



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

CALIDAD FÍSICO – QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS
SUPERFICIALES, POZOS ARTESIANOS Y POZOS RÚSTICOS DEL
CENTRO POBLADO DE ZUNGAROCOCHA
(IQUITOS – PERÚ)

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

BIOLÓGO

PRESENTADO POR:

LUIS ANTONIO LÓPEZ BLANCO
FABIOLA ALEXANDRA CRUZ ZEVALLOS

ASESOR:

BLGO. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Mgr.

IQUITOS, PERÚ

2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 057
 Iquitos, 14 de mayo de 2019

En la ciudad de Iquitos, a los catorce días del mes de mayo del 2019 y, siendo las 5:15 horas; se reunió en el auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNAP, el Jurado Calificador y Dictaminador de la tesis que suscribe, designado con Resolución Directoral N° 057-2015-DEFP-B-FCB-UNAP, de fecha 10 de agosto del 2015, presidida e integrada por; **Blga. MILDRED MAGDALENA GARCÍA DÁVILA, Dra., (Presidente); Blga. JULIA BARDALES GARCÍA, M.Sc., (Miembro) y Blga. MARIA ELENA BENDAYAN ACOSTA, M.Sc., (Miembro)**, para escuchar, examinar y calificar la sustentación de la tesis titulada: **“CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS SUPERFICIALES, POZOS ARTESIANOS Y POZOS RÚSTICOS DEL CENTRO POBLADO DE ZUNGAROCOCHA (IQUITOS-PERÚ)”**.

La Dirección Profesional de Ciencias Biológicas, mediante Resolución Directoral N° 002-2019-DEP-B-FCB-UNAP, de fecha 09 de enero del 2019, declara expedita para SUSTENTAR LA TESIS de los Brs. LUIS ANTONIO LÓPEZ BLANCO promoción 2011-2, graduado con R.R. N° 0819-2013-UNAP de fecha 08 de abril 2013 y FABIOLA ALEXANDRA CRUZ ZEVALLOS, promoción 2010-2, graduada con R.R. N° 1420-2014-UNAP de fecha 15 de setiembre 2014; se reconoce como ASESOR de la tesis al profesional: **Blgo. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Mgr.**

Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobado y puesto en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la evaluación del desempeño de los bachilleres, teniendo en cuenta los criterios y el puntaje consignados en la tabla de valoración.

Culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por los Bachilleres y, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dió como veredicto; APROBAR LA SUSTENTACIÓN DE TESIS, CALIFICADA COMO BUENA; quedando en consecuencia los candidatos **apto** para ejercer la profesión de Biólogo, previo otorgamiento del título profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalmente, la Presidenta del Jurado Calificador y Dictaminador levantó el acto académico siendo las 6:30 horas y en fe de lo cual, todas los integrantes suscriben el presente acta de sustentación por septuplicado.

Blga. MILDRED MAGDALENA GARCÍA DÁVILA, Dra.
 PRESIDENTA

Blga. JULIA BARDALES GARCÍA, M.Sc.
 MIEMBRO

Blga. MARIA ELENA BENDAYAN ACOSTA, M.Sc.
 MIEMBRO

Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonía del Perú, rumbo a la acreditación y la internacionalización

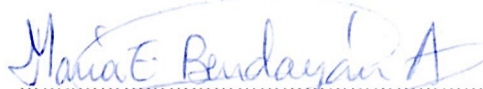
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



.....
Blga. MILDRED MAGDALENA GARCÍA DÁVILA, Dra.
PRESIDENTA



.....
Blga. JULIA BARDALES GARCÍA, M.Sc.
MIEMBRO



.....
Blga. MARÍA ELENA BENDAYÁN ACOSTA MSc.
MIEMBRO

ASESOR



.....
Blgo. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Mgr.

DEDICATORIA

Con especial cariño a mis padres y a

Mis Hijos: Abel, Mathias y Galia.

FABIOLA ALEXANDRA.

Con cariño a mi hermana: Junelly

y amor a mis hijas: Nicoll y Carolina.

LUIS ANTONIO

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todo poderoso por brindarnos la oportunidad de obtener otro triunfo profesional, darnos la salud, sabiduría y entendimiento para lograr nuestra meta.

A la ilustre UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, por acogernos en sus aulas y darnos oportunidad de formarnos como profesionales.

Al Blgo. Freddy Orlando Espinoza Campos, Mgr. asesor de la Tesis, por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad, conocimiento y la paciencia para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

A todas aquellas personas que de una u otra manera aportaron para el desarrollo y ejecución de nuestra tesis.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 057	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
INDICE.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE GRÁFICOS.....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xii
LISTA DE FOTOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas.....	16
1.3. Definición de términos básicos.....	26
CAPÍTULOS II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	29
2.1 Formulación de la hipótesis.....	29
2.2 Variables y su operalización.....	29
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	31

3.1	Tipo y diseño.....	31
3.2	Diseño muestral.....	31
3.3	Procedimientos de recolección de datos.....	31
3.4	Procesamiento y análisis de datos.....	33
3.5	Aspectos éticos.....	43
CAPITULO IV: RESULTADOS		44
4.1.	Calidad Física de Aguas.....	44
4.1.1.	Aguas Superficiales.....	44
4.1.2.	Pozos Artesianos.....	45
4.1.3.	Pozos Rústicos	46
4.2.	Calidad Química de Aguas	49
4.2.1.	Aguas Superficiales.....	49
4.2.2.	Pozos.....	49
4.2.3.	Pozos Rústicos	50
4.3.	Calidad Bacteriológica de Aguas	51
4.3.1.	Aguas Superficiales.....	51
4.3.2.	Pozos Artesianos.....	51
4.3.3.	Pozos Rústicos	52
4.4.	Análisis de Calidad Física, Química y Bacteriológica de Aguas.....	54
4.4.1.	Calidad Física.....	55
4.4.2.	Calidad Química	57
4.4.3.	Calidad Bacteriológica	57

CAPITULO V: DISCUSIÓN	59
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.....	64
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES.....	65
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACION.....	66
ANEXOS.....	71
FOTOS.....	88

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Parámetros físicos de aguas superficiales del lago Zúngarococha.....	44
Cuadro 2. Parámetros físicos de aguas de los pozos artesianos	45
Cuadro 3. Parámetros físicos de aguas de los pozos rústicos	46
Cuadro 4. Análisis comparativo de los parámetros físicos, utilizando la prueba de Kruskal Wallis.....	47
Cuadro 5. Parámetros Químicos de aguas superficiales	49
Cuadro 6. Parámetros Químicos de aguas de los pozos artesianos	49
Cuadro 7. Parámetros Químicos de aguas de los pozos rústicos	50
Cuadro 8. Parámetros Bacteriológicos de aguas superficiales del Lago Zungarococha	51
Cuadro 9. Parámetros Bacteriológicos de aguas de los pozos artesianos .	51
Cuadro 10.Parámetros Bacteriológicos de aguas de los pozos rústicos	52
Cuadro 11.Análisis comparativo de los parámetros bacteriológicos,utilizando la Prueba de Kruskal Wallis	53
Cuadro 12. Análisis comparativo de los parámetros físicos, con los límites permisibles de la calidad de agua.....	55
Cuadro 13. Análisis comparativo de los parámetros químicos, con los límites permisibles de calidad de agua	57
Cuadro 14. Análisis comparativo de los parámetros bacteriológicos, con los límites permisibles de calidad de agua.....	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Análisis a posteriori con la prueba de Mann Whitney – Wilcoxon entre los parámetros físicos de los tres tipos de agua.	48
Gráfico 2: Análisis a posteriori con la prueba de Mann Whitney – Wilcoxon entre los parámetros Bacteriológicos de los tres tipos de agua. ...	53
Gráfico 3: Parámetros físicos de los tres tipos de cuerpos de agua y los límites permisibles.	56
Gráfico 4: Parámetros bacteriológicos de los tres tipos de cuerpos de agua y los límites permisibles.	58

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Tabla del Número Más Probable (NMP).....	72
ANEXO 2: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.....	73
ANEXO 3: Método del Número Más Probable (NMP).....	74
ANEXO 4: Método del Número Más Probable (NMP).....	75
ANEXO 5: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	76
ANEXO 6:Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano ...	777
ANEXO 7: Acondicionamiento de Plomo	78
ANEXO 8: Acondicionamiento de Arsénico.....	80
ANEXO 9: Acondicionamiento de Mercurio.....	82
ANEXO 10: Acondicionamiento de Cobre.....	84
ANEXO 11: Acondicionamiento de Zinc.....	86

LISTA DE FOTOS

FOTO 1: Comunidad de Zungarococha.....	89
FOTO 2: Lago de Zungarocoha	89
FOTO 3: Pozo artesiano	90
FOTO 4: Pozo rústico	90
FOTO 5: Identificación Presuntiva	91
FOTO 6: Identificación confirmativa (Caldo E coli)	91
FOTO 7: Identificación confirmativa. Caldo Brila	92
FOTO 8: Multiparámetro Hanna.....	92
FOTO 9: Muestra aleatoria del Lago Zungarococha.....	93

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue valorar la calidad físico – química y bacteriológica de aguas superficiales, de pozos artesianos y de pozos rústicos del Centro Poblado de Zúngarococha. Se utilizó el multiparámetro marca Hanna y el medidor portátil de metales pesados Metalyser para la evaluación físico – químico y en bacteriológica la técnica de fermentación de tubos múltiples. Los parámetros físicos en las aguas superficiales fueron: pH 4,51, temperatura: 38°C, el oxígeno disuelto: 1,52mg/l, con una dureza total de 213.95mgCaCO₃/l y una conductividad de 136µs/cm. Pozos artesianos: pH 5,2, temperatura: 28°C, el oxígeno disuelto: 2,35mg/L, con una dureza total de 42.9mgCaCO₃/L y una conductividad de 28µs/cm, y los pozos rústicos presentaron un pH 4,6, temperatura: 8,5°C, el oxígeno disuelto: 0,25mg/L, con una dureza total de 40.05mgCaCO₃/L y una conductividad de 25,5µs/cm. No se evidenció metales tóxicos y el 100% de los análisis bacteriológicos de las aguas superficiales del lago de Zungarococha y pozos rústicos evidenciaron elevada contaminación fecal, de igual modo con el 5% de los pozos artesianos. Concluyendo que el 95% de las aguas de los pozos artesianos fueron aptos para consumo humano.

Palabras claves: Aguas superficiales, pozos artesianos, pozos rústicos, Contaminación fecal.

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to assess the physical - chemical and bacteriological quality of surface waters, artesian wells and rustic wells of the Zúngarococha Town Center. The Hanna brand multiparameter and the Metalyser portable heavy metal meter were used for the physical-chemical evaluation and the technique of the multi-fermentation tubes in bacteriological quality. The physical parameters in surface waters were: pH 4.51, temperature: 38°C, dissolved oxygen: 1.52mg/l, with a total hardness of 213.95mgCaCo₃/l and a conductivity of 136µs/cm. Artesian wells: pH 5.2, temperature: 28°C, dissolved oxygen: 2.35mg /L, with a total hardness of 42.9 mgCaCo₃ / L and a conductivity of 28µs/cm, and the rustic wells presented a pH 4.6, temperature: 8.5°C, dissolved oxygen: 0.25mg/L, with a total hardness of 40.05mgCaCo₃ /L and a conductivity of 25.5µs/cm. The presence of toxic metals was not evidenced and 100% of the bacteriological analyzes of the surface waters of Lake Zungarococha and rustic wells showed high presence of total coliforms and thermotolerant coliforms, similarly with 5% of artesian wells. Concluding that 95% of the waters of artesian wells were fit for human consumption.

Keywords: Surface waters, artesian wells, rustic wells, fecal contamination.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de agua dulces (lénticos y lóticos) más que ningún otro ecosistema son sensibles a las actividades humanas que por mucho tiempo han sido usadas como depósitos de desechos causando el deterioro de los hábitats ecológicos trayendo graves consecuencias a las especies que conforman las comunidades bióticas.⁽¹⁾

Además, las fuentes de agua superficiales son núcleo estratégico del hombre que permiten el abasto para las diversas actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos humanos, no obstante, de forma absurda muchas de estas actividades causan perturbación y deterioro de las aguas superficiales, asimismo las fuentes de aguas están avasalladas a contaminación natural por el arrastre en los torrentes aluviales y de origen antrópico entre otros.⁽²⁾

El Perú es un país físicamente dividido en tres regiones geográficas (Costa, Sierra y Selva), y la tercera parte de su población no tiene acceso al servicio de agua potable, a pesar que su Sierra alberga manantiales de aguas, su selva alberga una gran diversidad de fuentes de agua conformado por ríos, quebradas, cochas y lagos; su costa con sus valles. A pesar de todo eso cuenta con muy poca agua que esté disponible para el consumo humano; razón por la cual, tanto en las zonas urbanas como rurales, las familias se ven en la necesidad de fabricar pozos que muchas veces no cuentan con los criterios técnicos sanitarios adecuados; ya que, en la generalidad de los casos se observa que estos pozos son construidos en las

partes bajas por lo que son fácilmente contaminados con desechos orgánicos y materiales fecales humanas y de animales.⁽³⁾

Por consiguiente, desde el enfoque microbiológico, la presencia de microorganismos patógenos en el agua es un riesgo que se incrementa en las áreas de mayor densidad poblacional o en zonas sin disponibilidad de agua potable, además, el agua contaminada puede ser causal de enfermedades, por lo que, es importante monitorizar permanentemente la calidad físico, químico y microbiológica de las fuentes de agua.⁽⁴⁾

cuencas

En conclusión, La calidad de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas, sufre en las últimas décadas un acelerado deterioro, causando riesgos de contaminación de fuentes del recurso, relacionados estrechamente con el crecimiento poblacional y la falta de ordenamiento territorial que aumenta sustancialmente con las actividades antrópicas con descargas líquidas de contaminantes, el incremento de basura, el uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes químicos en las zonas rurales.⁽⁵⁾

Por lo tanto, la finalidad de esta investigación fue de evaluar la calidad físico – química y bacteriológica de aguas superficiales, pozos artesianos y pozos rústicos del Centro Poblado de Zúngarococha, y comparar con el reglamento nacional de la calidad ambiental del agua. De tal manera los resultados de nuestro estudio nos ayudarán a desarrollar actividades orientadas al mejoramiento de la calidad microbiológica, fisicoquímica del agua y de esa manera contribuir a proteger los ecosistemas acuáticos y la salud pública.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Cuevas *et al.* (2000), valoraron la calidad bacteriológica y química del agua subterránea en el principal campo de 41 pozos para el abastecimiento de la población Mérida, Yucatán, México, corroborando que la calidad química del agua en la zona de estudio, es de buena calidad excepto para los nitratos en los pozos someros en los que sobrepasan el valor establecido en la Norma Oficial Mexicana; con respecto a la calidad bacteriológica, en el nivel freático presentaron contaminación fecal y los pozos profundos ubicados en los alrededores del campo de pozos presentaron contaminación por materia fecal.

Picone *et al.* (2003), valoro la contaminación con nitratos y bacterias coliformes en muestras de agua subterránea en el área rural de la cuenca alta del arroyo Pantanoso (Balcarcel), provincia de Buenos Aires, de los 39 pozos examinados, 6 de las muestras examinadas reportaron igual o menos 3 NMP de bacterias coliformes por 100 ml. de agua, que es uno de las normas establecidos para aguas de consumo humano por el Código Alimentario Argentino. Este resultado fue obtenido en pozos bien construidos y ubicados lejos de los corrales de encierre de los animales, las muestras restantes (33), reportaron valores superiores a 3 NMP de bacterias coliformes por 100 ml de agua, desde 4 hasta 1100 NMP de coliformes por 100 ml de agua, sugiriendo un alto riesgo sanitario por contaminación fecal, que pueden ser atribuidas a

diversos factores , la presencia de pozos ciegos y/o cámaras sépticas en las cercanías de donde se realizó la toma de las muestras.

Gómez *et al* (2004), realizaron un análisis de la calidad de agua del rio San Pedro, desde su origen en México hasta el límite con Estados Unidos de América. consideraron el potencial de hidrogeno (pH), la conductividad eléctrica, los sulfatos y metales tóxicos: Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, y Zn, encontrando valores altos de algunos metales tóxicos (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, NI, Pb y Zn), conductividad eléctrica y sulfatos; como también valores bajos de pH, asimismo, reportaron que la presencia de metales tóxicos en el agua superficial del río San Pedro, es atribuido principalmente a la extracción mineral que desarrollan en las áreas aledañas a la cuenca de este rio.

Claret *et al.* (2005), en el Centro de Conservación del Medio Ambiente y Desarrollo Rural Participativo del Secano Mediterráneo de Chile, determinaron y verificaron la calidad del agua de 92 pozos destinada al consumo humano, a través de algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, verificando que un 78,3 % (72 pozos) estuvieron contaminados con coliformes fecales y un 88 % (81 pozos) con coliformes totales. Asimismo, reportaron que los resultados de los análisis de los metales pesados mostraron bajas concentraciones de cobre (34 %) y níquel (38 %), y más muestras con concentraciones de zinc (80 %) y ninguna de las muestras excedieron los niveles críticos de cobre y zinc en el agua para consumo humano fijados por la Norma Chilena NCh 409/1: 1 y 5 mg/l, respectivamente

y respecto a la contaminación por coliformes constituyen una señal de alarma para poblaciones rurales que beben aguas de pozos de mala calidad.

González *et al.* (2007), describieron la calidad de agua de consumo humano de 69 fuentes de aguas de los pozos de las comunidades del sector noreste de León; comparando algunos parámetros precisos de calidad según el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE), reportando que de las 69 muestras analizadas un 95,7 % (63) de los pozos no cumplen con los requisitos establecidos en las normas CAPRE, considerando a las aguas de estos pozos de mala calidad para el consumo humano, solamente un 4,3 % (6) cumplieron con estos requisitos por lo tanto fueron considerados de buena calidad para el consumo humano. Además, observó *in situ* las características de los pozos, donde el 95 % de los pozos se localizan junto a pilas para almacenar agua, baños y lavaderos, es decir, zonas que suele mantenerse encharcadas y facilitar la introducción de contaminantes por medio de filtración. El 70.3 % de las letrinas se encuentran a una distancia mayor o igual a 30 m del pozo. Aunque la distancia es adecuada, el 29 % de las letrinas están ubicadas en un terreno más alto que el pozo, esto podría ser una posible causa de contaminación. En 63.1 % de los pozos, el ganado llega a tomar agua a la pila próxima al pozo lo que implica que puede haber una elevada concentración de material fecal en el suelo cercano al pozo y en el 95 % de los pozos muestreados el agua es utilizada para todas las actividades de la casa (lavar ropa, regar, aseo personal, consumo, etc.).

De La Cruz, (2008), en un estudio realizado para evaluar la calidad físico química y microbiológica de la cuenca del rio la Villa, península de Azuero, Panamá, mencionaron que aún el agua que parece clara y limpia, puede estar contaminada con microorganismos, por lo que sería un peligro para la salud y para mantener la calidad en este aspecto es preciso realizar análisis microbiológicos. Por otro lado, corrobora que existe un sin número de bacterias con exigencias nutricionales y ambientales distintos, y buscar en las fuentes superficiales de agua cada una de ellas sería costoso, tedioso y muy difícil. Al mismo tiempo, sugiere hacer las especificaciones de microorganismos indicadores de contaminación de aguas como los coliformes.

Domenech *et al.* (2008), en el Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud de la Universidad de las Islas Baleares, España, realizaron un estudio explicativo sobre las infecciones microbianas relacionadas con las aguas superficiales, reportando que el uso recreativo de las agua superficiales compromete un riesgo de contagio por parte de microorganismos responsables de gastroenteritis, dermatitis y patología respiratoria, asimismo mencionaron que *Cryptosporidium*, norovirus y cepas de *Escherichia coli* enteropatógenas son las causas más inotables de brotes de diarrea, en tanto que *Pseudomonas* y *Staphylococcus aureus* son los agentes principales de infecciones cutáneas, y *Legionella* de infección respiratoria y que aproximadamente, el 90 % de brotes que se generan son en aguas con fines de recreación frente a un 10% en aguas naturales.

