

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del
agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019**

TESIS

**Para optar el título profesional de Ingeniero Forestal y del Medio
Ambiente**

Autor:

Br. Antoni Patric Cherres Seminario

Tumbes, 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Mg. López Celi Alduvar Nectali (Presidente)

Mg. Herrera Palacios Eber L. (Secretario)

Mg. Silva Chávez José A. (Vocal)

Tumbes, 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

Br. Cherres Seminario Antoni Patric (Autor)

Dr. Cruz Cerro Gerardo J.F. (Asesor)

Ing. Rimaycuna Ramírez Jhon (Co-Asesor)

Tumbes, 2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE
CAMPUS UNIVERSITARIO S/N "LA CRUZ"
SECRETARIA ACADEMICA
TUMBES - PERU**



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

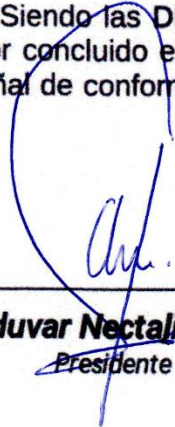
En Tumbes, a los (06) días del mes de agosto de dos mil veinte, se reunieron de manera virtual, en la plataforma <https://meet.google.com/nzs-gmox-yty>, los integrantes del jurado designados, según Resolución Decanal N°067-2019/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (11-07-2019) y con Aprobación del Proyecto de Tesis, según Resolución Decanal N°091-2019/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (09-09-2019); con el objetivo de evaluar la sustentación de la tesis denominada: "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICO-QUIMICA Y MICROBIOLOGICA DEL AGUA POTABLE PROCEDENTE DE FUENTE SUPERFICIAL - TUMBES - 2019", para optar e Título de Ingeniero Forestal y del Medio Ambiente. **Cuyo Asesor de la mencionada tesis es el Dr. GERARDO JUAN FRANCISCO CRUZ CERRO.**

A las DIECIOCHO (18) horas con CERO (00) Minutos y, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del jurado dio por iniciado el acto.

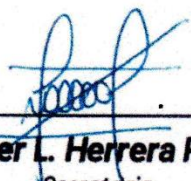
Luego de la exposición del trabajo, la formulación de preguntas y la deliberación del jurado lo declararon **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO**

Por lo tanto el Bachiller, **CHERRER SEMINARIO ANTONI PATRIC**, queda apto para que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Tumbes, le expida el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente de conformidad con lo estipulado en el Artículo 90 del Estatuto de la Universidad Nacional de Tumbes y a lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos.

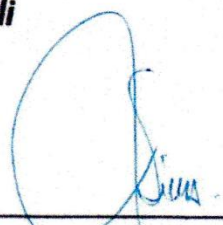
Siendo las DIECIOCHO horas con CINCUENTA (50) minutos, el presidente del jurado dio por concluido el presente acto académico y para mayor constancia de lo actuado firman en señal de conformidad todos los integrantes de este jurado, presentes en el acto de sustentación.



Mg. Alduvar Nectali López Celi
Presidente



Mg. Eber L. Herrera Palacios
Secretario



Mg. José A. Silva Chávez
Vocal

DEDICATORIA

En primer lugar, le dedico a Dios por iluminarme y ayudarme a cumplir una meta más en mi vida, que es obtener mi título profesional, y así lograr a ser un buen profesional útil y competente dentro de la sociedad.

A mis padres y mi hermana por su gran apoyo incondicional, motivación y aliento que me brindaron día a día en el transcurso de mi formación profesional y en toda la presente investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida que es un gran paso para mí, por derramarme sus bendiciones y ser una persona de bien con muy buenos valores

A mis padres y hermana por su apoyo y amor incondicional, que día a día me alentaban para seguir adelante para no darme por vencido y siempre repitiéndome que si podía lograr mis metas.

Al Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro y al Ing. Rimaycuna Ramirez Jhon por todo el asesoramiento brindado, pues gracias a sus experiencias y conocimientos proporcionados se logró culminar con éxito esta tesis de investigación

Agradecer al proyecto CANON financiado por la Universidad Nacional de Tumbes *“Desarrollo de un kit de detección múltiple de bacterias indicadoras de contaminación de As y/o metales pesados en ambientes acuáticos, validado mediante técnicas moleculares”* encabezado por el Mg. Eber Leopoldo Herrera Palacios.

