- (e.3). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (e.4). Colocar la botella en el brazo muestreador, asegurarla y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna.
- (e.5). Extender el brazo muestreador y enjuagar el recipiente como mínimo dos veces. Para la toma de muestras sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 o 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo de la corriente.
- (e.6). Llenar el recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.7) hasta (a.12).

f. Toma de muestras a diferentes profundidades utilizando la botella hidrográfica

La botella hidrográfica tipo Niskin, Van Dorn o similar es un dispositivo que permite la toma de muestras a cualquier profundidad. Cuenta con válvulas o tapas que se cierran herméticamente a través de un mensajero. Asimismo, proporciona una válvula de drenaje para la obtención de la muestra almacenada.

Procedimiento:

- (f.1). Marcar la cuerda de nylon en cada metro y colocar un lastre por debajo de la botella hidrográfica para permitir el hundimiento de la misma y otro lastre en el extremo opuesto de la cuerda.
- (f.2). Acondicionar la botella hidrográfica abriendo ambos extremos de la botella y asegurarlos para que no se cierren.
- (f.3). Enjuagar como mínimo dos veces la botella con agua del mismo punto.
- (f.4). Bajar la botella a la profundidad requerida de acuerdo con los objetivos del monitoreo. Esperar por lo menos un minuto para su estabilización y enviar el dispositivo mensajero que cerrará de manera instantánea ambos extremos de la botella hidrográfica y proceder a subirla.





- (f.5). Cuando la botella llegue a la embarcación vaciar el contenido en un balde limpio y enjuagado y medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (f.7). Repetir los pasos (f.2) al (f.5) para la toma de muestras.

g. Toma de muestras a diferentes profundidades utilizando manguera

Se prepara con tramos de manguera de PVC de jardinería de 1.5 a 3 cm de diámetro y un largo deseado (1-5 m), unidos con válvulas de acoplamiento y llaves o grifos. El largo total de la manguera no debería superar los 15 o 20 m. Es preciso colocar un lastre cerca de la boca inferior del sistema, cuidando que no obstruya la libre circulación de agua por la manguera y asegurarse de que se sumerja en el agua lentamente en posición vertical.

De lo contrario, los tramos de manguera muestreados no coincidirán con la profundidad esperada. El tramo superior de la manguera tendrá un largo igual al intervalo superior de la columna de agua muestreado, más la distancia comprendida entre la superficie del mar, lago y la cubierta del barco. Se hará una marca en la parte de la manguera que debe coincidir con la superficie del agua al descenderla. Cuando se ha dejado bajar verticalmente la manguera hasta llegar a la marca de superficie, se cierra el grifo superior y se sube toda la manguera a bordo.

Procedimiento:

- (g.1). El personal responsable deberá colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (g.2). La manguera se desciende con cuidado con todos los grifos abiertos para permitir el libre flujo de la columna de agua.
- (g.3). Cuando la marca del tramo superior de la manguera alcanza la superficie del agua, se cierra el grifo superior, lo cual hará que el agua quede retenida por la fuerza hidrostática ejercida por las paredes de la manguera.
- (g.4). Se recupera la manguera con cuidado y una vez en la cubierta de la embarcación:
 - Se vacía el contenido de la manguera en un recipiente tras abrir el grifo superior (obtención de una única muestra de la columna de agua)
 - O se cierra cada grifo a medida que van llegando a cubierta y se desacoplan los distintos tramos de manguera, los cuales se vaciarán en recipientes separados debidamente marcados. En este caso obtendremos varias muestras integradas correspondientes a distintos intervalos (por ej. a 0-5 m, 5-10 m, 10-15 m) de profundidad de la columna de agua.
- (g.5). Los recipientes deben ser lo suficientemente amplios como para permitir la mezcla de la muestra antes de tomar submuestras para distintos fines. Una vez vaciado el contenido (o contenidos) de la manguera (o los tramos de manguera) en los respectivos recipientes, se toma una alícuota en los recipientes o frascos de los parámetros requeridos.
- (g.6). Llenar los recipientes con la metodología descrita en los procedimientos (a.8) hasta (a.12).

6.16. Preservación, llenado de la cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

a. Preservación

Una vez tomada la muestra de agua, se procede inmediatamente a adicionarle el preservante para los parámetros requeridos de acuerdo con lo indicado en el anexo VII (*Conservación y preservación*)



de muestra de agua en función del parámetro evaluado). Una vez preservada la muestra, homogenizar y cerrar herméticamente el recipiente. Se deberán considerar las medidas de seguridad en la manipulación de reactivos utilizados (por ejemplo, ácidos, álcalis, formaldehído) teniendo en cuenta las normas de seguridad y protección personal para sustancias químicas siguiendo las recomendaciones de los fabricantes estipuladas en las hojas de seguridad (MSDS).