Orozco *et al.* (2008), evaluaron la determinación de las calidades físico-químicas y bacteriológicas del agua de 6 puntos de muestreo de aguas superficiales y subterráneas, repartidos en el arroyo Colorado y el río Pumpuapa en Chiapas, México, analizando 6 pozos con un total de 96 muestras, por tanto el 100 % excedieron en la normatividad vigente para coliformes fecales y totales y color (NOM-127-SSA1-1994). Así mismo, mencionaron que ambas fuentes de agua presentaron alta concentración de coliformes en las zonas de mayor actividad antrópica. La concentración de metales tóxicos, parámetros físicos y químicos en lo general, no excedieron los límites de la normatividad vigente, a excepción del pH que tiende a la acidez indicando que la calidad de la fuente de agua ha sido modificada probablemente debido a la infiltración de los lixiviados y el escurrimiento de los desechos del vertedero hacia el arroyo.

Murillo, (2008), determinó la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del manantial El Tembladero del municipio de Panchimalco departamento de San Salvador, reportando que los análisis microbiológicos realizados al agua del manantial no cumplieron con los requisitos de la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable, ya que según esta no debe presentar un número menor de 1.1 NMP para los coliformes totales y un valor negativo para los coliformes fecales, los valores encontrados sobrepasaron el normado.

Torres *et al.* (2009), en un estudio explicativo realizado en la Universidad de Medellín, corroboran que el evidente deterioro de los cuerpos de agua superficiales hace prioritaria su evaluación con el fin de tomar acciones de

control y mitigación del nivel de riesgo que sería determinante en la complejidad y costos del tratamiento del agua para consumo humano, como lo evidencia la reglamentación vigente para aguas superficiales destinadas al consumo humano, de la misma manera, mencionaron que en la mayoría de países en desarrollo, el riesgo microbiológico es bastante marcado principalmente asociado a un inadecuado saneamiento, lo que se ratifica en la Agenda 21 de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo que afirma que aproximadamente 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en estos países tienen por causa el consumo de agua contaminada y hasta una décima parte del tiempo productivo de las personas se dedica a enfermedades relacionadas con agua.

Ramírez *et al.* (2009), determinaron la calidad microbiológica (coliformes totales, coliformes fecales y amibas de vida libre) del acuífero de Zacatepec, Morelos, para ello realizaron muestreos mensuales durante un año en trece pozos del acuífero; midiendo los parámetros fisicoquímicos: pH, oxígeno disuelto y temperatura, encontrando que los parámetros fisicoquímicos tuvieron muy poca variación temporal: el pH se mantuvo cercano a la neutralidad en un intervalo promedio de 6.7 a 7.3, la temperatura fue de 25.1 a 28.0 °C y el oxígeno disuelto de 2.9 a 4.8 mg/l., asimismo, reportaron que todos los pozos presentaron contaminación por coliformes totales, uno de ellos con una media geométrica de 107 UFC/100 ml. En cambio, los coliformes fecales estuvieron ausentes en cuatro de los pozos, corroborando que la presencia de las bacterias coliformes indica que existe una contaminación de origen antrópico en el acuífero y junto con la presencia de

las amibas de vida libre patógenas, resalta la importancia de desinfectar el agua antes de su consumo como agua potable.

Mago, (2009), determinó las concentraciones de los metales (Cd, Cu, Cr, Mn, Fe, Pb, Zn, y Ni) en aguas superficiales de la zona marino – costera adyacente a la ciudad de Cumaná, Venezuela, además analizó los parámetros físico-químicos como la temperatura, oxígeno y pH. Obteniendo valores promedio de 26, 4°C para la temperatura; 8,15 unidades de pH; 5, 77 de oxígeno; 109,65 mg/l de materia en suspensión; 51,49 mg/l de materia orgánica; 10,74 ug/l de cadmio; 13,18 ug/l de cobre; 21,28 ug/l de cromo; 173,58 mg/l de hierro; 23,34 ug/l de manganeso; 11,49 ug/l de níquel; 33,17 ug/l de zinc. Asimismo, mencionó que los metales que encontró estaban principalmente asociados a los carbonatos y que por lo tanto están biodisponibles, fueron: cadmio, manganeso, plomo y hierro; estos metales presentaron una alta proporción de origen antrópico mientras que el cobre, cromo, níquel y zinc, mostraron un mayor asociado a los componentes residuales o refractarios. Por lo tanto, las concentraciones de metales totales encontradas en este estudio violan las normas nacionales establecidas para aguas destinadas al contacto humano ya sea total o parcial, hecho que pone de manifiesto el peligro para la salud de las personas que se encuentran sentadas a las márgenes de la zona costera.

Valderrama *et al.* (2010), especificaron la calidad bacteriológico y fisicoquímica de la zona del centro acuífero Cuautla- Yautepec, Morelos, informaron la ausencia de coliformes totales en UFC/100 ml. y no detectables de coliformes fecales en UFC/100 ml, asimismo, especificaron los valores

promedios de cada indicador fisicoquímico con sus límites máximos permisibles de agua para uso y consumo humano en México, por consiguiente el agua de esta zona del acuífero cumplió con las ordenanzas sanitarias para ser fuente de abastecimiento para consumo humano.

Romero, *et al.* (2010), realizaron un estudio para determinar la densidad de *Escherichia coli* como indicador de calidad bacteriológica y tomaron datos en el sitio de pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica en aguas para actividades recreativas del río Hardy entre la frontera de México y Estados Unidos, reportando altas concentraciones de *Escherichia coli* el cual sobrepasó los límites permisibles de la ordenanza de la calidad de agua Mexicana, asimismo, mencionaron que el uso de las aguas superficiales implica un riesgo de contagio por parte de microorganismos responsables de gastroenteritis, dermatitis y patología respiratoria. *Cryptosporidium*, norovirus y cepas de *Escherichia coli* enteropatógenas son las causales importantes de EDA (enfermedades diarreicas agudas), en tanto que *Pseudomonas* y *Staphylococcus aureus* son los causales de infecciones cutáneas, y *Legionella* de infección respiratoria.

Padilla *et al.* (2010), realizaron un estudio de indicadores físico-química y bacteriológica de las aguas del río Quiscab, Guatemala, del cual recolectaron muestras de distintos puntos seleccionados, a partir de la evidencia de fuentes contaminantes de diversos orígenes y del efecto de corriente superficial del río, como creciente y vaciante de los caudales por el aporte de las precipitaciones, asimismo, mencionan que los indicadores Físico-químicos

evaluados fueron: color (U), turbidez (UNT), olor, t °C, conductividad eléctrica ($\mu\text{mhos/cm}$), pH, sólidos totales (mg/l), alcalinidad total (mg/l) y contenido en mg/l de: NH_3 , NO_2^- , NO_3^- , Mn, HF, Fe, Cl-, HCO_3^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Ca, Mg, CaCO_3 , Na, K y los microbiológicos: Coliformes fecales y totales (NPM/100 cm^3). Reportando que los indicadores bacteriológica y física manifiesto que el agua de manera general, no es apta de forma directa para el consumo humano, en ninguna de las dos épocas, pero si fuese necesaria su utilización con ese fin sería imprescindible, al menos, de la aplicación de métodos ebullición para su tratamiento.

Bettera *et al.* (2011), valoraron la calidad bacteriológica del agua de pozo y del agua de lavado en una muestra aleatoria de 50 tambos distribuidos en la cuenca lechera de Villa María (Córdoba), Argentina, identificando un 46 % y 24 % de los tambos presentaron recuentos de aerobios mesófilos superiores a 500 UFC/ml en el agua de lavado y en el agua de pozo, respectivamente. Asimismo, aislaron en un 20 % a *Escherichia coli* en ambas fuentes de agua. *Pseudomonas aeruginosa* registró una alta frecuencia de aislamiento en el agua de pozo (36 %) y en la de lavado (42 %). En virtud de estos resultados, pudieron afirmar que un elevado porcentaje de los tambos ubicados en la cuenca lechera de Villa María emplean agua de calidad bacteriológica deficiente, no apta para el ordeño ni el lavado de las instalaciones.

Hernández *et al.* (2011), realizaron un estudio sobre algunos parámetros microbiológicos y químicos del agua de riego y suelos de la zona agrícola de Barbacoas, estado de Aragua, Venezuela, con el fin de evaluar la calidad del

agua de riego usado con fines agrícolas, reportando que la densidad de coliformes totales y coliformes fecales oscilaron entre 107 a 109 NMP/100 ml, los cuales sobrepasaron los valores límites de la ordenanza oficial de calidad de agua en el uso agrícola en Venezuela, asimismo, indicaron que estas aguas proceden de un río abastecido por aguas servidas del pueblo de Barbacoas.

Guzmán *et al.* (2011), valoraron la variación espacial y temporal de las concentraciones de materia orgánica, nutrientes, tóxicos orgánicos, organismos coliformes y metales pesados en el río San Pedro, principal corriente del estado de Aguascalientes, México, encontrando serios problemas de contaminación por metales tóxicos. Por lo tanto, sobrepasaron los límites máximos permisibles. Además, mencionaron que su presencia puede deberse tanto a fuentes geogénicas como antrópicas por la existencia de descargas clandestinas intermitentes de origen industrial. Por otro lado, corroboraron que las concentraciones de los contaminantes observados reflejaron un fuerte impacto provocado primordialmente por descargas de aguas residuales, aunado a efluentes de retorno de campos agrícolas y descargas de granjas.

Elordi *et al.* (2012), determinaron y evaluaron la carga microbiológica asociada a contaminación fecal en las aguas de los riachuelos las Piedras y San Francisco, Argentina, evidenciando la presencia de Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Pseudomonas aeruginosa*, valores que superaron ampliamente los límites establecidos por US EPA de aguas de

contacto primario (200 CT/100 ml), reafirmando que estas aguas son un riesgo a la salud de aquellas personas que están directa o indirectamente en contacto con estas aguas, asimismo, observaron una destacada actividad de ocupación informal del territorio cercano a los riachuelos, careciendo de informalidad sanitaria básica, acompañada de una importante disposición de animales domésticos (perros, gatos, gallinas, cerdos, caballos, etc.).

Cabrera, (2012), determino la presencia de Pb, Cd, Cu y Zn en sedimentos del Sistema Ribereño Tanque Tenorio - Río Santiago en San Luis Potosí, y evaluó el impacto ambiental y su asociación en la emergencia de cultivos de frijol y maíz, reportando un efecto significativo de las densidades de Zn, Pb y Cd. Para el caso del Zn, la mayor concentración fue en primavera con 142.541 ± 10.3416 ppm, y la más baja en la época de verano con 68.913 ± 10.3416 ppm. Para el Pb, la mayor concentración fue en otoño con 22.768 ± 2.5119 ppm y la más baja en primavera con 14.050 ± 2.5119 ppm. En el caso del Cd, la mayor densidad se presentó en primavera con $5.165 \pm .7494$ ppm y la más baja en verano con $1.224 \pm .7494$ ppm. Los cuales sobrepasaron los límites establecidos por la Canadian Environmental Quality Guidelines (ISQG-Interim Sediment Quality Guideline). Además, comprobaron que la dinámica de los usos de suelo inmersos en el sistema ribereño incide en la presencia de metales pesados, lo cual es un indicador de la calidad ambiental y esto puede estar involucrado a las descargas de aguas residuales que se acumulan y que algunos contaminantes se sedimentan a través del trayecto del área ribereña variando sus concentraciones.

Jiménez, (2012), realizó un estudio sobre la cuantificación de metales pesados (Cadmio, Cromo, Níquel y Plomo) en agua superficial, sedimentos y organismos en el puente Portete del estero salado de un sistema de desembocadura situado al oeste del río Guayas y al Oeste del Golfo de Guayaquil, para determinar las concentraciones de metales pesados Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Níquel (Ni) y Plomo (Pb), en las matrices de agua superficial sedimento y organismo (Ostión: *Crassostrea columbiensis*). proporcionando que las concentraciones de No detectables para Cadmio a 0.18 ppm, Cromo, Níquel a 0.21 ppm y Plomo. Mientras que las concentraciones de sedimentos fueron para Cadmio de 2 a 6.9 ppm, Cromo de 4.6 a 38.9 ppm, Níquel entre 21.9 y 129 ppm y Plomo de 13.7 a 54 ppm. Asimismo, en los ostiones se evidenciaron concentraciones de Cadmio de 0.07 a 0.30 ppm, Cromo de 0.13 a 0.29 ppm, Níquel de 0.40 a 1.16 ppm y Plomo entre 0.14 y 1.50 ppm. Todos estos valores estudiados en cada una de las matrices (agua superficial, sedimento y organismo-ostión) reflejaron la gran problemática medio ambiental existente en estos debido principalmente a las actividades industriales, crecimiento poblacional, deforestación y descargas de uso doméstico

Raffo, (2013), en un estudio efectuado en la Facultad de Ingeniería Industrial de la (UMSM) Lima, menciona que aproximadamente 220 millones de personas de países en vías de desarrollo carecen de una fuente de agua cerca de sus hogares. Asimismo algunas fuentes estiman que el 90 % de las aguas residuales de las ciudades de los países en desarrollo se descarga sin su respectivo tratamiento en ríos, lagos y cursos de aguas por lo tanto más de

900 millones de personas al año padecen enfermedades relacionadas con el agua insalubre. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), más de 1,200 millones de personas consumen agua sin garantías sanitarias, lo que provoca entre 20,000 y 30,000 muertes diarias y gran cantidad de enfermedades.

Robles *et al.* (2013), reportaron la calidad del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, México, a partir de ocho pozos de agua potable y de un manantial, reportando que la mayor parte de los pozos y el manantial presentaron aguas duras, además los pozos presentaron concentraciones más elevadas de sólidos disueltos en las áreas de menor altitud con exclusión del manantial que presentó mayor disparidad con relación a los demás pozos. Bacteriológicamente, el manantial y uno de los pozos muestreados no fueron adecuados para el uso de actividades recreativas y fisicoquímicamente tres de los pozos muestreados no eran aptos como fuente de suministro de agua potable. Asimismo, corroboraron que la falta de servicios sanitarios y el drenaje en algunas áreas pueden estar ocasionando el deterioro de la calidad del agua del acuífero en dichas áreas.

Atencio *et al.* (2013), evaluaron el riesgo ambiental en un botadero con quema de desperdicios ubicado a 52 km al sureste de la ciudad de México en Baja California, México, concluyendo que los impactos ambientales de los sitios de residuos sólidos urbanos están, en su mayoría, relacionados con la migración de contaminantes ya sea en formas de emanación de gas y/o por las lluvias de estos sitios, resultan muy inseguros aquellos en donde se realiza la quema

de desperdicios a la intemperie, en los cuales los contaminantes liberados (en la ceniza, en el aire, en el suelo y en las aguas) pueden incluir metales tóxicos, derivados del petróleo, compuestos orgánicos semivolátiles, bifenilos policlorados, dioxinas y furanos.

1.2. Bases teóricas

En la ciudad de Mérida, (México) evaluaron la calidad química y bacteriológica del agua freática de 41 pozos, demostrando que la calidad química del agua fue de buena calidad, mientras que, en el nivel freático reportaron contaminación por materia fecal.⁽⁶⁾

En el área rural de la cuenca alta del riachuelo Pantanoso de la provincia de Buenos Aires, evaluaron la contaminación con nitratos y coliformes en muestras de agua freática de 39 pozos, 6 de las muestras analizadas presentaron ≤ 3 NMP/100ml de bacterias. Asimismo, manifestaron que los pozos estaban ubicados lejos de los corrales de encierro de los animales, mientras que las muestras restantes (33), registrando valores, desde 4 hasta 1100 NMP/100ml de coliformes, sugiriendo un alto riesgo sanitario por contaminación fecal, que pueden ser atribuidas por presencia de letrinas, cámaras sépticas cercanas de donde se realizó la toma de las muestras.⁽⁷⁾

En la ciudad de Cananea, Sonora, México, realizaron un estudio sobre la calidad de agua superficial del río San Pedro, cerca al límite con Estados Unidos de América, analizaron el potencial de hidrogeno (pH), la conductividad eléctrica, los sulfatos y metales tóxicos, encontrando valores

altos de Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn, SO_4^{2-} , y conductividad eléctrica; así como valores bajos de pH, asimismo, reportaron que la presencia de metales tóxicos en el agua superficial del río San Pedro, es atribuido principalmente a la actividad minera que desarrollan en las áreas aledañas a la corriente formadora de este río.⁽⁸⁾

En el Centro de Conservación del Medio Ambiente y Desarrollo Rural (Chile), determinaron la calidad físico, químico y bacteriológico del agua en 92 pozos destinada para el consumo humano, comprobando que 78,3 % (72 pozos) estuvieron contaminados con coliformes fecales y 88 % (81 pozos) contaminados con coliformes totales. Asimismo, reportaron que los análisis de los metales pesados mostraron bajas concentraciones de cobre (34 %) y níquel (38 %), y elevadas concentraciones de zinc (80 %), manifestando que la presencia de coliformes constituye un riesgo para poblaciones rurales que beben aguas de pozos de mala calidad.⁽⁹⁾

En Nicaragua, realizaron un estudio para valorar la calidad de agua de consumo de 69 pozos en las comunidades de la zona noreste de la ciudad de León; reportando que el 95,7 % (63) de los pozos no cumplen con los requisitos establecidos en las normas, considerando al agua de estos pozos de mala calidad para el consumo humano, considerando un 4,3 % de los pozos tenían agua de buena calidad para el consumo humano. También, observaron *in situ* las características de los pozos, donde el 95 % de los pozos se localizan junto a pilas para almacenar agua, baños y lavaderos, es decir, zonas que suele mantenerse encharcadas y de esa manera facilitan la

introducción de contaminantes por medio de filtración. El 70.3 % de las letrinas se encuentran a una distancia mayor o igual a 30 m del pozo. Aunque la distancia es adecuada, el 29% de las letrinas están ubicadas en un terreno más alto que el pozo, esto podría causar una posible contaminación. Del 63.1% de los pozos, el ganado llega a beber agua de la pila más próxima al pozo lo que trae como consecuencia una alta concentración de heces en el suelo aledaño al pozo y en el 95% de los pozos analizados el agua es utilizada para las actividades de la casa.⁽¹⁰⁾

En la ciudad de Panamá, evaluaron la calidad físico, química y microbiológica del agua del río La Villa en la península de Azuero, donde reafirmaron que, aún el agua que parece clara y limpia, puede estar contaminada con microorganismos, lo cual sería un riesgo para la salud de la población, por lo tanto para conservar la buena calidad del agua, es preciso realizar proyectos de monitoreo de la fuente de agua y valorar la presencia de bacterias señaladoras de contaminación fecal para aguas de uso recreacional y consumo humano.⁽¹¹⁾

En el Instituto Universitario de Investigación en Ciencias de la Salud de la Universidad de España, realizaron un estudio sobre las infecciones microbianas relacionadas con las aguas superficiales, reportando que el uso recreacional de las fuentes de aguas superficiales implica un riesgo de infección por parte de bacterias responsables de gastroenteritis, dermatitis y patología respiratoria, asimismo, mencionaron que *Cryptosporidium*, norovirus y cepas de *Escherichia coli* enteropatógenas son las causas más

notables de brotes de enfermedades diarreicas agudas, mientras que *Pseudomonas* y *Staphylococcus aureus* son los agentes notables de infecciones cutáneas, y *Legionella* de infección respiratoria y que aproximadamente, el 90 % de los brotes que se producen son en aguas tratadas de uso recreacional (piscinas), frente a un 10% en aguas naturales (ríos, playas, etc.)⁽¹²⁾

En la ciudad de Chiapas, México, evaluaron la calidad físico-química y bacteriológica de las aguas con un total de 96 muestras en 6 puntos de muestreo de aguas superficiales y freáticas, distribuidos en el arroyo Colorado y el río Pumpuapa, encontrando que en el 100% de muestras analizadas estuvieron contaminados con coliformes fecales y totales. Así mismo, mencionaron que ambos efluentes presentaron alta concentración de coliformes en las zonas de mayor concentración de actividad humana. Los indicadores físicos y químicos en lo común, no sobrepasaron los límites de la ordenanza vigente, con excepción del pH que muestra acidez indicando que la calidad del agua ha sido modificada posiblemente a la infiltración de los lixiviados y el escurrimiento de los desperdicios del botadero hacia el arroyo.⁽¹³⁾