Como también a los miembros del jurado por todos los aportes brindados, como sus observaciones realizadas en la presente investigación

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCION.....	13
II. REVISION DE LITERATURA	16
2.1. Antecedentes	16
2.2. Bases Teóricas	19
2.3. Definición de Términos Básicos	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. Metodología.....	25
3.1.1. Ubicación	25
3.1.2. Tipo de estudio.....	25
3.1.3. Población, muestra y muestreo	25
3.2. Materiales	32
3.3. Métodos	34
3.3.1. Recolección de muestras	34
3.3.2. Toma y conservación de muestras de agua	34
3.3.3. Análisis de las muestras	37
4.1. Parámetros Físico-químicos.....	43
4.2. Parámetros Microbiológicos.....	52
V. DISCUSIONES	54
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES.....	58
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59
IX. ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Interpretación del tipo de muestreo y número de muestras	27
Tabla 2: Codificación de los puntos de distribución de agua potable	27
Tabla 3: Frecuencia de muestreo.....	27
Tabla 4: Codificación de las muestras según su punto de distribución del primer muestreo	28
Tabla 5: Codificación de las muestras según su punto de distribución del segundo muestreo	29
Tabla 6: Ubicación de los puntos del primer muestreo	30
Tabla 7: Ubicación de los puntos del segundo muestreo	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Conductividad Eléctrica.....	43
Figura 2: pH.....	44
Figura 3: Sólidos Totales Disueltos	45
Figura 4: Cloro Residual.....	46
Figura 5: Nitratos.....	47
Figura 6: Nitritos	48
Figura 7: Cromo.....	49
Figura 8: Plomo	50
Figura 9: Cloruros.....	51
Figura 10: Coliformes Termotolerantes	52
Figura 11: Bacterias Heterotróficas	53

ÍNDICE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Salud	63
Anexo 2: Concentraciones del Primer Muestreo.....	64
Anexo 3: Concentraciones del Segundo Muestreo	68
Anexo 4: Ubicación de los puntos de muestreo y reservorios de agua potable	74
Anexo 5: Fotografías.....	75

RESUMEN

La presente investigación se realizó teniendo como objetivo determinar la calidad físico-química y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial en la ciudad de Tumbes. Se tomó un total de 38 muestras ubicadas en las distintas zonas de la ciudad de Tumbes, una vez que fueron recolectadas las muestras se llevaron al laboratorio para evaluar sus parámetros físico-químicos tanto como pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, nitratos, nitritos, metales pesados y cloruros; y parámetros microbiológicos como bacterias heterotróficas y coliformes termotolerantes.

Encontrándose en los parámetros físico-químicos valores de conductividad eléctrica con una concentración mínima de 2260 $\mu\text{mho/cm}$ y una concentración máxima de 3480 $\mu\text{mho/cm}$, hallándose estos por encima de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA); en los valores de pH, sólidos totales disueltos, nitratos, nitritos, metales pesados (Pb y Cr) y cloruros sus valores se encontraron por debajo de los LMP. En cuanto a los parámetros microbiológicos, con respecto a coliformes termotolerantes sus valores se encontraron por debajo de los LMP; y con respecto a las bacterias heterotróficas hubo concentraciones de 536 UFC/ml y 704 UFC/ml que exceden los LMP.

Palabras clave: Calidad de agua potable, límites máximos permisibles, parámetros físico-químicos, parámetros microbiológicos.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of determining the physical-chemical and microbiological quality of drinking water from a surface source in the city of Tumbes. A total of 38 samples were taken located in the different areas of the city of Tumbes, once the samples were collected they were taken to the laboratory to evaluate their physical-chemical parameters, such as pH, electrical conductivity, total dissolved solids, nitrates, nitrites, chlorides, and heavy metals; and microbiological parameters such as heterotrophic bacteria and thermotolerant coliforms.

Being in the physical-chemical parameters electrical conductivity values with a minimum concentration of 2260 $\mu\text{mho} / \text{cm}$ and a maximum concentration of 3480 $\mu\text{mho} / \text{cm}$, these being above the Maximum Allowable Limits (LMP) established by the Ministry of Health (MINSA); in the pH values, total dissolved solids, nitrates, nitrites, heavy metals (Pb and Cr) and chlorides, their values were below the LMP. Regarding the microbiological parameters, with respect to thermotolerant coliforms, their values were found below the LMP; and with respect to heterotrophic bacteria there were concentrations of 536 CFU / ml and 704 CFU / ml that exceed the LMP.