Los reactivos deben manipularse adecuadamente para evitar el contacto con los ojos, labios y la piel (manos), y de esa manera provocar la corrosión. Asimismo, deben tomarse precauciones para evitar la inhalación de gases tóxicos y la ingestión de materiales tóxicos a través de la nariz, la boca y la piel. Por lo cual, es esencial el uso de mascarillas, gafas de seguridad y guantes descartables resistentes a los reactivos; se recomiendan los guantes delgados de nitrilo o vinilo de color verde o celeste.

Las tapas de goma o neopreno o tapas de rosca con empaque son adecuados, siempre que los reactivos no reaccionen con estos materiales.

Durante el trabajo de campo, los reactivos se deben almacenar de forma separada de los recipientes para muestras y otros equipos en un cooler pequeño, limpio y seguro para impedir la contaminación cruzada.

b. Llenado de la cadena de custodia

Para el llenado de la cadena de custodia, como mínimo se deben considerar los siguientes datos:

- Nombre de la institución que realiza el monitoreo
- Nombre de la persona, correo, número telefónico del responsable de la toma de muestras
- Nombre del proyecto y/o del monitoreo
- Código de la muestra, clasificación del agua (agua de río, laguna, mar, etc.)
- Fecha y hora del muestreo
- Número y tipo de envases por punto de muestreo
- Preservación de la muestra
- Lista de parámetros de los análisis de cada punto de muestreo
- Firma de la persona responsable del monitoreo
- Observaciones en campo, como condiciones climáticas particulares, anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo

Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de la *Cadena de custodia* debidamente llenada (se la debe colocar en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore) y se remite dentro del cooler que contiene las muestras.

c. Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (*coolers*) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deben ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte (por ejemplo con bolsas poliburbujas o similares).

Para su conservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (*coolers*) bajo un adecuado sistema de enfriamiento (5 ± 3 °C), refrigerante (*ice pack*, hielo o similar) o un refrigerador móvil. En el caso de utilizar hielo, colocarlo en bolsas herméticas. Las cajas térmicas (*coolers*) deberán mantenerse a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.





Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo con el cuadro del anexo VI (*Conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado*); para el transporte de las muestras se debe sellar la caja térmica (*cooler*) de forma que asegure la integridad de la muestras.

Para el envío y traslado de las muestras al laboratorio existen diversos medios (aéreo, terrestre, fluvial); el personal responsable deberá utilizar el medio de comunicación que pueda garantizar las condiciones de tiempo de almacenamiento máximo de cada parámetro.

6.17. Aseguramiento de la calidad del muestreo

Los controles de calidad del proceso de muestreo son el único medio para identificar errores en el proceso de monitoreo; por lo tanto, deben formar parte de cada monitoreo de la calidad del agua y tener sus criterios de aceptación definidos. La utilización de estos controles debe ser incluida en el plan de monitoreo considerando todos los analitos de interés (elementos, compuestos, iones).

Para realizar el control de calidad aplicado al muestreo, se tienen los siguientes blancos y duplicados de acuerdo con las determinaciones analíticas.

Cuadro 4. Controles de calidad requeridos en el proceso de muestreo

Tipo de control	Contaminación evaluada
Blanco de campo	Contaminación en alguna parte del monitoreo
Blanco de viaje	Contaminación durante el transporte
Blanco de frascos	Contaminación en los frascos
Blanco de equipos	Contaminación cruzada por lavado deficiente de los equipos de recolección
Duplicado de campo	Precisión y repetitividad de los procedimientos de recolección
Matrices adicionadas	Estimación del error total sistemático del procedimiento de muestreo, particularmente debido a la inestabilidad de la muestra

Elaboración propia



Blancos

Son controles para evaluar la presencia de fuentes de contaminación en partes específicas de los procedimientos de colecta. En este tipo de controles se comprueba la contaminación de los frascos, filtros o cualquier otro equipo utilizado en la toma, manipulación o transporte de la muestra.

En el laboratorio se preparan cinco frascos como blancos (A, B, C, D y E) con agua desionizada:

- El frasco A es almacenado en el laboratorio, los otros frascos van a campo.
- El frasco B (blanco de viaje) permanece en la caja de transporte durante todo el monitoreo.
- El frasco C (blanco de campo) se abre en campo y el agua destilada que contiene es manipulada de igual forma que las muestras de agua natural (travase al recipiente utilizado para la toma de muestra, travase a los frascos utilizados para el transporte de las muestras, filtración de la muestra, adición de los preservantes u otro). Al final los frascos que contienen la alícuota C son cerrados, almacenados en la caja de transporte junto con el frasco B y enviado al laboratorio con las demás muestras recolectadas.
- El frasco D (blanco de frascos) se abre en campo y el agua destilada es envasada en los frascos utilizados para el transporte de las muestras, los cuales son enviados al laboratorio con las demás muestras.