En el municipio de Panchimalco departamento de San Salvador, evaluaron la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del manantial El Tembladero, reportando que sus aguas superficiales no cumplieron con las especificaciones de la Norma Salvadoreña obligatoria para el Agua Potable,

las mismas, no debe presentar un número menor de 1.1 NMP para los coliformes totales y un valor negativo para los coliformes fecales.⁽¹⁴⁾

En Venezuela, realizaron un estudio para determinar las concentraciones de los metales tóxicos y los indicadores físicos, como temperatura, oxígeno y pH. en aguas costeras cercanas a la ciudad de Cumaná. Obteniendo valores promedio de 4°C para la temperatura; 8,15 unidades de pH; 5, 77 de oxígeno; 109,65 mg/l de materia en suspensión; 51,49 mg/l de materia orgánica; 10,74 ug/l de cadmio; 13,18 ug/l de cobre; 21,28 ug/l de cromo; 173,58 mg/l de hierro; 23,34 ug/l de manganeso; 11,49 ug/l de níquel; 33,17 ug/l de zinc. Asimismo, mencionaron que estos metales presentaron una alta proporción de origen antrópico, hecho que pone de manifiesto el peligro para la salud de la población asentadas en las márgenes de la zona costera.⁽¹⁵⁾

En México realizaron un estudio con el propósito de determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del área del centro del acuífero Cuautla-Yautepec, Morelos, reportando la ausencia de coliformes totales en UFC/100 ml. y la ausencia de coliformes fecales en UFC/100 ml, por tanto, compararon los valores promedios de los indicadores fisicoquímico con los límites máximos permisibles de agua para uso y consumo humano del estado mexicano, concluyendo que las aguas de esta zona del acuífero cumplieron con las ordenanzas sanitarias para ser fuente de abastecimiento público y para consumo humano.⁽¹⁶⁾

En la ciudad de México, realizaron un estudio para determinar la densidad de *Escherichia coli* como señal de calidad bacteriológica y tomaron datos in situ el pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad eléctrica en fuentes de aguas para actividades recreativas del río Hardy entre la frontera de México y Estados Unidos, reportando altas concentraciones de *Escherichia coli*, asimismo, mencionaron que el uso de las aguas superficiales implica un peligro de contaminación por parte de microorganismos responsables de gastroenteritis, dermatitis y respiratoria. afirmando que *Cryptosporidium*, norovirus y cepas de *Escherichia coli* enteropatógenas son motivo más importantes de diseminación de diarrea, así mismo que *Pseudomonas* y *Staphylococcus aureus* son los agentes de infecciones cutáneas, y *Legionella* de infección respiratoria.⁽¹⁷⁾

En la ciudad de Guatemala, realizaron un estudio para la determinación físico-química y bacteriológica de cuenca del río Quiscab, del cual recolectaron muestras de agua en dos épocas del año: lluvia y seca de diferentes puntos, previamente seleccionados, a partir de la presencia de agentes contaminantes de variados orígenes y del efecto de las corrientes superficiales del río, asimismo, mencionaron que los indicadores Físico-químicos evaluados fueron: Aspecto, color, turbidez, olor, temperatura, conductividad eléctrica ($\mu\text{mhos/cm}$), pH, sólidos totales (mg/l), alcalinidad total (mg/l) y contenido en (mg/l) de: amoníaco, nitritos, nitratos, manganeso, fluoruros, hierro, cloruros, bicarbonatos, sulfatos, carbonatos, calcio, magnesio, dureza total, sodio, potasio y los microbiológicos: coliformes fecales y totales Reportando que la calidad bacteriológica y física del agua de la subcuenca, no es apta de forma

directa para el consumo de la población, en ninguna de las dos épocas, pero si fuese necesaria su utilización con ese fin sería imprescindible, al menos, de la aplicación de métodos habituales de tratamiento.⁽¹⁸⁾

En la ciudad de Córdoba- Argentina, evaluaron la calidad bacteriológica del agua de pozo y del agua de lavado en una muestra aleatoria de 50 tambos distribuidos en la cuenca lechera de Villa María, reportando que, el 46 % y 24 % de los tambos presentaron recuentos de aerobios mesófilos superiores a 500 UFC/ml en el agua de lavado y en el agua de pozo, respectivamente. Asimismo, aislaron un 20 % de *Escherichia coli* en ambas fuentes de agua. *Pseudomonas aeruginosa* registró una alta frecuencia de aislamiento en el agua de pozo (36 %) y en la de lavado (42 %). En virtud de estos resultados, pudieron afirmar que un elevado porcentaje de los tambos ubicados en la cuenca lechera de Villa María emplearon agua de calidad bacteriológica deficiente, no apta para el ordeño ni el lavado de las instalaciones.⁽¹⁹⁾

En el Estado de Aragua, Venezuela, realizaron un estudio para evaluar los parámetros microbiológicos y químicos del agua de riego y suelos para uso agrícola de la zona de Barbacoas, reportando que las concentraciones de coliformes totales y coliformes fecales oscilaron entre 107 a 109 NMP/100 ml, los cuales sobrepasaron los valores límites de la norma oficial para la calidad de agua para uso agrícola en Venezuela, asimismo, mencionaron que estas aguas provienen de un río formado por el desagüe de las aguas servidas del pueblo de Barbacoas.⁽²⁰⁾

En el Estado de Aguas Calientes, México, evaluaron la variación espacial y temporal de las concentraciones de materia orgánica, nutrientes, tóxicos orgánicos, organismos coliformes y metales pesados en el río San Pedro, encontrando serios problemas de contaminación por Al, As, Fe, Cu, Mn, Hg y Cr, los cuales sobrepasaron los límites máximos permisibles. Asimismo, mencionaron que su presencia puede deberse tanto a fuentes geogénicas como antrópicas por la existencia de descargas clandestinas intermitentes de origen industrial. Por lo tanto, corroboraron que las concentraciones de los contaminantes observados reflejaron un fuerte impacto provocado principalmente por descargas de aguas residuales municipales, aunado a efluentes de retorno de campos agrícolas y descargas de granjas y ranchos.⁽²¹⁾

En Argentina, ejecutaron un estudio para evaluar la carga microbiológica asociada a contaminación fecal presente en las aguas de los arroyos de las Piedras y San Francisco, identificando la presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Pseudomonas aeruginosa*, valores que superaron ampliamente los valores límite establecidos por Environmental Protection Agency, United States , corroborando que estas aguas significan un riesgo a la salud de las personas que están directa o indirectamente relacionados o en contacto con estos, asimismo, observaron una destacada actividad de ocupación informal del territorio cerca a los arroyos, careciendo de la estructura sanitaria básica, acompañada de una importante presencia de animales domésticos (perros, gatos, gallinas, cerdos, caballos, etc.).⁽²²⁾

En Ecuador, realizaron un estudio sobre la cuantificación de metales pesados (Cadmio, Cromo, Níquel y Plomo) en agua superficial, sedimentos y organismos de un sistema estuarino situado al Occidente del río Guayas y al Oeste del Golfo de Guayaquil, para determinar las concentraciones de metales pesados Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Níquel (Ni) y Plomo (Pb), en las matrices de agua superficial y sedimento. Reportando que los valores para agua superficial de Cadmio fueron de No detectable a 0.18 ppm, Cromo, plomo y Níquel No detectable a 0.21 ppm. Mientras que las concentraciones de Cadmio en sedimento fueron de 2 a 6.9 ppm, Cromo 4.6 a 38.9 ppm, Níquel entre 21.9 y 129 ppm y Plomo de 13.7 a 54 ppm. Todos estos valores analizados en cada una de las matrices (agua superficial, sedimento y organismo-ostión) reflejaron la gran problemática medio ambiental existente en estos ecosistemas debido principalmente a las actividades industriales, crecimiento poblacional acelerado, deforestación y el mal manejo de desecho y descargas de uso doméstico.⁽²³⁾

En la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Marcos, Lima, realizaron un estudio sobre las características del agua, donde corroboran que, aproximadamente 220 millones de personas de países en vías de desarrollo carecen de una fuente de agua cerca de sus hogares. Además, algunas fuentes estiman que el 90 % de las aguas de deshecho de las ciudades de los países en desarrollo se descarga sin su respectivo tratamiento en ríos, lagos y cursos de aguas por lo tanto más de 900 millones de personas al año sufren de enfermedades relacionadas con el agua insalubre. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), más de

1,200 millones de personas consumen agua sin garantías sanitarias, lo que provoca entre 20,000 y 30,000 muertes diarias y gran cantidad de enfermedades.⁽²⁴⁾

En la ciudad de México, determinaron la calidad del agua del acuífero Tepalcingo- Axochiapan, a partir de ocho pozos y de un manantial, reportando que la mayoría de los pozos y el manantial presentaron aguas muy duras, además los pozos mostraron concentraciones más elevadas de sólidos disueltos en las zonas de menor altitud con excepción del manantial que presentó mayores diferencias con respecto a los demás pozos. Bacteriológicamente, el manantial y un pozo no fueron adecuados para actividades recreativas y fisicoquímicamente tres pozos no eran aptos como fuente de suministro de agua potable. Asimismo, corroboraron que la falta de servicios sanitarios y el drenaje en algunas zonas pueden estar ocasionando el deterioro de la calidad del agua del acuífero en dichas zonas.⁽²⁵⁾

En la ciudad de México, evaluaron el riesgo ambiental en un botadero de basura ubicado en la zona de baja California, México, concluyendo que los impactos ambientales de los sitios de residuos sólidos urbanos están, en su mayoría, relacionados con la migración de contaminantes ya sea en formas de gas y/o lixiviados. De estos sitios, resultan por demás peligrosos aquellos en donde se realiza la quema a cielo abierto de basura, en los cuales los contaminantes liberados (en la ceniza, en el aire, en el suelo y en las aguas) pueden incluir metales pesados, hidrocarburos del petróleo, compuestos orgánicos semivolátiles, bifenilos policlorados y dioxinas y furanos.⁽²⁶⁾

1.3. Definición de términos básicos

Los sistemas de agua dulces (lénticos y lóticos) más que ningún otro ecosistema son sensibles a modificaciones antrópicas, a través de los años estos sistemas han sido usados como depósitos de desechos cuya consecuencia principal ha causado la desaparición o reducción de manera sustancial de algunas especies que conforman las comunidades bióticas. (Montoya *et al*, 2011).

Asimismo, las fuentes de agua superficiales son eje de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales, no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan alteración y deterioro de las mismas, además las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural (arrastre de material particulado, disuelto y presencia de materia orgánica natural) y de origen antrópico (descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros. (Torres *et al*, 2009)

El Perú es un país que en sus tres regiones geográficas (Costa, Sierra y Selva), tiene una carencia de servicio de agua potable, a pesar que la Selva alberga una gran diversidad de cuerpos de agua conformado por ríos, quebradas, cochas y lagos; sin embargo, cuenta con muy poca agua que esté disponible para el consumo humano; razón por la cual, tanto en las zonas urbanas como rurales, las familias se ven en la necesidad de construir pozos que muchas veces no cuentan con los criterios técnicos sanitarios adecuados;

ya que, en la generalidad de los casos se observa que estos pozos son contruidos en las partes bajas por lo que son fácilmente contaminados con desechos orgánicos que se encuentran en el suelo y que contienen no sólo microorganismos saprófitos, sino también patógenos intestinales procedentes de heces humanas y de animales. (Hurtado, 2007)

Asimismo, las fuentes antropogénicas más importantes son la extracción de minerales, desde hace 10,000 años el hombre comenzó la minería, fundición y manufactura de metales utilizados para producir utensilios, herramientas, armas y ornamentos. En las prácticas agrícolas, el uso de químicos para combatir plagas y fertilizar el suelo aportan grandes cantidades de metales pesados como son cobre, cadmio, mercurio, cromo, arsénico, entre otros. Otras actividades son la fabricación de plásticos, recubrimientos anticorrosivos, alimentos, manufactura de plaguicidas, baterías, soldaduras, pigmentos, producción de acero, curtidoras de piel, entre otras. Por otro lado, la presencia de algunos metales y/o metaloides en el agua puede ocurrir de forma natural por dilución de minerales y erosión, principalmente, tal es el caso del arsénico el cual se distribuye ampliamente en diversas regiones de países latinoamericanos tales como los países de Argentina, Chile, México, El Salvador, Nicaragua, Perú y Bolivia (Castro, 2006).

El agua es uno de los elementos más valiosos que nos brinda la naturaleza y es imprescindible para la vida y el bienestar del hombre y de su calidad depende el estado de salud de los que la consumen. Es importante entonces, que el agua que consume el hombre, por lo que la presencia de contaminantes

físico –químicos repercutiría en la salud de la población por ser elementos tóxicos y de rápida acumulación en el organismos humano, asimismo la presencia de las bacterias del tipo coliformes estarían indicando una contaminación por materia fecal.

Por lo tanto, es importante que el agua que consume el hombre, reúna las condiciones sanitarias óptimas que garanticen su buen estado de salud. El Centro poblado de Zungarococha, con una población en constante crecimiento, el uso de sus fuentes de aguas naturales se ha visto compartido no solo con un mayor número de pobladores, sino también por los visitantes, quienes en busca de un sano esparcimiento y por el sofocante calor de nuestro trópico nadan en su lago, quebradas, y los pobladores utilizan para uso doméstico.

En base a la problemática descrita nos planteamos la siguiente interrogante:

¿La calidad Físico - química y bacteriológica de aguas superficiales, pozos artesianos y pozos rústicos del Centro Poblado de Zungarococha estarán dentro de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua?

CAPÍTULOS II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de la hipótesis

Hipótesis Alterna

Hi = La calidad físico- química y bacteriológica de las aguas superficiales, pozos artesianos y pozos rústicos del Centro Poblado de Zungarococha, Si exceden los límites máximos permisibles de los estándares nacionales de la calidad ambiental del agua.

Hipótesis Nula

Ho = La calidad físico- química y bacteriológica las aguas superficiales, pozos artesianos y pozos rústicos del Centro Poblado de Zungarococha, No exceden los límites máximos permisibles de los estándares nacionales de la calidad ambiental del agua.

2.2 Variables y su operalización

Dependiente.

X = Centro Poblado de Zungarococha

Independiente

Y = Calidad Físico – Químico y Bacteriológica de aguas superficiales, pozos artesianos y pozos rústicos.

Operacionalización de variables

Indicadores

X₁ = Aguas superficiales y pozos artesianos y rústicos.

Y₁ = pH, temperatura, oxígenos disuelto, dureza total, metales pesados, coliformes.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño

Se aplicó el tipo explicativo y el diseño de tipo transversal correlacionales.

3.2 Diseño muestral

Estuvo conformado por 50 muestras recolectadas de 10 puntos de muestreo de las aguas de un lago (5 muestras por cada punto de muestreo), 55 muestras de aguas subterráneas de 11 pozos artesianos (5 muestras por pozos artesianos) y 10 muestras de 02 pozos rústicos del Centro Poblado de Zungarococha,

3.3 Procedimientos de recolección de datos

- Lago de Zungarococha:

Se utilizó el muestreo horizontal basado en un diseño aleatorio, que consistió en dividir el área de estudio en localizaciones o unidades de muestreo, cada uno de los cuales fue candidato a ser muestreado, y por tanto, a convertirse en un punto de muestreo.⁽²⁷⁾

Las muestras fueron recolectadas de 10 puntos de muestreo (5 muestras por cada punto de muestreo), utilizando frascos de vidrio de boca ancha con cierre hermético, estéril y de 250 ml de capacidad, el envase fue sumergido

a unos 20 cm. por debajo de la superficie del agua en dirección opuesta al recurso hídrico y evitando la presencia de espumas superficiales, para la recolección de 150ml de muestra aproximadamente. Luego fueron conservadas en una caja térmica de tecknopor a una temperatura de 4°C aproximadamente, y transportadas hasta el laboratorio de aguas de la UNAP, para los análisis físicos – químicos y bacteriológicos.

- Pozos artesianos:

Las muestras fueron recolectadas de 11 pozos artesianos (5 muestras por cada pozo) en frascos de vidrios estériles y el procedimiento de muestreo consistió en maniobrar la palanca del tubo succionador de agua hacia arriba y hacia abajo, con la finalidad de succionar el agua y dejarlo correr durante dos minutos para luego cerrarlo y esterilizarlo interna y externamente mediante un hisopo embebido en alcohol 96°, luego se dejó correr nuevamente para finalmente recolectar la muestra en el frasco en un volumen de 150ml, luego fueron transportados en cajas protectoras de tecknopor a 4°C aproximadamente al laboratorio de agua de la UNAP, para los análisis físico –químicos y bacteriológicos.⁽²⁷⁾

- Pozos rústicos:

Las muestras fueron recolectadas de 2 pozos rústicos con 5 réplicas en cada pozo, utilizando frascos de vidrios estériles, se comenzó a tomar la muestra en un volumen aproximado a 150ml. luego de haber agitado la superficie del

agua, método para evitar la contaminación de la muestra con probables microorganismos procedentes de la mano del analizador. Se sujetó el frasco para facilitar el sumergido del mismo, luego se transportó en un conservador de tecknopor a 4°C aproximadamente al laboratorio de agua de la UNAP, para los análisis físicos –químicos y bacteriológicos.⁽²⁷⁾

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Análisis Físico: Se analizó los parámetros físicos como Profundidad, pH, Temperatura, Oxígeno disuelto, Dureza total y Sales disueltos totales, empleando sondas de la serie HI 76 x 9829, del multiparámetro marca Hanna.

Análisis Químico: Se evaluó los indicadores químicos de los siguientes metales tóxicos: Plomo, Arsénico, Mercurio, Cobre y Zinc utilizando el medidor portátil de metales pesados.

- Instalación del equipo Metalyser para los análisis de metales pesados: (Plomo, Arsénico, Mercurio, Cobre, Zinc)

Se conectó el cable de la sonda al Metalyser mediante el conector de giro seguro, fijando el cable de sonda al maletín de transporte usando los seguros y la abrazadera suministrados, hasta que los electrodos estén correctamente insertados en el cabezal de la sonda y luego se retiró cuidadosamente la tapa protectora del electrodo de referencia.

Acondicionamiento del Plomo (Pb)

- Se limpió la punta del electrodo de trabajo WE1, para hacer un acabado de “espejo liso”, y aplicamos unas gotas de agua des-ionizada al WE1, usando la botella de enjuague suministrada, posteriormente se tomó el cubilete de análisis (SAB) y se procedió a llenarlo con suficiente solución acondicionadora M1 para sumergir las puntas de los electrodos.
- Inmediatamente, se enrosco el cubilete SAB al cabezal de la sonda., evitando que los conectores negros se sumerjan, usando la palanca de navegación se seleccionó el “Método de prueba”, luego acondicionamiento M1, posteriormente el “electrodo de acondicionamiento”.
- Una vez finalizado el programa se eligió “OK” y luego se presionó el botón “X” (se retiró el SAB y se retornó el sobrante de la solución acondicionadora a la botella para un próximo uso)
- Posteriormente se enjuago los electrodos con el agua desionizada para retirar cualquier residuo de la solución acondicionadora, hasta que el revestimiento de la punta del electrodo presente color amarillo/oro.

Análisis del Plomo (Pb)

- Se añadió los sobres de buffer M1a y M1b al SAB, enroscando el SAB al cabezal de la sonda sumergiendo la sonda ensamblada directamente al agua, hasta que pare de burbujear, posteriormente se jalo del cable hacia

arriba para retirar la sonda del agua y permitir que la muestra tome su propio nivel.

- En el instrumento se eligió “Método de prueba”, seleccionándose “Cd y Pb”.
- Al termino del acondicionamiento, se seleccionó “Adición Standard” en el menú Cd y Pb.
- Se seleccionó “Acondicionamiento de electrodo” dejando que el Metalyser acondicione el electrodo. Al finalizar el acondicionamiento se seleccionó “Adición Standard” en el menú Cd, Pb, seleccionando “SI” y aceptando “60 segundos” como tiempo de deposición estándar. Dejándolo funcionar aproximadamente 2 minutos, esperando que la pantalla nos indique añadir 20 ppb, y con la ayuda de una pipeta se adiciono 280 ul del standard M1 dentro de la muestra, evitando derramar la muestra de agua y siguiendo los procedimientos de la pantalla se completó el ciclo mostrando los resultados en la pantalla.