Key words: Drinking water quality, maximum permissible limits, physical-chemical parameters, microbiological parameters

I. INTRODUCCION

A nivel nacional acorde a la Estrategia Nacional para el Progreso de la Calidad de los Recursos Hídricos – 2016, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) reveló un número de 41 unidades hidrográficas, en donde sus medidas de calidad sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental de Agua, existiendo como causa primordial el vertimiento de aguas residuales doméstica, municipal e industrial. (ANA, 2017)

Destacan dos tipos de contaminación: las naturales y las antropogénicas. Las naturales se definen por la naturaleza química de los suelos en zonas de superioridad volcánica o por la formación cuaternaria en la que existe la presencia de algunos metales y metaloides tales como arsénico, hierro o cobre. Las de tipo antropogénico se puede representar por vertimientos de aguas residuales no tratadas, un manejo inadecuado de agroquímicos, pasivos ambientales minería Informal, manejo inadecuado de residuos sólidos, todas estas fuentes actúan en el deterioro de la calidad del recurso hídrico de las unidades hidrográficas que se encuentran en el Perú. (ANA, 2017)

La Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA) presentó el informe N° 040-2017, ante el Consejo Regional en donde esta solicita la declaratoria de emergencia de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las localidades afectadas por la contaminación de metales que presenta el río Tumbes. La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) consuma en su informe que, en los distritos de Tumbes, San Jacinto, San Juan de la Virgen, Pampas de Hospital, La Cruz y Corrales sus sistemas de agua potable para consumo humano, muestran valores de plomo, magnesio, arsénico y hierro, que están por encima de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-MINSA, lo que significa que la ciudadanía de los distritos mencionados se encuentran en un gran peligro de riesgo de salud. (Hidro boletín FENTAP, 2017)

Se realizó este trabajo de investigación con la finalidad de encontrar respuesta a la siguiente incógnita: ¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019?

Se justifica la presente investigación porque el conocimiento teórico sobre las variables a ser estudiadas, servirá de apoyo para determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos en las zonas de estudio, previo a eso se realizará una comparación con los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N° 031-2010-MINSA que fueron establecidos por el Ministerio de Salud y así mismo se determinará si el agua es apta para el consumo humano o no.

La Dirección Regional de Salud (Diresa) reportó que en Tumbes se sigue consumiendo agua con metales pesados y con parásitos, lo cual coloca en riesgo la salud de la población. La Diresa a través de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (Desa) emitió el informe 209-2018 del 18 de abril, en el cual indica que, tras un análisis del laboratorio, la mayoría de los resultados de las muestras tomadas en los distritos de Tumbes no cumplen con los límites máximos permisibles del reglamento de calidad del agua para el consumo humano. (Diario El Correo, 2018)

Actualmente la población Tumbes se ve afectada por el alto grado de agua contaminada que consumen, como lo que sucede en el sur de nuestra región que se encuentra en una crisis por la falta de agua y esta situación se agrava por la contaminación que se desarrolla en el canal que sirve como abastecimiento de la planta de tratamiento de Los Cedros, a esto se le suma la irresponsabilidad de la empresa de saneamiento, ya que no cumplía con los parámetros adecuados para que este recurso muestre que es apto para el consumo de la humano, puesto que en una intervención que realizó la Desa, se hizo constar la alta turbidez y la escasa cloración que presentaba esta agua.

Respecto a la cloración el valor recomendado según la norma de Salud Ambiental, es de 1.5 como máximo y mínimo 0.5, representando que el proceso de cloración no cumple con lo establecido ya que llega a 0.12, según la Desa. Así mismo se detectó un alto grado de turbidez, presentando una concentración de 9 NTU. Mediante un operativo se logró detectar evidente que la contaminación de agua no solo se debe a residuos sólidos domésticos, sino también por aguas residuales agrícolas, y por lavaderos de autos ubicados a lo largo de la vía Panamericana Norte. Además, ciertos vehículos como son las cámaras frigoríficas vierten sus aguas residuales a este acueducto (canal) e incluso los desechos de los productos hidrobiológicos (mariscos y pescado) que se encuentran en estado de descomposición.