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

- El frasco E (blanco de equipos) se abre y el agua destilada es utilizada para el enjuague de los equipos utilizados para la toma, manipulación o filtración de las muestras. El enjuague es realizado antes de la toma de muestra en los equipos limpios. El agua de lavado es recolectada, almacenada y enviada al laboratorio. Se prepara un blanco para cada equipo utilizado.

6.17.1. Duplicados de campo

Son usados para determinar la precisión o el error aleatorio de los procedimientos de muestreo y análisis a través de la comparación de los resultados de análisis de dos muestras recolectadas de un mismo punto teniendo en cuenta el analito a evaluar, que se lleva al laboratorio como muestra "ciega".

6.17.2. Recomendaciones para el aseguramiento de la calidad del muestreo

Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual el plan de monitoreo debería considerar lo siguiente:

- Asegurarse de que los frascos de muestreo cumplan con los requisitos técnicos mínimos establecidos en el presente protocolo y de acuerdo con la metodología estandarizada de análisis para cada parámetro.
- Aislar, en el mayor grado posible, los recipientes de muestras de las posibles fuentes de contaminación. Mantener los frascos tapados durante todo el monitoreo.
- Evitar la perturbación del sitio de muestreo, por ejemplo por revolver sedimentos.
- Enjuagar cuidadosamente los frascos y recipientes de muestreo.
- Limpiar y secar las cuerdas y brazos telescópicos utilizados para la toma de muestra, entre un punto de monitoreo y otro.
- Evitar introducir en la muestra de agua los dedos, manos o guantes. Asimismo, no tocar los frascos o recipientes en el interior.
- Girar el bote en contra de la corriente y esperar algunos minutos antes de la toma de muestra para que los gases de escape se disipen.
- Examinar si cada muestra colectada contiene partículas grandes como hojas, detritus o algas. Si estos son observados, la muestra debe ser descartada y tomada nuevamente.
- Contar con todos los registros de campo para el monitoreo (cadena de custodia, ficha de datos de campo, etc.), debidamente llenadas con letra clara y legible.
- Mantener los registros de control de los equipos actualizados para asegurar su mantenimiento y calibración.
- Los procedimientos de control de calidad deben proveer un medio para detectar errores de muestreo y posteriormente desestimar datos no válidos o erróneos. Las muestras deberán estar adecuadamente controladas e idóneas para el fin previsto, incluyendo el control de las fuentes de error como: contaminación de muestras, volumen insuficiente, pérdida de analito, inestabilidad de la muestra, mala preservación, recipientes inadecuados, exceso del tiempo máximo, perecibilidad.



ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 06 Desinfección del Equipo en el P1



Figura 07 Análisis de muestra del agua en el P1



Figura 08. Desinfección del Equipo



Figura 09. Toma de muestra y Análisis de los parámetros en campo



Figura 10. toma de muestra en el P2

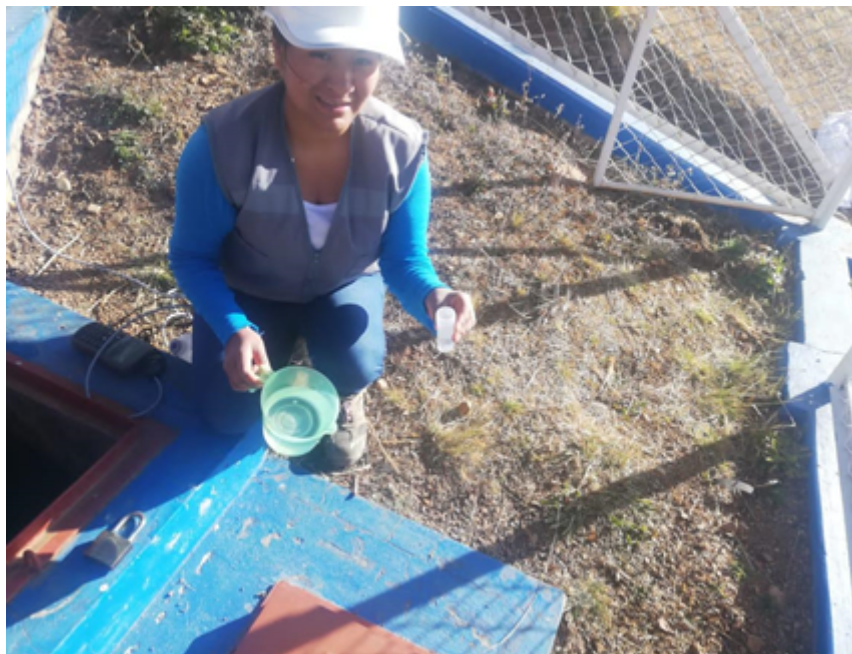


Figura 11. Toma de muestra para el laboratorio



Figura 12. Toma de muestra en el punto P3



Figura 13. Análisis de los parámetros de campo en el P3



Figura 14. Lugar del proyecto de investigación, evaluación del agua en la captación subterránea Huecococho Comunidad Mollocco