Acondicionamiento Arsénico (As)

- Se limpió la punta del electrodo de trabajo WE2, para hacer un acabado de “espejo liso”, aplicando unas gotas de agua des- ionizada al WE2, usando la botella de enjuague suministrada.
- Con el cubilete de análisis (SAB) se adicionó suficiente solución acondicionadora M2 para sumergirlas las puntas de los electrodos, enroscando el cubilete SAB al cabezal de la sonda.

- En el Instrumento, usando la palanca de navegación se seleccionó “Método de prueba”, “Acondicionamiento M3” y “Electrodo de acondicionamiento”.
- Una vez finalizado el programa se eligió Ok presionando el botón X, retirando el SAB (cubilete para análisis de muestra), retornando el sobrenadante de la solución acondicionadora a la botella para un próximo uso.
- Se enjuagó los electrodos con el agua de muestra o des-ionizada para retirar cualquier residuo de la solución amortiguadora hasta que el revestimiento de la punta del electrodo presente un color amarillo/oro.

Análisis del arsénico (As)

- Añadimos los sobres de Buffer M2 al SAB, enroscando el SAB al cabezal de la sonda, sumergiendo la sonda ensamblada directamente al agua, hasta que pare de burbujear, jalando cable hacia arriba para retirar la sonda del agua y permitir que la muestra tome su propio nivel, dejando que el Metalyser acondicione el electrodo, luego que el acondicionamiento termino se seleccionó “Adición Standard en el menú As (III).
- Seguidamente, se seleccionó “SI” y aceptar “60 segundos” como tiempo de deposición estándar, dejándolo funcionar (aproximadamente 2 minutos), lo que indico en la pantalla, para añadir 20 partes por billón (ppb), con una pipeta usando 280 ul del standard M3, sin derramar la muestra. Siguiendo las instrucciones en pantalla y esperamos que el ciclo complete (aproximadamente 2 minutos). Siguiendo con el análisis, el resultado se mostró en pantalla.

Acondicionamiento del Mercurio (Hg)

- Se limpió la punta del electrodo de trabajo WE2, para hacer un acabado de “espejo liso” luego se aplicó unas gotas de agua des-ionizada al WE2, usando la botella de enjuague suministrada y se tomar el cubilete de análisis (SAB), llenándole con suficiente solución acondicionadora M2 para sumergirlas las puntas de los electrodos.
- Se adicionó el cubilete SAB al cabezal de la sonda, para verificar en el instrumento, usando la palanca de navegación se seleccionó “Método de prueba”, luego “Acondicionamiento M2”, luego “Electrodo de acondicionamiento”. Una vez finalizado el programa se eligió Ok y luego se presionó el botón X, retirando el SAB (cubilete para análisis de muestra) y se retornó el sobrenadante de la solución acondicionadora a la botella para un próximo uso.
- Se enjuagó los electrodos con el agua de muestra o des-ionizada para retirar cualquier residuo de la solución amortiguadora. Finalmente, en el revestimiento de la punta del electrodo se formó un color amarillo/oro.

Análisis del Mercurio (Hg)

- Se añadió los sobres del Buffer M2 al SAB y enroscamos el SAB al cabezal de la sonda, sumergiendo la sonda ensamblada directamente al agua, manteniéndola hasta que pare de burbujear. Luego se jalo del cable hacia arriba para retirar la sonda del agua y permitir que la muestra tome su

propio nivel. En el instrumento se eligió “Método de prueba”, seleccionamos “Hg”.

- Se seleccionó “Acondicionamiento de electrodo” y dejamos que el Metalyser acondicione el electrodo.
- Al término del acondicionamiento seleccionamos “Adición Standard” en el menú Hg. Restamos la línea de base Seleccionando “SI” y aceptamos “60 segundos” como tiempo de deposición estándar, dejándolo funcionar aproximadamente 2 minutos.
- Añadimos 280 ul del estándar M2 dentro de la muestra de agua en el SAB, evitando derramar la muestra de agua. Proseguimos observando las instrucciones de la pantalla esperando que el ciclo se complete (aproximadamente 2 minutos)
- Siguiendo con el análisis, el resultado se mostró en pantalla, eligiendo “SI”.

Acondicionamiento del Cobre (Cu)

- Limpiamos la punta del electrodo de trabajo WE1, para hacer un acabado de “espejo liso” y aplicamos unas gotas de agua des- ionizada al WE1, usando la botella de enjuague suministrada, se utilizó el cubilete de análisis (SAB) y llenamos con suficiente solución acondicionadora M4 para sumergir las puntas de los electrodos, enroscamos el cubilete SAB al cabezal de la sonda.
- En el instrumento, usando la palanca de navegación seleccionamos “Método de prueba”, luego acondicionamos M4, posteriormente el “electrodo de acondicionamiento”.

- Una vez finalizado el programa se eligió Ok y luego se presionó el botón X, se retiró el SAB (cubilete para análisis de muestra) y se retornó el sobrenadante de la solución acondicionadora a la botella para un próximo uso.
- Enjuagamos los electrodos con el agua de muestra o des – ionizada para retirar cualquier residuo de la solución amortiguadora y finalmente el revestimiento de la punta del electrodo se tornó de color amarillo/oro.

Análisis del Cobre (Cu)

- Añadimos los sobres de buffer M1a y M1b al SAB y enroscamos el SAB al cabezal de la sonda.
- Sumergimos la sonda ensamblada directamente al agua, hasta que pare de burbujear, posteriormente jalamos del cable hacia arriba para retirar la sonda del agua y permitir que la muestra tome su propio nivel.
- En el instrumento elegimos “Método de prueba”, seleccionando “Cu”.
- Seleccionamos “Acondicionamiento del electrodo” y dejamos que el Metalyser acondicione el electrodo.
- Al término del acondicionamiento, seleccionamos “Adición Standard” en el menú Cu.
- Restamos la línea de base, seleccionando “SI” y aceptando “60 segundos” como tiempo de deposición estándar, dejándolo funcionar aproximadamente 2 minutos.

- Cuando indicó en la pantalla para añadir 20ppb, preparamos una pipeta usando 280ul del standard M4 y añadimos los 280ul dentro de la muestra de agua del SAB, evitando derramar la muestra de agua.
- Seguimos las instrucciones en pantalla y permitimos que el ciclo se complete (aproximadamente 2 minutos), el resultado se mostró en la pantalla.

Acondicionamiento del Zinc (Zn)

- Limpiamos la punta del electrodo de trabajo WE1, para hacer un acabado de “espejo liso”.
- Aplicamos unas gotas de agua desionizada al WE1.
- Tomamos el cubilete de análisis (SAB) llenándolo con suficiente solución acondicionadora M1& M4 para sumergir las puntas de los electrodos.
- Enroscamos el cubilete SAB al cabezal de la sonda.
- En el instrumento, usando la palanca de navegación seleccionamos “Método de prueba”, luego Acondicionamiento M1 & M4, posteriormente “electrodo de acondicionamiento”, finalizado el programa elegimos “OK”.

Análisis del Zinc (Zn)

- Añadimos los sobres de buffer M1a y M1b al SAB y enroscamos el SAB al cabezal de la sonda.
- Sumergimos la sonda ensamblada directamente al agua, hasta que pare de burbujear.

- En el instrumento elegimos “Método de prueba”, seleccionando “Zn”.
- Seleccionamos “Acondicionamiento del electrodo” y dejamos que el Metalyser acondicione el electrodo.
- Al término del acondicionamiento, seleccionamos “Adición Standard” en el menú Zn.
- Restamos la línea de base, seleccionamos “SI” y aceptamos “60 segundos” como tiempo de deposición estándar dejándolo funcionar aproximadamente 2 minutos.
- Cuando se indicó en la pantalla para añadir 20ppb, preparamos una pipeta usando 280ul del standard M5.
- Añadimos los 280ul del standard M5 dentro de la muestra de agua en el SAB, evitando derramar la muestra de agua.
- Seguimos las instrucciones en pantalla y permitimos que el ciclo se complete (aproximadamente 2 minutos).
- Verificando el resultado en la pantalla.

Los parámetros físicos – químicos fueron comparados con los valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (Ver Anexo 6).

Análisis Bacteriológicos: Numeración de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes por el Método de Tubos Múltiples (NMP).⁽²⁸⁾

a. Fase Presuntiva Se pipeteo muestras de agua en volúmenes de 10 ml, 1 ml y 0.1 ml respectivamente, en series de tres tubos que contenían 10 ml de Caldo Lauril Sulfato con sus respectivas campanas de Durham,

distribuidos de la siguiente manera: 10 ml de muestra de agua en tres tubos con Caldo Lauril Sulfato a doble concentración, 1ml. de muestra de agua en tres tubos con Caldo Lauril Sulfato a concentración normal y 0.1 ml de muestra de agua en tres tubos con Caldo Lauril Sulfato a concentración normal, luego se incubó a 37°C durante 48 horas, considerando como tubo positivo aquellos que presentaron formación de gas en el interior de la campana de Durham.

b. Fase confirmativa Para La confirmación de la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes, se consideró aquellos tubos que presentaron formación de gas en el interior de las campanas de Durham.

Coliformes totales De los tubos que presentaron formación de gas en el interior de las campanas de Durham, se agregó una azada en tubos de fermentación que contenían 10 ml de caldo bilis verde brillante, (Caldo Brila), luego se incubó a 37°C durante 48 horas, al término del periodo de incubación los tubos con caldo brilla que presentaron turbidez y presencia de gas se los consideró positivo. A partir de esos resultados se verificó en la tabla del NMP y se comprobó si se encuentra dentro del límite máximo permisible que establece el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.⁽²⁹⁾

Coliformes termotolerantes De los tubos que presentaron formación de gas en el interior de las campanas de Durham, se agregó una azada en tubos de fermentación que contenían 10 ml de caldo E. coli, luego se incubó

a 44.5°C durante 48 horas en baño maría, al término del periodo de incubación los tubos de caldo E. coli que presentaron turbidez y presencia de gas se los consideró positivo. A partir de esos resultados se verificó en la tabla del NMP y se comprobó si se encuentra dentro del límite máximo permisible, del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.⁽²⁹⁾

3.5 Aspectos éticos

El área de estudio correspondió al Centro Poblado de Zúngarococha, ubicado en el Distrito de San Juan, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Calidad Física de Aguas

4.1.1. Aguas Superficiales

Cuadro 1 Parámetros físicos de aguas superficiales del lago Zúngarococha.

Parámetros Físicos	Unidad	Valor promedio (Mediana)	Dispersión (Rango Intercuartílico)	Coefficiente de Variación (CV)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Profundidad	metros	13.5	1	18.90%	2.5	16
pH	UpH	4.51	0.03	2.83%	4.48	5.14
Temperatura	°C	32	3	6.31%	28	35
Oxígeno disuelto	mg/L	1.52	0.55	18.43%	1.3	2.19
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	213.95	38.3	14.10%	147	266.5
Conductividad*	μS/cm	136	92.5	37.63%	71	329

*La conductividad fue considerada como medida de sales disueltas.

Fuente: Autores, 2017

En el cuadro 1, se observa los valores promedios los parámetros físicos de las aguas superficiales del lago de Zungarococha: Profundidad: 13,5 m. pH: 4,51. Temperatura: 32°C, Oxígeno disuelto: 1.52 mg/l Dureza total: 213,95 mgCaCO₃/L. Estos valores están por debajo de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.⁽²⁹⁾

4.1.2. Pozos Artesianos

Cuadro 2 Parámetros físicos de aguas de los pozos artesianos

Parámetros Físicos	Unidad	Valor promedio (Mediana)	Dispersión (Rango Intercuartílico)	Coefficiente de Variación (CV)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Profundidad	metros	7	3	19.24%	5	8
pH	UpH	5.2	0.52	7.19%	4.5	5.8
Temperatura	°C	28	1	3.95%	25	29
Oxígeno disuelto	mg/L	2.35	0.34	12.03%	1.3	2.68
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	42.9	5.6	4.60%	32.1	49.5
Conductividad*	µS/cm	28	6	45.70%	19	116

*La conductividad fue considerada como medida de sales disueltas.

Fuente: Autores, 2017

En el cuadro 2, se observa los valores promedio de los parámetros físicos de las aguas de los pozos artesianos: Profundidad: 7 m. pH: 5,2. Temperatura: 28°C, Oxígeno disuelto: 2.35 mg/l Dureza total: 42,9 mgCaCO₃/L y conductividad 28µs/cm. En relación a los valores de pH, están por debajo del límite máximo permisible para agua de consumo humano,⁽³⁰⁾ de igual manera oxígeno disuelto, dureza total y conductividad por lo que se considera aguas que pueden ser potabilizados con desinfección.

4.1.3. Pozos Rústicos

Cuadro 3 Parámetros físicos de aguas de los pozos rústicos

Parámetros Físicos	Unidad	Valor promedio (Mediana)	Dispersión (Rango Intercuartílico)	Coefficiente de Variación (CV)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Profundidad	metros	1.1	0.44	28.30%	0.6	1.5
pH	UpH	4.64	0.08	1.23%	4.53	4.71
Temperatura	°C	28.5	2.75	5.80%	26	31
Oxígeno disuelto	mg/L	0.25	0.02	4.69%	0.23	0.26
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	40.05	4.58	8.45%	33.6	43.6
Conductividad	µS/cm	25.5	10.5	23.75%	18	36

*La conductividad fue considerada como medida de sales disueltas.

Fuente, Autores, 2017

En el cuadro 3, se observa los valores promedio de los parámetros físicos de las aguas de los pozos artesianos: Profundidad: 1,1 m. pH: 4,62. Temperatura: 28,5°C, Oxígeno disuelto: 0.25 mg/l Dureza total: 40,05 mgCaCO₃/L y conductividad 25,5µs/cm. Valores que están por debajo de los límites máximos permisible del reglamento de la calidad de agua para consumo humano, que podrían ser potabilizadas por tratamiento convencional

Cuadro 4. Análisis comparativo de los parámetros físicos, utilizando la prueba de Kruskal Wallis.

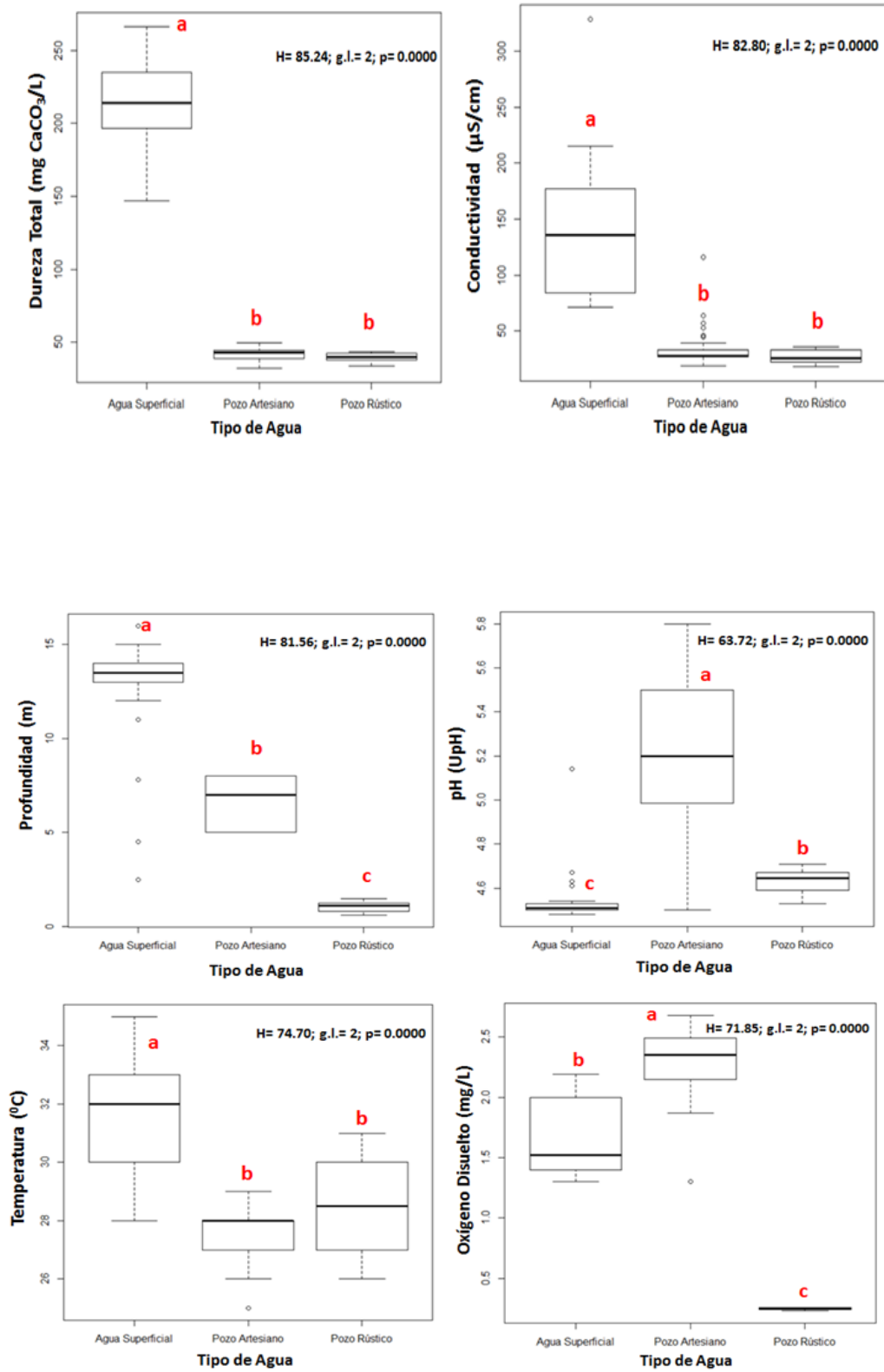
Parámetros Físicos	Valor de H	Grados de Libertad	Probabilidad
Profundidad	81.56	2	0
pH	63.72	2	0
Temperatura	74.7	2	0
Oxígeno disuelto	71.85	2	0
Dureza total	85.24	2	0
Conductividad	82.8	2	0

*La conductividad fue considerada como medida de sales disueltas.

Fuente: Autores, 2017

Los valores comparativos de los parámetros físicos muestran diferencias altamente significativas entre los tres tipos de agua. En el gráfico 1 se presentan los análisis a posteriori con la prueba de Mann Whitney – Wilcoxon; donde las diferencias o semejanzas están asignadas con letras.

Gráfico 01 Análisis a posteriori con la prueba de Mann Whitney- Wilcoxon entre los parámetros físicos de los tres tipos de agua.



4.2. Calidad Química de Aguas

4.2.1. Aguas Superficiales

Cuadro 5 Parámetros Químicos de Aguas Superficiales

Parámetro Químico	Unidad	Límite Permisible		
		AS	DS 002-2008-MINAM	LMP DS 031-2010-SA
Plomo	mg/L	0	0.01	0.001
Mercurio	mg/L	0	0.001	0.0001
Cobre	mg/L	0	2	0.02
Zinc	mg/L	0	3	0.03
Arsénico	mg/L	0	0.01	0.01

*AS= Aguas superficiales

Fuente: Autores, 2017

Las aguas superficiales del lago Zungarococha, reportaron valores de cero (ausencia) en todos los análisis químicos realizados (plomo, mercurio, cobre, zinc y arsénico).

4.2.2. Pozos

Cuadro 6 Parámetros Químicos de Pozos Artesianos Artesianos

Parámetro Químico	Unidad	Límite Permisible		
		PA	DS 002-2008-MINAM	LMP DS 031-2010-SA
Plomo	mg/L	0	0.01	0.001
Mercurio	mg/L	0	0.001	0.0001
Cobre	mg/L	0	2	0.02
Zinc	mg/L	0	3	0.03
Arsénico	mg/L	0	0.01	0.01

*PA= Pozos artesianos

Fuente: Autores, 2017

Las aguas de los pozos artesianos reportaron valores de cero (ausencia) en todos los análisis químicos realizados (plomo, mercurio, cobre, zinc y arsénico).