Los resultados que se han adquirido en la presente investigación, brindará información relevante y actualizada; que ampliará los conocimientos sobre la realidad actual de la calidad de agua para consumo humano en el área de estudio donde se recolectaron las muestras para poder determinar sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, como también los posibles problemas a la salud que ocasiona si alguno de estos parámetros excede los LMP.

Para lograr una exitosa investigación se planteó como objetivo general determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019. Y como objetivos específicos a) Determinar la calidad fisicoquímica del agua potable procedente de fuente superficial en las muestras de agua; b) Determinar la calidad microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial en las muestras de agua. Estableciéndose como H_i : La calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial es de buena calidad; y como H_0 : La calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial no es de buena calidad.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Minayta, J. (2017) en su investigación logró determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de dos estaciones de muestreo en la Laguna Moronacocha, en el tiempo de evolución de creciente a vaciante, particularmente los meses de abril, mayo y junio. En los análisis, se determinó que los sólidos suspendidos totales (TSS) no cumplían con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de agua, se alcanzaron valores aproximadamente de 45.7 mg/l correspondiente a la estación 1 y de 46.51 mg/l en la estación 2, ambas estaciones resaltan los 25 mg/l que es el establecido óptimo en la normatividad; por lo que este parámetro supera los ECA elevadamente llegando casi al 100%. Se demostró que en niveles de pH también no llegan los niveles de ECA de Agua. Los ECA determina que el valor adecuado para mencionado parámetro se debe encontrar entre 6.5 y 9.0, los resultados encontrados fueron de 5.2 en las dos estaciones, lo que indica niveles de acides moderado a fuerte. El Oxígeno Disuelto aceptable es de 5 mg/l, encontrando en ambas estaciones de muestreo la concentración de 4.3 mg/l y 4.7 mg/l, lo que determinó que dicho parámetro incumple los Estándares de Calidad Ambiental de Agua. También se determinó que en el parámetro de Coliformes Termotolerantes existía una gran incompatibilidad entre ambas estaciones, 175 NMP/100 ml en la estación 1 y de 1260 NMP/100 ml en la estación 2, excediendo el ECA-Agua de 1000 NMP/100ml. Con respecto al resto de parámetros, no se hallaron niveles notables de los mismos, llegando a la conclusión que el N no es uno de los agentes contaminantes de mayor riesgo en un cuerpo de agua. Se encontró que la temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, turbidez y sólidos totales disueltos manifestaron una conducta relacionada con el nivel del agua durante el desarrollo del estudio; la temperatura y transparencia demostraron niveles descendientes a medida que lo hacía el nivel de la laguna. Por otro lado, los parámetros Nitrato, Nitrito, Amoniac, DBO₅, pH, conductividad, sólidos totales disueltos (TDS), Coliformes Termotolerantes manifestaron un comportamiento anormal o no variaron sus concentraciones en la ejecución la investigación, por lo cual se puede decir que estas variables no dependen del volumen del agua del cuerpo de agua en estudio. Los parámetros físico-químicos de ambas zonas no se muestran diferencias

considerables, siendo los Coliformes Termotolerantes la única diferencia notable encontrada entre los valores promedio de ambas estaciones. Se concluye que la uniformidad de la laguna se encuentra de acuerdo a los ECA agua, poseyendo buenas condiciones, excepto los puntos que se encuentran cerca de las descargas de aguas residuales. El mayor riesgo para Moronacocha son los Sólidos Totales Suspendidos por la alta colmatación que se encuentra en la Laguna.

Izquierdo, J. (2017) en su tesis obtuvo concentraciones de metales pesados como Pb, Cd, As, Cr y Hg, de la cuenca baja del río Jequetepeque, dichas concentraciones se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad para el agua de categoría 3. Los resultados logrados de metales pesados en los puntos de muestreo son: Que se encontró en el P5: 0.003 mg/l en el mes de mayo, y los otros puntos que son el P1: 0.004 mg/l, P3: 0.005 mg/l y P4: 0.006 mg/l en el mes de noviembre, en Cd el P2, P3, P4, P5 y P6 tuvieron igual concentración de 0.001mg/l durante el mes de mayo, en Pb en los puntos P3: 0.004mg/l y P6: 0.007mg/l en el mes de mayo, mientras que en el mes de noviembre los puntos P3: 0.003mg/l y P6: 0.004mg/l. De acuerdo a los resultados que se han obtenido en los puntos establecidos para el muestreo de las aguas superficiales de la cuenca baja del río Jequetepeque solo fue detectada la existencia de algunos metales los pesados que son el As, Cd y Pb, pero en ninguno de estos puntos de muestreo se halló la presencia de Cr y Hg. De acuerdo los resultados conseguidos concluye que los puntos con más concentración de metales pesados en diferentes épocas fueron: Para As, el punto con mayor concentración fue en el punto de muestreo P4: 0.006 mg/l en la época de estiaje, para Cd, los puntos de muestreo P2, P3, P4, P5 y P6, se obtuvo igual concentración de 0.001mg/l en época de lluvia, y para el Pb el punto que tuvo mayor concentración fue el P6:0.007mg/l en época de lluvia.