4.2.3. Pozos Rústicos

Cuadro 7 Parámetros Químicos de Pozos Rústicos

Parámetro Químico	Unidad	Límite Permisible		
		PR	DS 002-2008-MINAM	LMP DS 031-2010-SA
Plomo	mg/L	0	0.01	0.001
Mercurio	mg/L	0	0.001	0.0001
Cobre	mg/L	0	2	0.02
Zinc	mg/L	0	3	0.03
Arsénico	mg/L	0	0.01	0.01

*PR= Pozos Rústicos

Fuente: Autores, 2017

Las aguas de los pozos rústicos reportaron valores de cero (ausencia) en todos los análisis químicos realizados (plomo, mercurio, cobre, zinc y arsénico).

4.3. Calidad Bacteriológica de Aguas

4.3.1. Aguas Superficiales

Cuadro 8 Parámetros Bacteriológicos de Aguas Superficiales del Lago Zungarococha

Parámetros Bacteriológicos	Unidad	Valor promedio (Mediana)	Dispersión (Rango Intercuartílico)	Coefficiente de Variación (CV)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Coliformes totales	NMP/100ml	3900	4100	107.43%	1100	24000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1050	1600	117.06%	400	12000

Fuente; Autores, 2017

En el cuadro N°08, se muestra el promedio de contaminación con Coliformes totales, Coliformes termotolerantes los cuales sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma de la calidad de agua. (Ver anexo 5).

4.3.2. Pozos Artesianos

Cuadro 9 Parámetros bacteriológicos de aguas de los pozos artesianos

Parámetros bacteriológicos	Unidad	Valor promedio (Mediana)	Dispersión (Rango Intercuartílico)	Coefficiente de Variación (CV)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Coliformes totales	NMP/100ml	700	1400	101.22%	0	2100
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	300	700	103.21%	0	900

Fuente: Autores, 2017

En el cuadro N°09, se muestra el promedio de contaminación con Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, los mismos que sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para agua para consumo humano. (Ver anexo 2)

4.3.3. Pozos Rústicos

Cuadro 10 Parámetros bacteriológicos de aguas de los pozos rústicos

Parámetros Bacteriológicos	Unidad	Valor promedio (Mediana)	Dispersión (Rango Intercuartílico)	Coefficiente de Variación (CV)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Coliformes totales	NMP/100ml	7950	11175	66.74%	2800	15000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	3100	4900	66.22%	1500	7500

Fuente: Autores, 2017

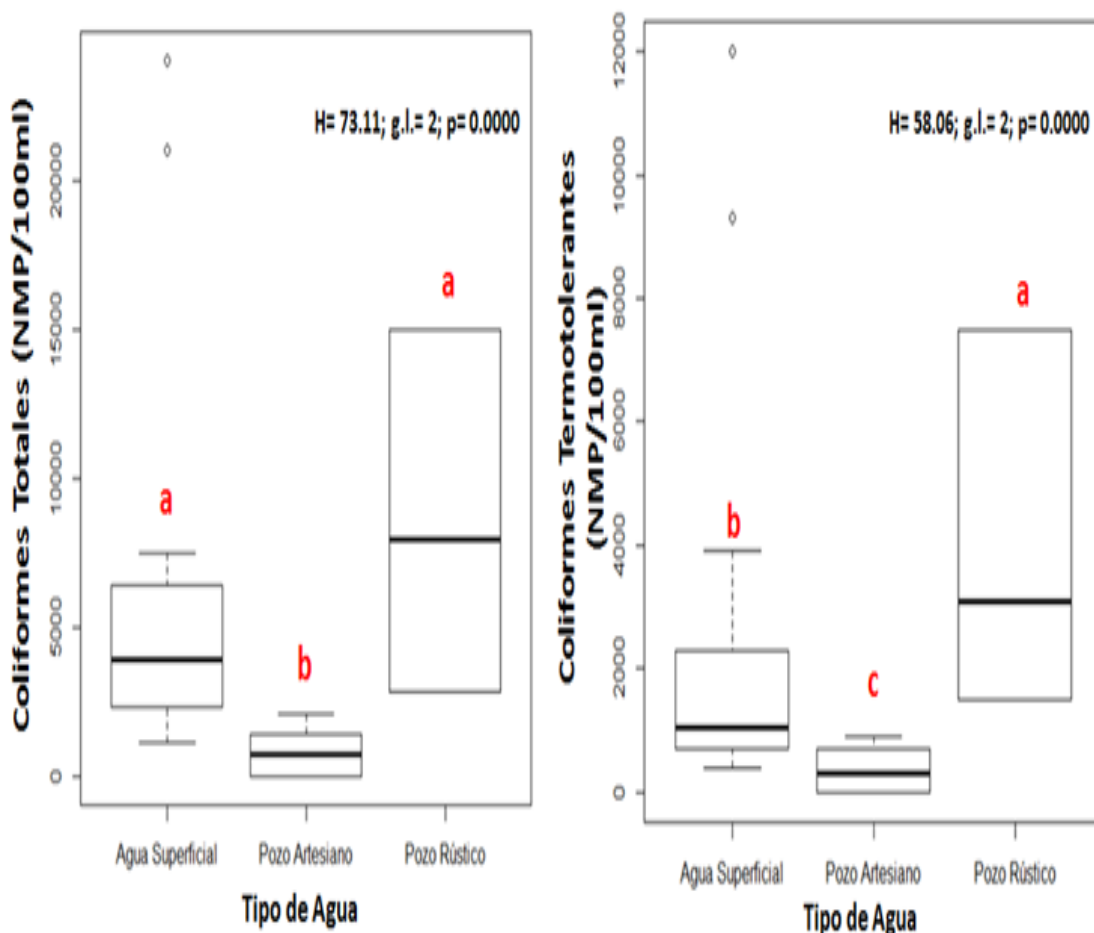
En el cuadro N°10, se reporta la evaluación bacteriológica de aguas de los pozos rústicos, mostrando el promedio de contaminación con Coliformes totales, Coliformes termotolerantes sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para agua para consumo humano.

Cuadro 11 Análisis comparativo de los parámetros bacteriológicos, utilizando la prueba de Kruskal Wallis

Parámetros bacteriológicos	Valor de H	Grados de Libertad	Probabilidad
Coliformes totales	81.56	2	0
Coliformes termotolerantes	63.72	2	0

Fuente: Autores, 2017

Gráfico 02 Análisis a posteriori con la prueba de Mann Whitney – Wilcoxon entre los parámetros bacteriológicos de los tres tipos de agua.



Los valores comparativos de los parámetros bacteriológicos muestran diferencias altamente significativas entre los tres tipos de agua. En el gráfico 2 se presentan los análisis a posteriori con la prueba de Mann Whitney – Wilcoxon; donde las diferencias o semejanzas están asignadas con letras. En el gráfico se puede observar que los pozos artesianos presentan los menores registros de parámetros microbiológicos en comparación con los otros tipos de agua, verificando la siguiente relación: Aguas superficiales > Pozos rústicos > Pozos artesianos en los análisis de coliformes totales; en tanto que en los análisis de coliformes termotolerantes se presenta la siguiente relación: Pozos rústicos > Agua superficiales > Pozos artesianos.

4.4. Análisis de Calidad Física, Química y Bacteriológica de Aguas

Todos los parámetros de las aguas superficiales del lago Zungarococha fueron comparados con los límites establecidos en la ordenanza nacional de calidad ambiental para agua (DS 002-2008-MINAM, categoría 4: Conservación del ambiente acuático). (Ver anexo 6)

En caso de las aguas de los pozos artesianos y pozos rústicos, se realizó la comparación con la ordenanza de calidad del agua para consumo humano (DS 031-2010-SA). (Ver anexo 2).

4.4.1. Calidad Física

Cuadro 12 Análisis comparativo de los parámetros físicos, con los límites permisibles de calidad de agua

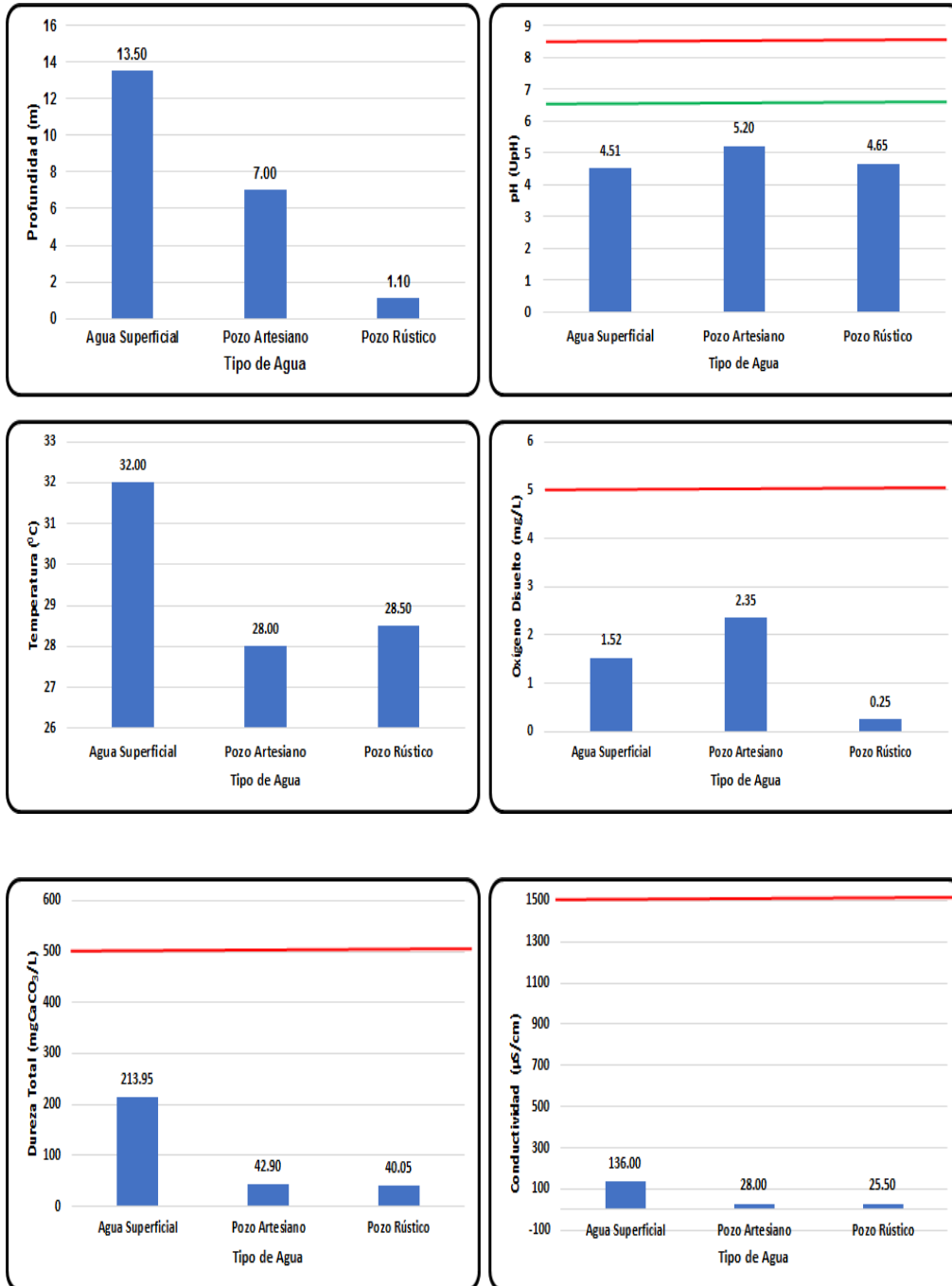
Parámetro Físico	Unidad	Valor			Límite Permissible	
		AS	PA	PR	DS MINAM 002-2008-	LMP DS 031-2010-SA
Profundidad	metros	13.5	7	1.1	--	--
pH	UpH	4.51	5.2	4.65	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	32	28	8.5	--	--
Oxígeno disuelto	mg/L	1.52	2.35	0.25	--	≥ 5
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	213.95	42.9	40.05	500	--
Conductividad*	μS/cm	136	28	25.5	1500	--

*La conductividad fue estimada como medida de sales disueltas.

AS= Agua superficial; PA= pozo artesiano; PR= Pozo rústico.

Se puede verificar que los tres cuerpos de agua presentan aguas ácidas que se ubican fuera de los límites establecidos en ambas normas; mientras, el oxígeno disuelto se ubica por debajo del límite permisible como agua de consumo humano.

Gráfico 03 Parámetros físicos de los tres tipos de cuerpos de agua los Límites permisibles.



4.4.2. Calidad Química

En el cuadro 13 se presentan los valores promedios de los indicadores químicos en los tres tipos de cuerpos de agua y su analogía con los límites permisibles de calidad de agua.

Cuadro 13 Análisis comparativo de los parámetros químicos, con los Límites permisibles de calidad de agua

Parámetro Químico	Unidad	Valor			Límite Permissible	
		AS	PA	PR	DS 002-2008-MINAM	LMP DS031-2010-SA
Plomo	mg/L	0	0	0	0.01	0.001
Mercurio	mg/L	0	0	0	0.001	0.0001
Cobre	mg/L	0	0	0	2	0.02
Zinc	mg/L	0	0	0	3	0.03
Arsénico	mg/L	0	0	0	0.01	0.01

AS= Agua superficial; PA= pozo artesiano; PR= Pozo rústico.

Fuente: Autores, 2017

En este cuadro, se puede verificar, que todos los parámetros químicos presentan ausencia de metales pesados, por lo tanto, estos cuerpos de agua estarían cumpliendo con los límites permisibles de ambas normas.

4.4.3. Calidad Bacteriológica

En el cuadro 14 se presentan los valores promedios de los parámetros bacteriológicos en los tres tipos de cuerpos de agua y su analogía con los límites permisibles de calidad de agua.

Cuadro 14 Análisis comparativo de los parámetros bacteriológicos, con los límites tolerables de calidad de agua

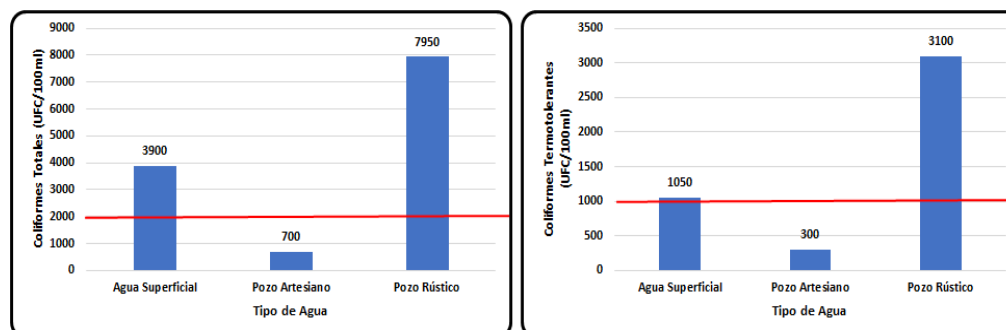
Parámetro bacteriológico	Unidad	Valor			Límite Permissible	
		AS	PA	PR	DS 002-2008-MINAM	LMPDS 031-2010-SA
Coliformes totales	NMP/100ml	3900	700	7950	0	2000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1050	300	3100	0	1000

AS= Agua superficial; PA= pozo artesiano; PR= Pozo rústico.

Fuente: Autores, 2017

Las aguas superficiales del lago Zungarococha y las aguas de los pozos rústicos reportaron valores que sobrepasaron el límite máximo permisible establecido en el DS 002-2008-MINAM. mientras, las aguas de los pozos artesianos en termino medio estarían cumpliendo con los límites permisibles como aguas de consumo humano, aunque en un 5% de las muestras analizadas se registraron valores ligeramente superiores al límite establecido.

Gráfico 04 Parámetros bacteriológicos de los tres tipos de cuerpos de agua y los límites permisibles.



En el gráfico 04 se presentan los valores registrados de los parámetros bacteriológicos en los tres tipos de cuerpos de agua y los límites permisibles establecidos

CAPITULO V: DISCUSIÓN

La Comunidad de Zungarococha, así como como otras comunidades de la región Loreto, están creciendo desde el punto de vista demográfico, no obstante, se acompaña, problemas involucrados a la falta de agua potable, alcantarillado, factores que conllevan a la polución de aguas superficiales y aguas subterráneas los cuales son usadas por los pobladores, existiendo el riesgo de contraer enfermedades relacionadas con microorganismo presente en el agua, por lo cual consideramos un aspecto muy importante la evaluación de la calidad física, química y bacteriológica de aguas superficiales, de pozos artesianos y pozos rústicos del centro poblado de Zungarococha.

(De la Cruz, 2008), en su estudio de la valoración de la calidad físico- química y microbiológica de la cuenca del rio Villa, reafirmó que, el agua que parece clara y limpia, puede estar contaminada con microorganismos, lo cual sería un peligro para la población, quienes hacen uso para recreación y consumo. En nuestro trabajo concordamos con la afirmación de De la Cruz, por lo que consideramos importante la evaluación de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos con la finalidad de conocer sus niveles de concentración presentes en el agua, como componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no represente riesgo para la salud de la población menos para el ambiente.

Dentro de este contexto, los resultados de este estudio nos llevaron a la conclusión que los parámetros físicos- químicos y bacteriológicos en las aguas superficiales y subterráneas pueden estar presentes de forma natural o

antropogénica, alterando las concentraciones naturales debido a las actividades agrícolas o a los desechos urbanos y domésticos, afectando la calidad de agua para consumo humano y de recreación. Del mismo modo, (Guzmán *et al*, 2011), en un estudio sobre la evaluación de la calidad del agua del río San Pedro, mencionaron que la presencia de los contaminantes puede deberse tanto a fuentes geogénicas como antrópicas por la existencia de descargas clandestinas intermitentes de origen industrial.

Un aspecto muy importante que identifica nuestro estudio, es que durante los periodos de muestreo se pudo observar la presencia de letrinas construidas en suelos con pendientes elevadas, acumulación de basura en la orilla del lago, y presencia de animales de corral en toda la comunidad. Tal como lo reporta (Elordi *et al*, 2012), quienes identificaron la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes en aguas superficiales, cuya presencia significa un riesgo a la salud de la población, asimismo, describieron la presencia de animales domésticos (perros, gatos, gallinas, cerdos, caballos) y carencia de una estructura sanitaria básica. De manera similar, fue reportado por, Picone *et al*. (2003), quienes mencionan que el alto riesgo sanitario por contaminación fecal, pueden ser atribuidas a diversos factores, la presencia de pozos ciegos y/o cámaras sépticas en las cercanías de los aguas superficiales y subterráneas. Factores a tener en consideración en este estudio, debido a que los pobladores de la comunidad de Zungarococha tienen como actividad la crianza de animales domésticos, la utilización de agua de pozos artesianos y pozos rústicos, así como el uso de pozos sépticos.

El estudio realizado por (Cueva *et al*, 2000) en relación a los parámetros químicos y la calidad bacteriológica del agua subterránea en la ciudad de México, donde, demostraron que la calidad química de las aguas de los pozos fue de buena calidad, pero presentaron contaminación por materia fecal. Resultados similares obtenidos en este estudio en el cual las aguas superficiales y las aguas de los pozos artesianos y rústicos presentaron ausencia de metales pesados, mientras que los parámetros bacteriológicos sobrepasaron los límites máximos permisibles de los estándares emitidos en los reglamentos de la calidad de agua ambiental y de consumo humano.

Con respecto, a la evaluación química de las aguas superficiales, aguas de pozos artesianos y rústicos, se pudo verificar la ausencia de metales pesados. Esto se contrasta con lo manifestado por Gómez *et al.* (2004), en la ciudad de Cananea, Sonora, México, quienes realizaron un estudio de la calidad de agua superficial del río San Pedro, encontrando valores elevados de algunos metales pesados totales (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn), conductividad eléctrica y sulfatos; así como valores bajos de pH. Asimismo, reportaron que la presencia de metales pesados en el agua superficial del río San Pedro, es atribuido principalmente a la actividad minera que desarrollan en las áreas aledañas a la corriente formadora de este río, concordando con lo reportado por (Claret *et al.* 2005) y (Orozco *et al.* 2008), quienes mencionaron que la concentración de los metales pesados se debe probablemente a la infiltración de lixiviados y el escurrimiento de los desechos de la basura, lo cual constituye una señal de alarma para poblaciones rurales que beben aguas de mala calidad.

Los resultados de la evaluación de la calidad bacteriológica en el caso de las aguas superficiales del lago de Zungarococha presentan valores fuera del límite permisible establecido en las normas de la calidad de agua, resultados que concuerdan con los reportados por (Orozco *et al*, 2008), quienes reportaron la presencia de bacterias del tipo coliformes al 100% en las aguas superficiales del río Pumpuapa en Chiapas, México. Asimismo, mencionaron que las altas concentraciones de coliformes se presentaron en las zonas de mayor actividad antropocéntrica.

En cuanto, a la calidad bacteriológica de las aguas de los pozos artesianos estarían cumpliendo con los límites máximos permisibles de la calidad de agua para consumo humano, pero en un 5% de las muestras analizadas se registraron valores superiores al límite establecido. Resultados similares fueron reportados por (Bettera *et al*, 2011), quienes, evaluaron la calidad bacteriológica del agua de pozo de la Villa María (Córdoba), Argentina, identificando un 46 % y 24 % de los tambos presentaron recuentos de aerobios mesófilos superiores a 500 UFC/ml en el agua de lavado y en el agua de pozo, respectivamente. Asimismo, aislaron en un 20 % a *Escherichia coli* en ambas fuentes de agua. *Pseudomonas aeruginosa* registró una alta frecuencia de aislamiento en el agua de pozo (36 %) y en la de lavado (42 %).

Sin embargo, en la calidad bacteriológica de los pozos rústicos, los valores de los Coliformes totales y Coliformes termotolerantes sobrepasaron los límites máximos permisibles, estos resultados concuerdan a lo reportado por (Gonzales *et al*. 2013), reportando que las muestras analizadas un 95,7 % (63)

de los pozos no cumplen con los requisitos establecidos en las normas CAPRE, considerando a las aguas de estos pozos de mala calidad para el consumo humano. Además, observó in situ las características de los pozos, donde el 95 % de los pozos se localizan junto a pilas para almacenar agua, baños y lavaderos, es decir, zonas que suele mantenerse encharcadas y facilitar la introducción de contaminantes por medio de filtración. El 70.3 % de las letrinas se encuentran a una distancia mayor o igual a 30 m del pozo. Aunque la distancia es adecuada, el 29 % de las letrinas están ubicadas en un terreno más alto que el pozo, esto podría ser una posible causa de contaminación. En 63.1 % de los pozos, el ganado llega a tomar agua a la pila próxima al pozo lo que implica que puede haber una elevada concentración de heces en el suelo cercano al pozo y en el 95 % de los pozos muestreados el agua es utilizada para todas las actividades de la casa (lavar ropa, regar, aseo personal, consumo, etc.), características similares observadas en este estudio.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- 1.- Los tres cuerpos de agua presentaron un pH ácido y el oxígeno disuelto se encontró por debajo de los límites máximos permisibles con valores de 1,52 mg/l, 2,35 mg/l y 0,25 mg/l.
- 2.- Los parámetros químicos de las aguas del lago, pozos artesianos y pozos rústicos del centro poblado de Zungarococha, reportaron valores cero de plomo, mercurio, cobre, zinc y arsénico.
- 3.- Las aguas superficiales del lago de Zungarococha presentaron valores de 24000NMP/100ml de coliformes totales y 12000NMP/100ml coliformes termotolerantes.
- 4.- El 5% de las aguas de los pozos artesianos presentaron valores de 2100 NMP/100ml de coliformes totales y 900 NMP/100ml para coliformes termotolerantes.
- 5.- El total de las aguas de los pozos rústicos, sobrepasaron los límites máximos permisibles establecida en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano con valores máximos de 15000 NMP/100ml para coliformes totales y 7500 NMP/100ml coliformes termotolerantes.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Realizar monitorios permanentes de la calidad de agua para uso recreativo y consumo humano a través de la Dirección General de Salud Ambiental.
2. Desarrollar programas de sensibilización y capacitación a la población de Zungarococha, respecto al cuidado y uso de las aguas superficiales y subterráneas, reforzando la educación ambiental, a través de talleres sobre la desinfección del agua, disposición de las excretas y mantenimiento de los pozos, en coordinación con la Dirección General de Salud Ambiental – Loreto. (DIGESA)

CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACION

- 1.- Montoya, Y.; Acosta, Y.,Zuluaga, E. 2011. Evaluación de la calidad del agua en el rio negro y sus principales tributarios empleando como indicadores ICA, el BMWP/COL y el ASPT. Revista Caldaria 33(1): 193 – 210.
- 2.- Torres, P.; Cruz, C. Patiño, P. 2009 Índice de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 8, N15 pp 79-94.
- 3.- Hurtado, B.J. 2007 Comparación de la Calidad Bacteriológica del agua de Pozos artesianos y rústicos con agua almacenada en las viviendas del caserío de Nina Rumi- Loreto. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- 4.- Cabrera, A. 2012. Metales Pesados en Sedimentos del Río Santiago y Tanque Tenorio y su efecto en el crecimiento de Frijol y Maiz. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniera Agroecóloga. Universidad Autónoma de San Luís de Potosí.
- 5.- Padilla, T.; García, N.; Pérez, W.; 2010. Caracterización físico- química y bacteriológica, en dos épocas del año, de la subcuenca del río Cabaab, Guatemala. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol.19, N° 3.
- 6.- Cuevas, E.; Pacheco, J.; Cabrera, A.; Coronado, V.; Vásquez, J.; Comas, M. 2000. Calidad química y bacteriológica del agua subterránea en el principal campo de pozos para el abastecimiento de Mérida, Yucatán, Universidad Autónoma de México.

- 7.- Picone, L.; Adreoli, Y.; Costa, J.; Aparicio, V.; Crespo, L.; Nannini, J.; Tambasio, W. 2003. Evaluación de nitratos y bacterias coliformes en pozos de la cuenca alta del arroyo Pantanoso, Buenos Aires. Revista de Investigaciones Agropecuarias, abril, año/vol.32, número 001. Buenos Aires, Argentina. pp.99 - 110.
- 8.- Gómez, A; Villalba, A; Acosta, G; Castañeda, M; Kamp, D. 2004. Metales Pesados en el Agua Superficial del Río San Pedro Durante 1997 y 1999. Rev. Int. Contam. Ambient. 20 (1) 5-12.
- 9.- Claret, M.; Urrutia, R.; Abarzua, M.; Pérez, Palacios, M. 2005. Estudio de la contaminación en agua de pozo destinada a consumo humano y su expresión espacial en el secano mediterráneo de Chile.
- 10.-Gonzales, O.; Aguirre, J.; Saugar, G.; Orozco, L.; Alvarez.; Palacios, K.; Guevara, O. 2007. Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. Universitas. Volumen 1, Año 1, 2007, pp. 7 -13.
- 11.-De la Cruz, A. 2008. Evaluación de la Calidad Físico – Química y Microbiológica de la Cuenca del Rio la Villa, Peninsula de Azuero. Trabajo de Investigación. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología. Universidad de Panamá.
- 12.- Doménech- Sánchez, A., F. Olea y C.I. Berrocal, 2008. Infecciones Relacionadas con las Aguas de Recreo, Enferm. Infecc. Microbiol. Clín.: 26(13), 32-37
- 13.-Orozco, C.; Ramírez, F.; Cruz, J. 2008. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos en la Costa de Chiapas (México). Hig. Sanid. Ambient. 8: 348-354.

- 14.-Murillo, H. L. (2008). Determinación de la Calidad Fisicoquímica y Bacteriológica del Agua en el Manantial el Tembladero del Municipio de Panchimalco Departamento de San Salvador. Trabajo de Graduación para Optar al Grado de Licenciatura en Química y Farmacia. Universidad de El Salvador.
- 15.-Mago, Y. 2009. Concentración de algunos metales pesados, Cu, Pb; Cr, Cd, FE, Zn, y Mn; en las aguas superficiales de la zona costera adyacente a la ciudad de Cumana. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de licenciado en Biología. Escuela de Ciencias del Departamento de Biología de la Universidad de Oriente, Venezuela.
- 16.-Valderrama, R; Ramírez, E; Ayala, R.; Duran, A.; Sainz, M.; Martínez.; Martínez, B.; Gonzales, M. 2010. Calidad del agua de tres pozos de la zona centro del acuífero, Cuautla – Yautepec, Morelos, México. *Biocyt.* 3(11):159-175.
- 17- Romero, S.; García, J.; Valdez, B.; Vega, M.; 2010. Calidad del Agua para Actividades Recreativas del Rio Hardy en la región Fronteriza México- Estados Unidos. *Revista de Información Tecnológica* Vol 21(5), 69 -78.
- 18.-Padilla, T. García, N. Pérez, W. 2010 Caracterización físico – química y bacteriológica, en dos épocas del año. D ela subcuenca del rio Quiscab, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol 19, N° 3
- 19.-Bettera, S.; Dieser, S.; Vissio, C.; Geuna, G.; Diaz, C.; Larriestra, A.; Odierno, L.; Frigerio, C. 2011. Calidad microbiológica del agua utilizada en establecimientos lecheros de la zona de Villa María (Córdoba). *Revista Argentina de Microbiología* 43: 111-114

- 20.-Hernández, J.; Espinoza, Y.; 2011. Calidad del agua de riego y parámetros microbiológicos y químicos del suelo de la zona agrícola de Barbacoas, estado de Aragua. Rev. Fac. Agron. (UCV) 37 (1): 1 – 10.
- 21.-Guzmán, G; Thalasso, F; Ramírez, E; Rodríguez, S; Guerrero, A; Avelar, F. 2011. Evaluación Espacio – Temporal de la Calidad del Agua del Río San Pedro en el Estado de Aguascalientes, México. Rev. Int. Contm. Ambie. 27 (2) 89-102.
- 22.-Elordi, M.; Digirónimo, M.; Porta, A. 2012. Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas de los arroyos las Piedras y San Francisco considerando el nivel de cobertura sanitaria de la población adyacente. 7mo. Congreso de Medio Ambiente. La Plata. Argentina.
- 23.-Jiménez, D. 2012. Cuantificación de metales pesados (Cadmio, Cromo, Níquel y Plomo) en agua superficial, sedimentos y organismo (*Crassostrea columbiensis*) Ostión de Mangle en el puente Portete del estero salado (Guayaquil). Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Escuelas de Biología.
- 24.-Raffo, E. 2013. Tratado del agua y la legislación peruana. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial 16(2): 106-117 (2013) UNMSM.
- 25.-Robles, E.; Ramírez, E.; Duran, A.; Martínez, M.; Gonzales, M. 2013. Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo- Axochaipan, Morelo, Mexico. Avances en Ciencias e Ingeniería: 4(1), 19 -28.
- 26.-Atencio, R; Reyes, J; Guevara, J. 2013. Evaluación de Riesgo Ambiental en un Tiradero con quema de Basura. Rev. Int. Contam. Ambie. 29 (Sup. 3) 107-117.
- 27.-Rojas, R. Organización Panamericana de la Salud. Guía de Muestreo. 2004. CEPIS/OPS- Lima- Perú.

28. - American Public Health Association (Apha), American Water ...association and Water Pollution Control Federation. (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed.; Washington, D.C. USA. Parte 9000.
29. - El Peruano. (2010). Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Normas Legales. Perú. Decreto Supremo N° 002 – 2008- MINAN.
- 30.-Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.

ANEXOS

ANEXO 1: Tabla del Número Más Probable (NMP)

Número más probable (NMP) y límites de confianza al 95% para las diversas combinaciones de tubos positivos (3 o 5 tubos por dilución), cuando las diluciones elegidas corresponden a inóculo de siembra de 10 ml, 1ml y 0.1 ml.						
COMBINACION DE TUBOS	Numero de Tubos Sembrados por Dilución					
	Límites de confianza			Límites de confianza		
	3			5		
	Límites de Confianza			Límites de Confianza		
	95%			95%		
	NMP /ml	Inf.	Sup.	NMP		
0 - 0 - 0	0.03			0.02		
0 - 0 - 1	0.03	0.005	0.09	0.02	0.005	0.07
0 - 1 - 0	0.03	0.005	0.13	0.02	0.005	0.07
0 - 2 - 0				0.04	0.005	0.11
1 - 0 - 0	0.04	0.005	0.2	0.02	0.005	0.07
1 - 0 - 1	0.07	0.01	0.21	0.04	0.005	0.11
1 - 1 - 0	0.07	0.01	0.23	0.04	0.005	0.11
1 - 1 - 1	0.11	0.03	0.36	0.06	0.005	0.15
1 - 2 - 0	0.11	0.03	0.36	0.06	0.005	0.15
2 - 0 - 0	0.09	0.01	0.36	0.05	0.005	0.13
2 - 0 - 1	0.14	0.03	0.37	0.07	0.01	0.17
2 - 1 - 0	0.15	0.03	0.44	0.07	0.01	0.17
2 - 1 - 1	0.2	0.07	0.89	0.09	0.02	0.21
2 - 2 - 0	0.21	0.04	0.47	0.09	0.02	0.21
2 - 2 - 1	0.28	0.10	1.50			
2 - 3 - 0				0.12	0.03	0.28
3 - 0 - 0	0.23	0.04	1.20	0.08	0.01	0.19
3 - 0 - 1	0.39	0.07	1.30	0.11	0.02	0.25
3 - 0 - 2	0.64	0.15	3.80			
3 - 1 - 0	0.43	0.07	2.10	0.11	0.02	0.25
3 - 1 - 1	0.75	0.14	2.30	0.14	0.04	0.34
3 - 1 - 2	1.2	0.3	3.80			
3 - 2 - 0	0.93	0.15	3.80	0.14	0.04	0.34
3 - 2 - 1	1.5	0.30	4.40	0.17	0.05	0.46
3 - 2 - 2	2.1	0.35	4.70			
3 - 3 - 0	2.4	0.36	13.0			
3 - 3 - 1	4.6	0.71	24.0			
3 - 3 - 2	11	1.50	48.0			
3 - 3 - 3	24					

ANEXO 2: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

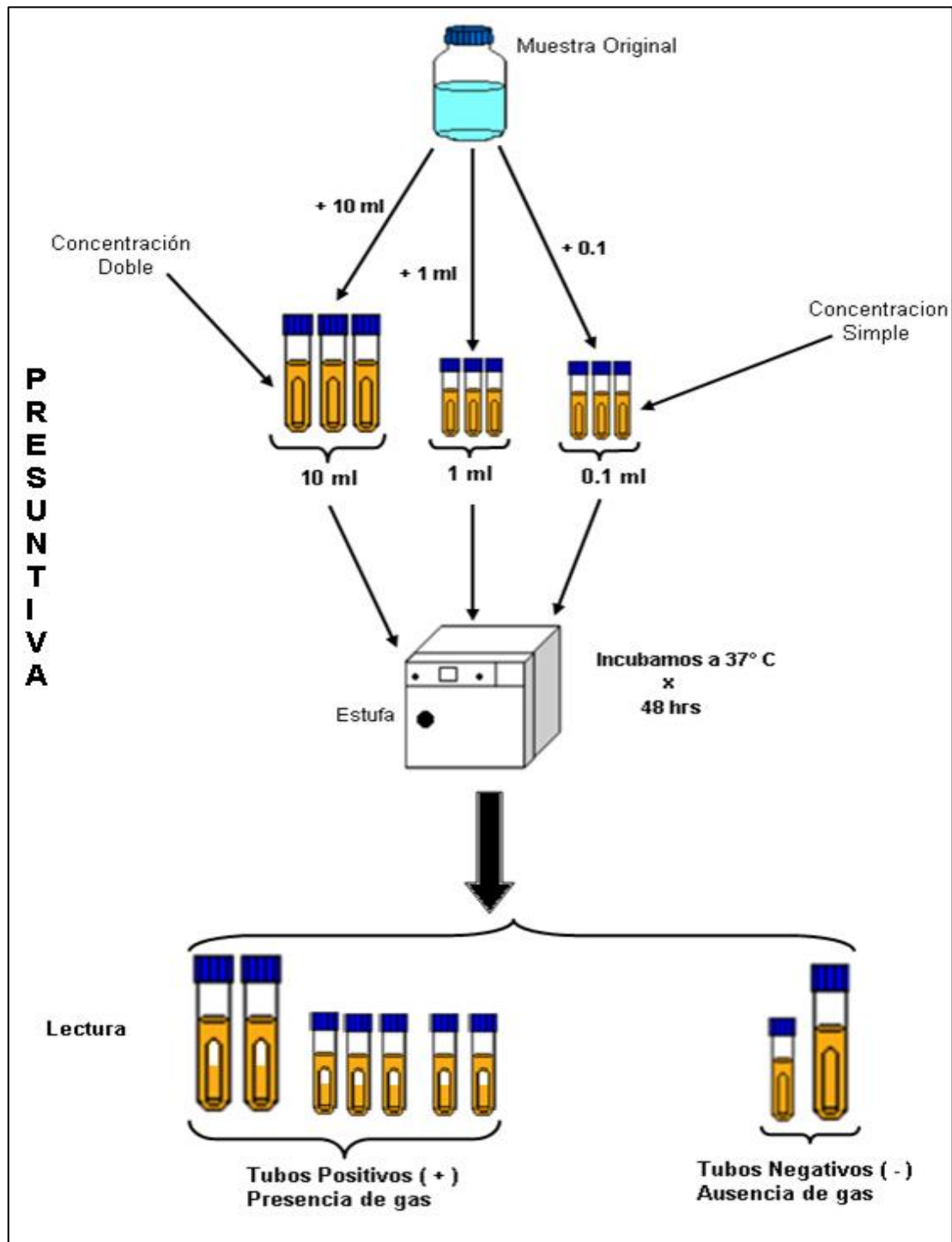
UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Ministerio de Salud: DS N° 031-2010-SA.

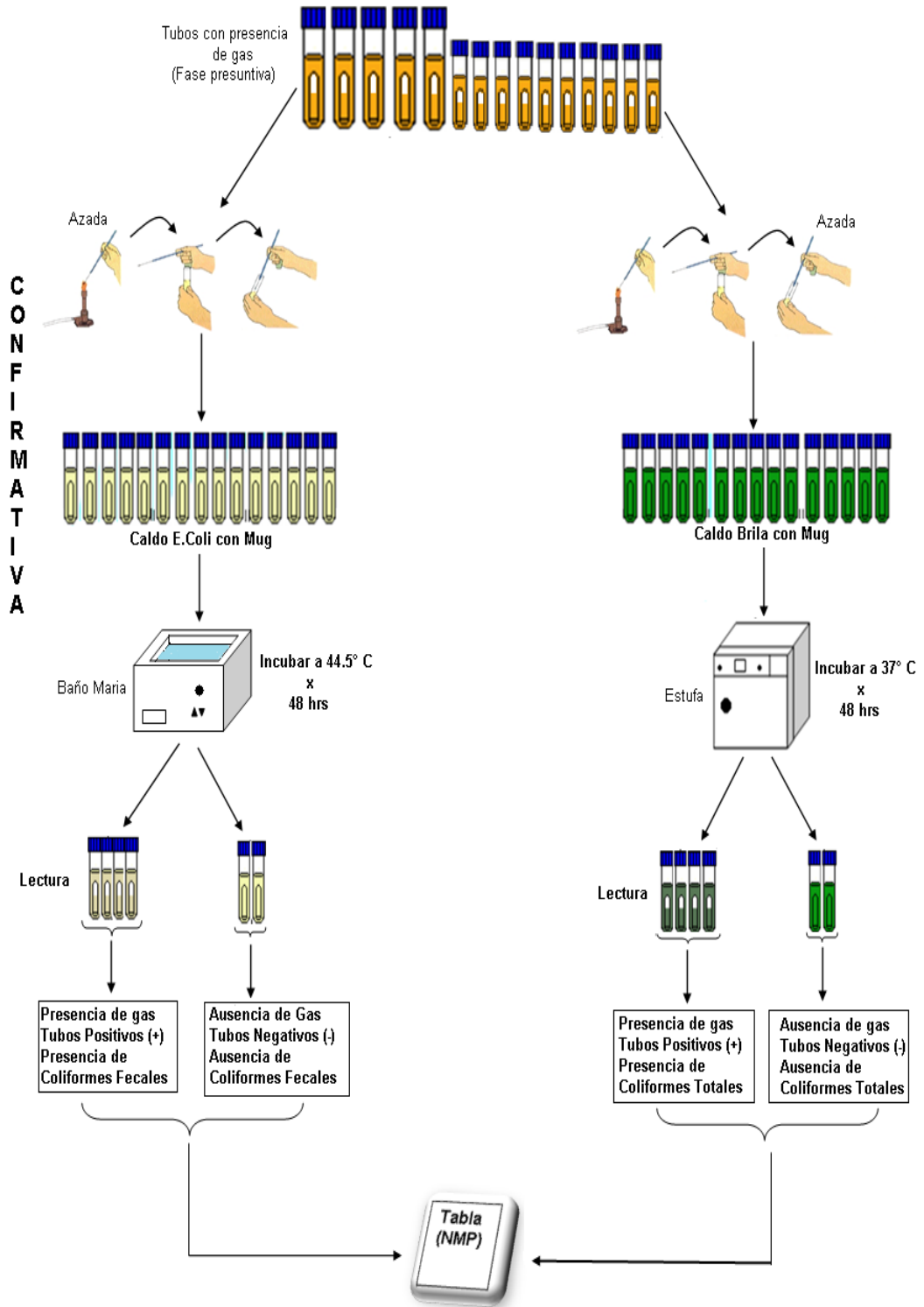
ANEXO 3: Método del Número Más Probable (NMP)

Fase Presuntiva



ANEXO 4: Método del Número Más Probable (NMP)

Fase Confirmativa



ANEXO 5: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

El Peruano
Lima, jueves 31 de julio de 2008

 **NORMAS LEGALES**

377223

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno – 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno – 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno – 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xileno – 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzopireno – 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Tdiclorobenzenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Metilón	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofos (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Peratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*:						
Aldrin – 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin – 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000058	0,000058	*	**	**
Endrin – 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro – 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenílicos Totales (PCBs)						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Miliones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0	200	200	**
Escherichiacoli	NMP/100 mL	0	0	200	Ausencia	Ausencia
Formas persistentes	Organismo/Litro	0	0	0	0	0
Giardiaintestinalis	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
ShigellaCholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL. Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

El presente documento es propiedad del Ministerio del Ambiente y no puede ser reproducido sin el consentimiento expreso de este.

ANEXO 6: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	--	Aceptable
2. Sabor	--	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L^{-1}	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeso	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Ministerio de Salud: DS N° 031-2010-SA.

ANEXO7: Acondicionamiento de Cadmio y Plomo.

M1

Metalyser Referencia - Cd, Pb

Equipamiento

Metalyser

Solución acondicionadora M1&4

Solución Standard M1

Bolsas de Buffer M1 (1x M1a & 1x M1b)

Electrodo de Conteo

Electrodo de Trabajo-WE1

Electrodo de Referencia

Botella de Enjuague (Agua des-ionizada)

Cubilete para Análisis de muestras (SAB)

Micropipeta (Volumen predeterminado a 280 µl)

Puntera para Micropipeta (Descartable)

Kit para pulir el electrodo

Paso 1 : Instalación del Equipo

Conecte el cable de la Sonda al Metalyser mediante el conector de giro seguro

Durante el análisis es posible fijar el cable de Sonda al maletín de transporte usando los seguros y la abrazadera suministrada

Nota: Compruebe si los electrodos están correctamente insertados en el cabezal de la Sonda. Esto se comprueba por las marcas al lado de los conectores

Cuidadosamente retire la tapa protectora del Electrodo de referencia

Paso 2: Acondicionamiento Cd, Pb

Para hacerlo al comienzo de cada sesión y repetirlo cuando la sensibilidad disminuye

Limpie la punta del Electrodo de Trabajo WE1. Para hacer un acabado de "espejo liso"

Aplique unas gotas de agua des-ionizada al WE1. Usando la botella de enjuague suministrada

Tome el cubilete de análisis (SAB) y llénalo con suficiente Solución Acondicionadora M1 para sumergir las puntas de los electrodos.

Enrosque el cubilete SAB al cabezal de la Sonda. Lo ideal es que los conectores negros no deberían sumergirse

En el instrumento, usando la palanca de navegación seleccione "Método de Prueba" luego "Acondicionamiento M1" luego "Electrodo de Acondicionamiento". El agitador empezará a trabajar.

Una vez finalizado el programa elegir <OK> y luego presione el Botón <->. **Retire el SAB y retorne el sobrante de la Solución Acondicionadora a la botella para un próximo uso.**

Enjuague los electrodos con el agua de muestra o des-ionizada para retirar cualquier residuo de la solución acondicionadora.

Nota: El revestimiento de la punta del electrodo debe ser color amarillo/oro. Tenga cuidado en no limpiar físicamente la superficie del electrodo. Si la superficie no es amarillo/oro, limpie la superficie y repita el Paso 2. La mejor práctica para garantizar la punta del electrodo es mantenerla húmeda después del acondicionamiento.

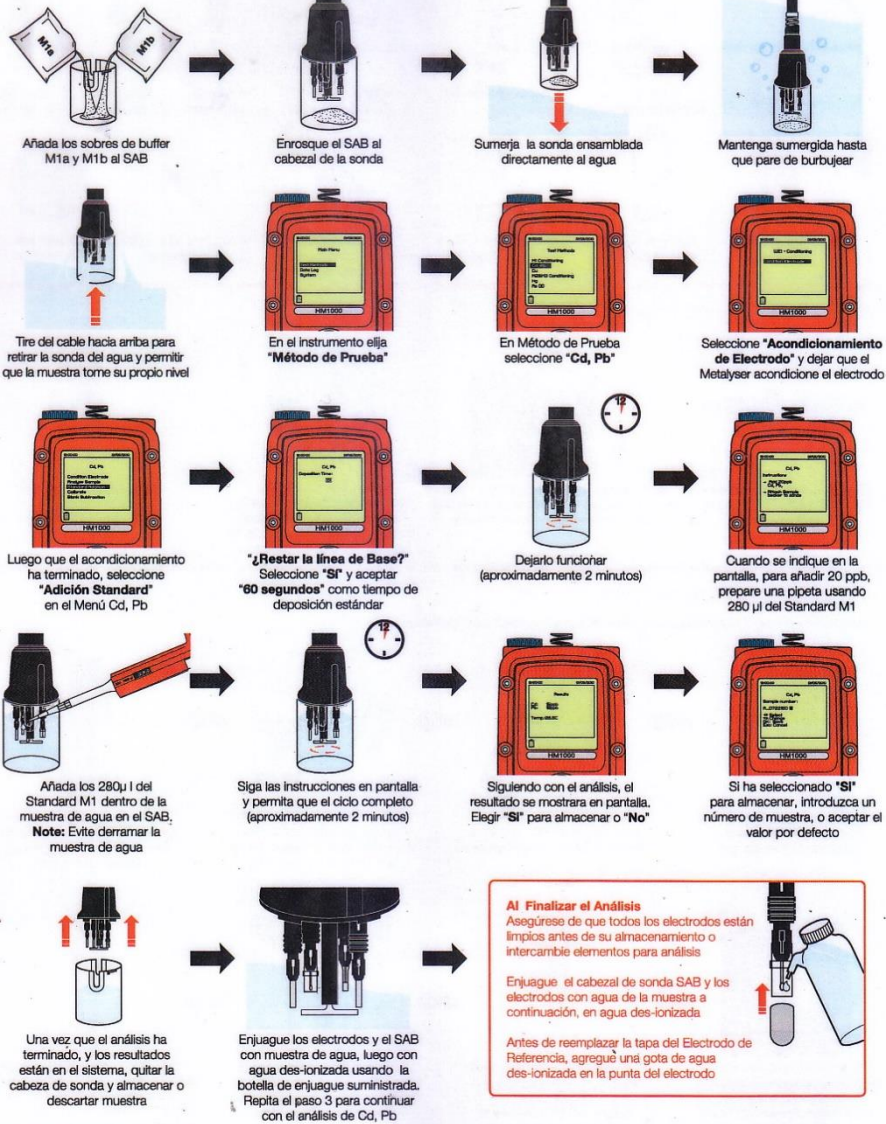
M1

Metalyser Referencia - Cd, Pb

Trace₂


Paso 3: Análisis Cd, Pb

Sólo comenzar si el procedimiento de acondicionamiento de Cd, Pb ha sido completado con éxito el Paso 2.




Si usted tiene alguna pregunta con respecto a la operación del Metalyser, por favor contacte a su agente local en el país o por e-mail: sales@trace2o.com

ANEXO 8: Acondicionamiento de Arsénico.




Trace₂


Equipamiento




Metalyser




Solución acondicionadora M2&3




Solución Standard M3




Bolsas de Buffer M3




Electrodo de Conteo




Electrodo de Trabajo-WE2




Electrodo de Referencia




Botella de Enjuague (Agua des-ionizada)




Cubilete para Análisis de muestras (SAB)



Micropipeta (Volumen predeterminado a 280 µl)




Puntera para Micropipeta (Descartable)




Kit para pulir el electrodo


Paso 1 : Instalación del Equipo




Conecte el cable de la Sonda al Metalyser mediante el conector de giro seguro



Durante el análisis es posible fijar el cable de Sonda al maletín de transporte usando los seguros y la abrazadera suministrada




Nota: Compruebe si los electrodos están correctamente insertados en el cabezal de la Sonda. Esto se comprueba por las marcas al lado de los conectores



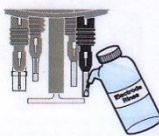
Cuidadosamente retire la tapa protectora del Electrodo de referencia

Paso 2: Acondicionamiento As


Para hacerlo al comienzo de cada sesión y repetirlo cuando la sensibilidad disminuye




Limpie la punta del Electrodo de Trabajo WE2. Para hacer un acabado de "espejo liso"




Aplique unas gotas de agua des-ionizada al WE2. Usando la botella de enjuague suministrada




Tome el cubilete de análisis (SAB) y llénalo con suficiente Solución Acondicionadora M2 para sumergir las puntas de los electrodos.



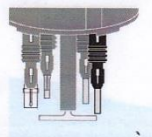
Enrosque el cubilete SAB al cabezal de la Sonda. Lo ideal es que los conectores negros no deberían sumergirse




En el instrumento, usando la palanca de navegación seleccione "Método de Prueba" luego "Acondicionamiento M3" luego "Electrodo de Acondicionamiento". El agitador empezará a trabajar.



Una vez finalizado el programa elegir <OK> y luego presione el Botón <>. **Retire el SAB y retorne el sobrante de la Solución Acondicionadora a la botella para un próximo uso.**



Enjuague los electrodos con el agua de muestra o des-ionizada para retirar cualquier residuo de la solución acondicionadora.



Nota: El revestimiento de la punta del electrodo debe ser color amarillo/oro. Tenga cuidado en no limpiar físicamente la superficie del electrodo. Si la superficie no es amarillo/oro, limpie la superficie y repita el Paso 2. La mejor práctica para garantizar la punta del electrodo es mantenerla húmeda después del acondicionamiento.

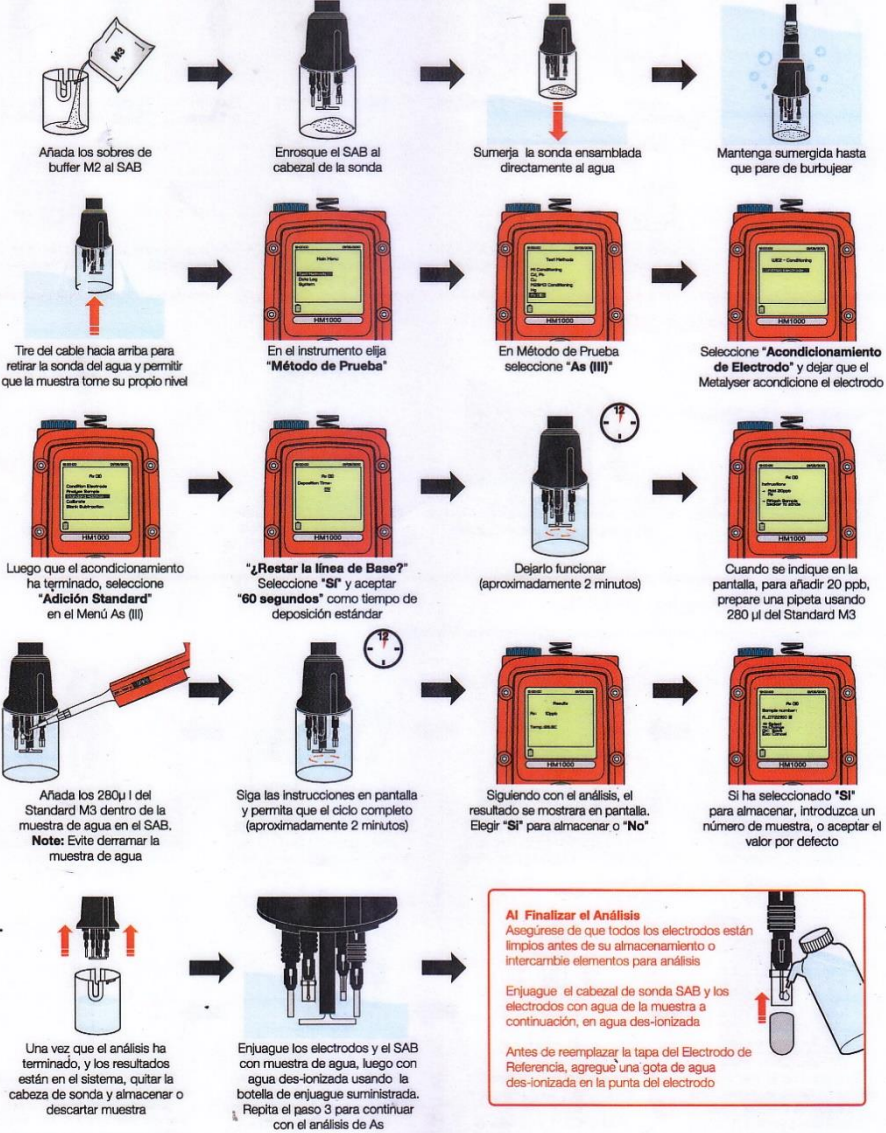
M3

Metalyser Referencia - As

Trace₂^o

Paso 3: Análisis As

Sólo comenzar si el procedimiento de acondicionamiento de As ha sido completado con éxito el Paso 2.



Si usted tiene alguna pregunta con respecto a la operación del Metalyser, por favor contacte a su agente local en el país o por e-mail: sales@trace2o.com

ANEXO 9: Acondicionamiento de Mercurio.



Metalyser Referencia - Hg



Equipamiento



Metalyser



Solución acondicionadora M2&3



Solución Standard M2



Boisas de Buffer M2



Electrodo de Corte



Electrodo de Trabajo-WE2



Electrodo de Referencia



Botella de Enjuague (Agua des-ionizada)



Cubilete para Análisis de muestras (SAB)



Micropipeta (Volumen predeterminado a 280 µl)



Puntera para Micropipeta (Descartable)



Kit para pulir el electrodo

Paso 1 : Instalación del Equipo



Conecte el cable de la Sonda al Metalyser mediante el conector de giro seguro



Durante el análisis es posible fijar el cable de Sonda al maletín de transporte usando los seguros y la abrazadera suministrada.



Nota: Compruebe si los electrodos están correctamente insertados en el cabezal de la Sonda. Esto se comprueba por las marcas al lado de los conectores



Cuidadosamente retire la tapa protectora del Electrodo de referencia

Paso 2: Acondicionamiento Hg

Para hacerlo al comienzo de cada sesión y repetirlo cuando la sensibilidad disminuye



Limpie la punta del Electrodo de Trabajo WE2. Para hacer un acabado de "espejo liso"



Aplique unas gotas de agua des-ionizada al WE2. Usando la botella de enjuague suministrada



Tome el cubilete de análisis (SAB) y llenarlo con suficiente Solución Acondicionadora M2 para sumergir las puntas de los electrodos.



Enrosca el cubilete SAB al cabezal de la Sonda. Lo ideal es que los conectores negros no deberían sumergirse



En el instrumento, usando la palanca de navegación seleccione "Método de Prueba" luego "Acondicionamiento M2" luego "Electrodo de Acondicionamiento". El agitador empezará a trabajar.



Una vez finalizado el programa elegir <OK> y luego presione el Botón <X>. **Retire el SAB y retorne el sobrante de la Solución Acondicionadora a la botella para un próximo uso.**



Enjuague los electrodos con el agua de muestra o des-ionizada para retirar cualquier residuo de la solución acondicionadora.



Nota: El revestimiento de la punta del electrodo debe ser color amarillo/oro. Tenga cuidado en no limpiar físicamente la superficie del electrodo. Si la superficie no es amarillo/oro, limpie la superficie y repita el Paso 2. La mejor práctica para garantizar la punta del electrodo es mantenerla húmeda después del acondicionamiento.

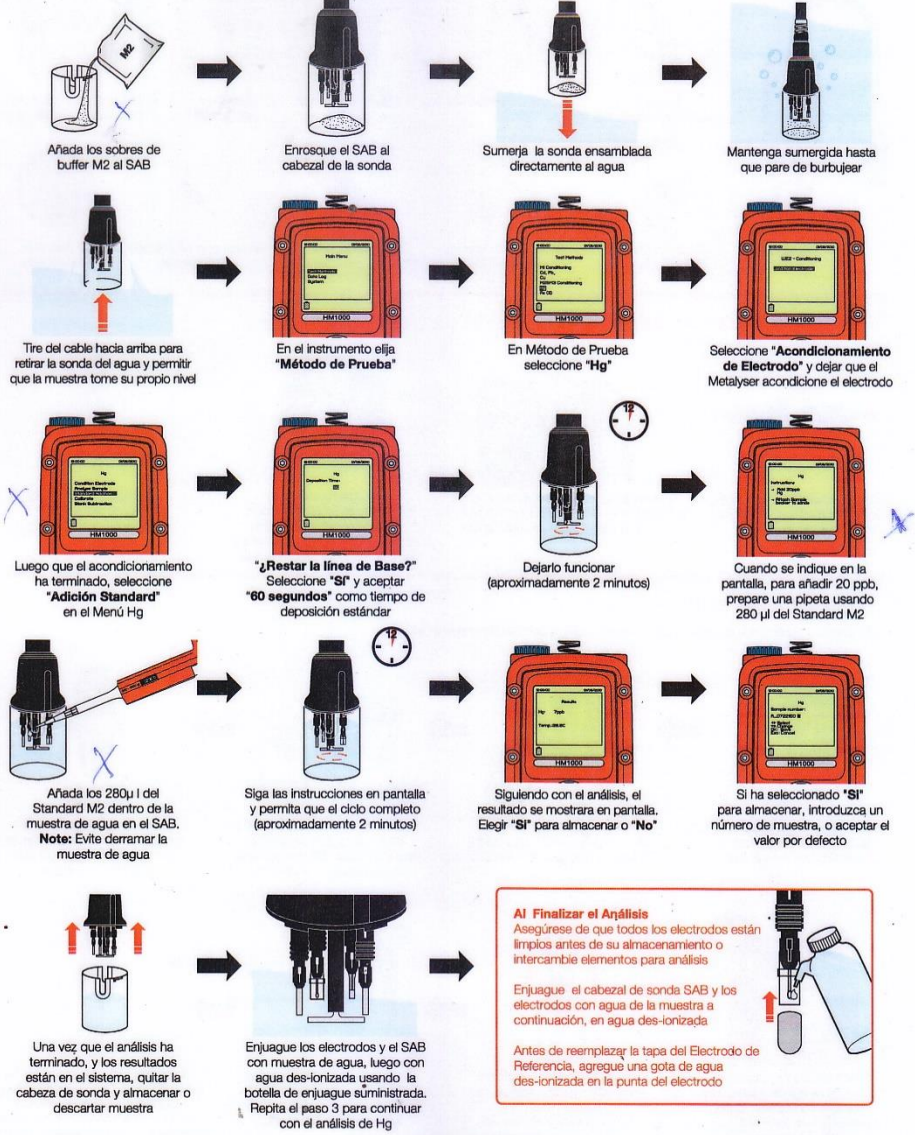
M2

Metalyser Referencia - Hg

Trace₂

Paso 3: Análisis Hg

Sólo comenzar si el procedimiento de acondicionamiento de Hg ha sido completado con éxito el Paso 2.



Si usted tiene alguna pregunta con respecto a la operación del Metalyser, por favor contacte a su agente local en el país o por e-mail: sales@trace2o.com

ANEXO 10: Acondicionamiento de Cobre.





M4
Metalyser Referencia - Cu

Equipamiento



Metalyser



Solución acondicionadora M1&4



Solución Standard M4



Bolsas de Buffer M1
(1x M1a & 1x M1b)



Electrodo de Conteo



Electrodo de Trabajo-WE1



Electrodo de Referencia



Botella de Enjuague
(Agua des-ionizada)



Cubilete para Análisis
de muestras (SAB)



Micropipeta
(Volumen predeterminado
a 280 µl)



Puntera para Micropipeta
(Descartable)



Kit para pulir
el electrodo

Paso 1 : Instalación del Equipo



Conecte el cable de la Sonda al Metalyser mediante el conector de giro seguro



Durante el análisis es posible fijar el cable de Sonda al maletín de transporte usando los seguros y la abrazadera suministrada



Nota: Compruebe si los electrodos están correctamente insertados en el cabezal de la Sonda. Esto se comprueba por las marcas al lado de los conectores



Cuidadosamente retire la tapa protectora del Electrodo de referencia

Paso 2: Acondicionamiento Cu

Para hacerlo al comienzo de cada sesión y repetirlo cuando la sensibilidad disminuye



Limpie la punta del Electrodo de Trabajo WE1. Para hacer un acabado de "espejo liso"



Aplique unas gotas de agua des-ionizada al WE1. Usando la botella de enjuague suministrada



Tome el cubilete de análisis (SAB) y llénalo con suficiente Solución Acondicionadora M4 para sumergir las puntas de los electrodos.



Enrosca el cubilete SAB al cabezal de la Sonda. Lo ideal es que los conectores negros no deberían sumergirse



En el instrumento, usando la palanca de navegación seleccione "Método de Prueba" luego "Acondicionamiento M4" luego "Electrodo de Acondicionamiento". El agitador empezará a trabajar.



Una vez finalizado el programa elegir <OK> y luego presione el Botón <X>. Retire el SAB y retorne el sobrante de la Solución Acondicionadora a la botella para un próximo uso.



Enjuague los electrodos con el agua de muestra o des-ionizada para retirar cualquier residuo de la solución acondicionadora.



Nota: El revestimiento de la punta del electrodo debe ser color amarillo/oro. Tenga cuidado en no limpiar físicamente la superficie del electrodo. Si la superficie no es amarillo/oro, limpie la superficie y repita el Paso 2. La mejor práctica para garantizar la punta del electrodo es mantenerla húmeda después del acondicionamiento.

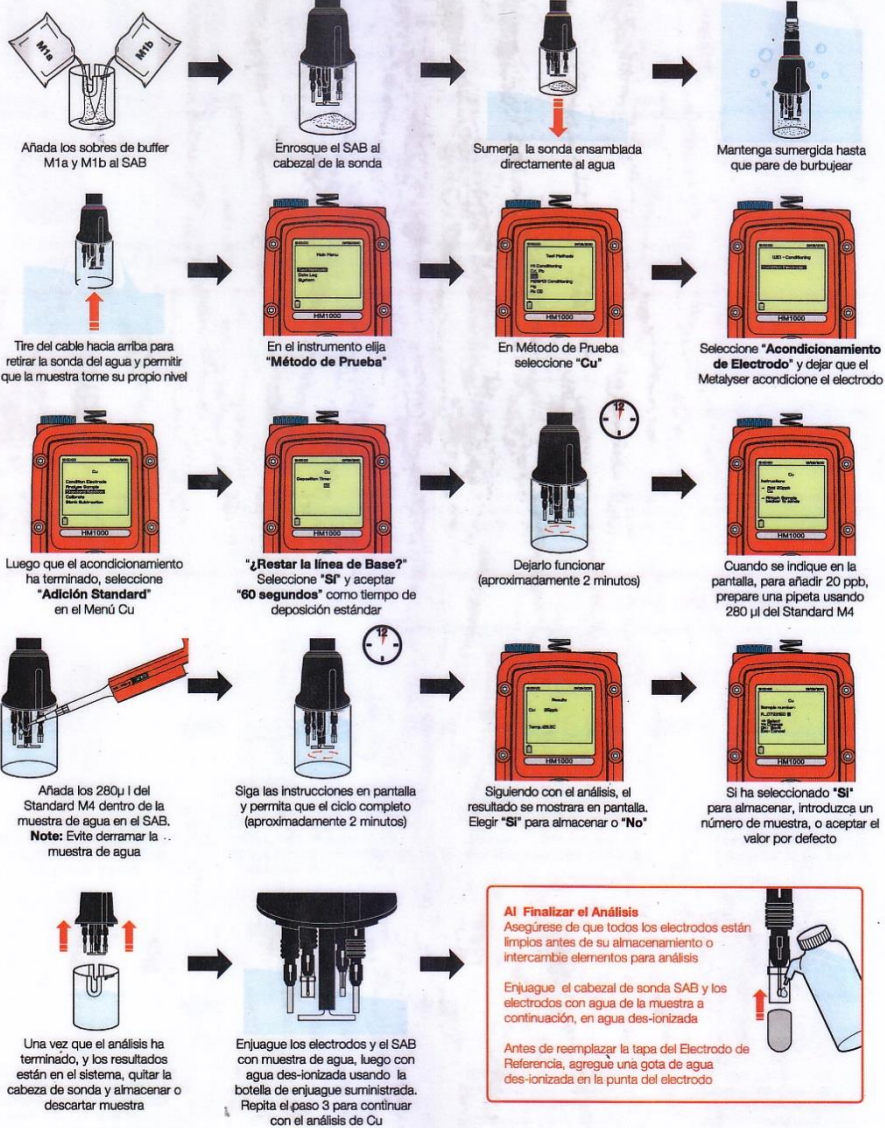
M4

Metalyser Referencia - Cu

Trace₂0

Paso 3: Análisis Cu

Sólo comenzar si el procedimiento de acondicionamiento de Cu ha sido completado con éxito el Paso 2.



Si usted tiene alguna pregunta con respecto a la operación del Metalyser, por favor contacte a su agente local en el país o por e-mail: sales@trace20.com

ANEXO 11: Acondicionamiento de Zinc.



Metalyser Referencia - Zn

Trace₂

Equipamiento



Metalyser



Solución acondicionadora M1&4



Solución Standard M5



Bolsas de Buffer M1 (1x M1a & 1x M1b)



Electrodo de Corte



Electrodo de Trabajo-WE1



Electrodo de Referencia



Botella de Enjuague (Agua des-ionizada)



Cubilete para Análisis de muestras (SAB)



Micropipeta (Volumen predeterminado a 280 µl)



Puntera para Micropipeta (Descartable)



Kit para pulir el electrodo

Paso 1 : Instalación del Equipo



Conecte el cable de la Sonda al Metalyser mediante el conector de giro seguro



Durante el análisis es posible fijar el cable de Sonda al maletín de transporte usando los seguros y la abrazadera suministrada



Nota: Compruebe si los electrodos están correctamente insertados en el cabezal de la Sonda. Esto se comprueba por las marcas al lado de los conectores



Cuidadosamente retire la tapa protectora del Electrodo de referencia

Paso 2: Acondicionamiento Zn

Para hacerlo al comienzo de cada sesión y repetirlo cuando la sensibilidad disminuye



Limpie la punta del Electrodo de Trabajo WE1. Para hacer un acabado de "espejo liso"



Aplique unas gotas de agua des-ionizada al WE1. Usando la botella de enjuague suministrada



Tome el cubilete de análisis (SAB) y llénelo con suficiente Solución Acondicionadora M1&4 para sumergir las puntas de los electrodos.



Enrosque el cubilete SAB al cabezal de la Sonda. Lo ideal es que los conectores negros no deberían sumergirse



En el instrumento, usando la palanca de navegación seleccione "Método de Prueba" luego "Acondicionamiento M1&4" luego "Electrodo de Acondicionamiento". El agitador empezará a trabajar.



Una vez finalizado el programa elegir <OK> y luego presione el Botón <>. Retire el SAB y retorne el sobrante de la Solución Acondicionadora a la botella para un próximo uso.



Enjuague los electrodos con el agua de muestra o des-ionizada para retirar cualquier residuo de la solución acondicionadora.



Nota: El revestimiento de la punta del electrodo debe ser color amarillo/oro. Tenga cuidado en no limpiar físicamente la superficie del electrodo. Si la superficie no es amarillo/oro, limpie la superficie y repita el Paso 2. La mejor práctica para garantizar la punta del electrodo es mantenerla húmeda después del acondicionamiento.

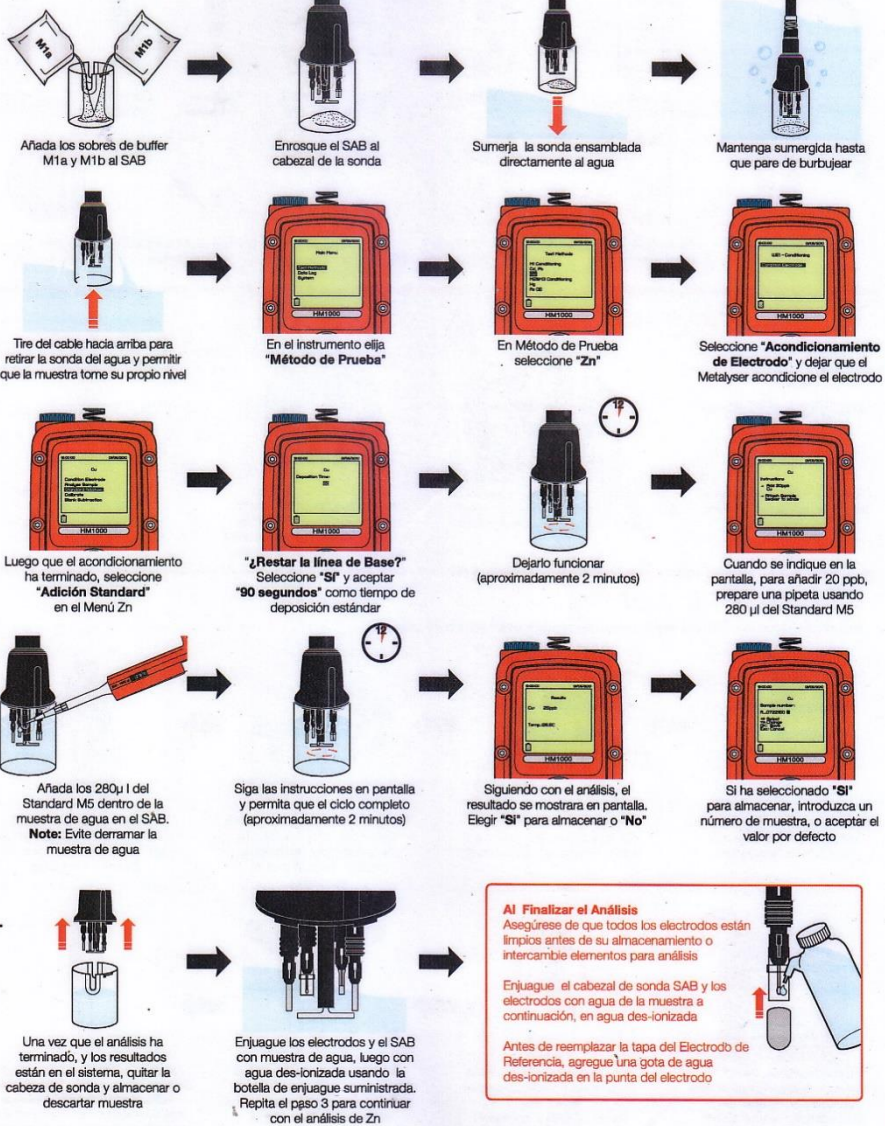
M5

Metalyser Referencia - Zn

Trace₂

Paso 3: Análisis Zn

Sólo comenzar si el procedimiento de acondicionamiento de Zn ha sido completado con éxito el Paso 2.



Si usted tiene alguna pregunta con respecto a la operación del Metalyser, por favor contacte a su agente local en el país o por e-mail: sales@trace2o.com

FOTOS

MUESTREO DE AGUA DE POZOS ARTESIANOS Y POZOS RÚSTICOS DE
LA COMUNIDAD DE ZUNGAROCOCHA

FOTO 1: Comunidad de Zungarococha



FOTO 2: Lago de Zungarocoha



FOTO 3: Pozo artesiano



FOTO 4: Pozo rústico



FOTO 5: Identificación Presuntiva

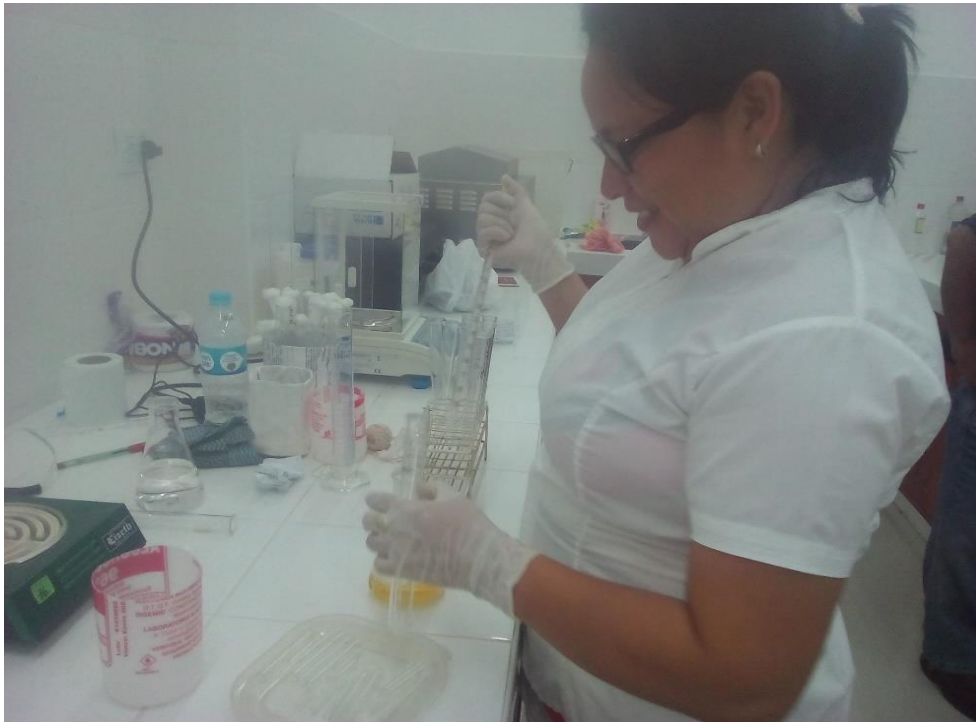


FOTO 6: Identificación confirmativa (Caldo E coli)

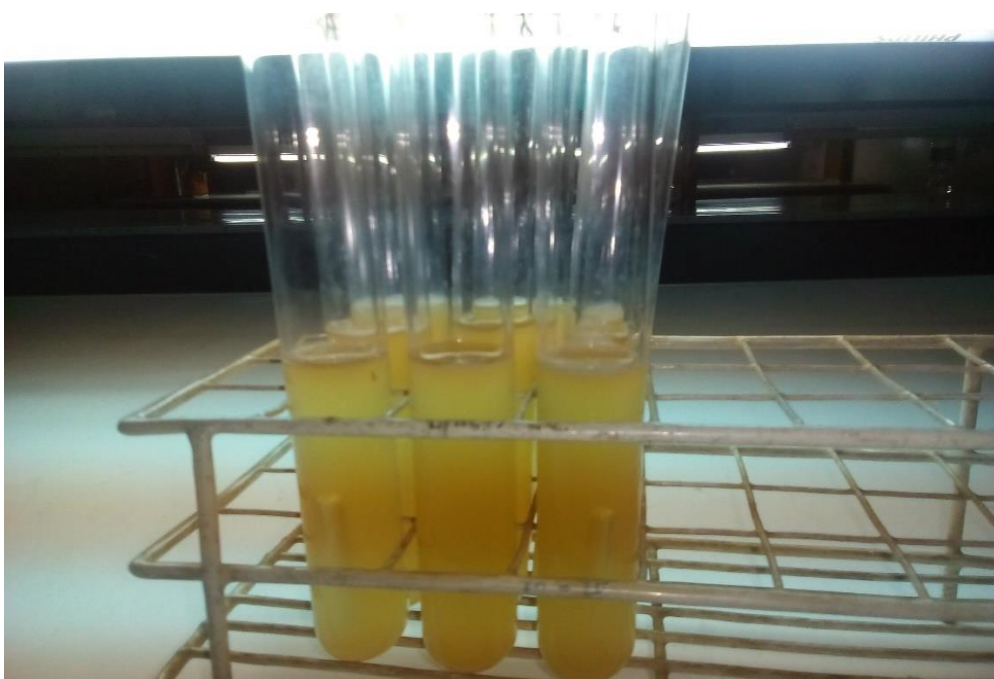


FOTO 7: Identificación confirmativa. Caldo Brila

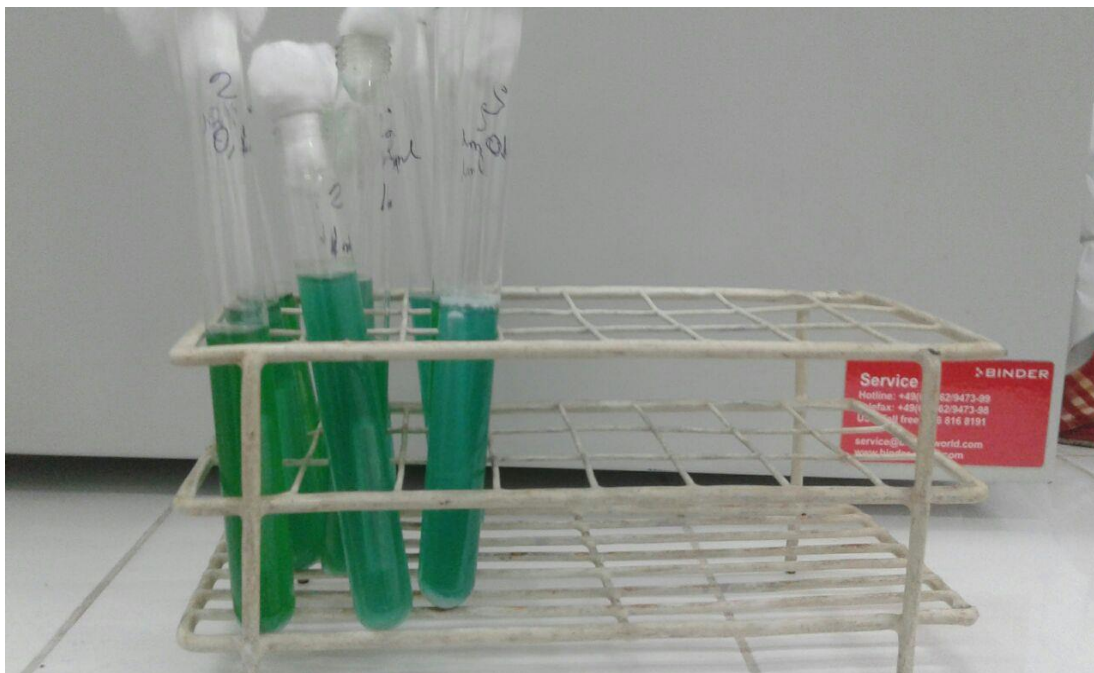


FOTO 8: Multiparámetro Hanna



FOTO 9: Muestra aleatoria del Lago Zungarococha