Quispe, R. (2017) en su tesis de investigación demostró que existe presencia de metales pesados tales como Cd, Cr y Pb en los sedimentos superficiales de la parte baja de la cuenca del río Coata, debido a que dieron un valor mínimo de 0.00mg/l, 4.10 mg/l y 3.75 mg/l y máximas de 0.70, 28.42 y 16.50 mg/l respectivamente,

producto de las actividades humanas a las riberas del río. Los metales pesados evaluados como plomo y el cadmio se hallan debajo de los estándares de calidad del suelo, por que dieron un valor máximo de 16.50 mg/l de Pb y 0.70 mg/l de Cd; mientras que el Cr se encontró por encima de los ECA debido a que su mínimo es 4.10 mg/l, de forma que en el plazo mediano y largo se podría esperar los efectos a nivel de la biología y ecología de organismos que están asociados al río Coata. De los puntos analizados el punto más vulnerable y crítico de contaminación se encuentra en el Punto-02 que es la desembocadura del río Torococha, debido a que la conductividad eléctrica es 1680 uS/cm, debido a que por esta fuente ingresan los residuos sólidos y aguas residuales de la actividad humana de la ciudad de Juliaca.

Quispe, C. (2017) en su tesis realizada en los manantiales de Santa Rosa determinó que sus parámetros físico-químicos obteniendo como resultado que su temperatura varía de 8.70 a 10.34 °C, el pH en un rango 7.08 a 7.94 unidades. Mientras que para lo químico: la dureza total fue 4.34 a 10.06 mg/l, alcalinidad 45.79 a 132.52 mg/l, para cloruros variaron de 5.94 a 32.89 mg/l, sulfatos en un rango de 1.91 a 14.60 mg/l, sólidos disueltos totales fue de 15.83 a 108.19 mg/l, estos se encuentran dentro de los valores referenciales, para calcio un promedio de 2.50 a 28.21 mg/l, magnesio variaron de 0.74 a 6.85 mg/l y turbidez total fue 3.83 a 7.00 UNT superando el valor referencial. Se observó debilidad de las organizaciones en el manejo del agua y conservación de los manantiales.

Rimaycuna J, y E. Celi (2012) en su tesis realizada sobre parámetros físico-químicos y microbiológicos de Tumbes-Perú, demostraron la calidad física del agua potable del distrito de Tumbes no es aceptable debido a que los parámetros pH, turbidez y sólidos totales presentaron concentraciones que se encontraban encima de los límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio de Salud con concentraciones que van desde 8.52 hasta 8.84 para el pH; 6.74 UNT hasta 11.60 UNT para turbidez y 1002 mg/l hasta 1315 mg/l para sólidos totales. Con respecto a la calidad química del agua potable del distrito de Tumbes, solamente el parámetro de cloruros es el sobrepasó los LMP con concentraciones desde 255.88 mg/l hasta

263.83 mg/l. En la calidad microbiológica presentaron una mala calidad debido a que los parámetros estudiados tanto Coliformes Termotolerantes y Bacterias Heterotróficas tuvieron concentraciones que sobrepasan los LMP con concentraciones de 1 UFC/100ml hasta 64 UFC/100ml en el caso de Coliformes Termotolerantes, y en el caso de bacterias heterotróficas registraron concentraciones desde 520 UFC/ml hasta 612 UFC/ml.

2.2. Bases Teóricas

Verificación de la calidad del agua

La OMS (2008) determinó que hay gran variedad de dispositivos microbianos y químicos del agua de consumo que pueden producir efectos negativos en la salud humana. Su localización, en el agua bruta como en el agua entregada a los consumidores, suele ser costos complejos y lentos, lo que limita para su alerta anticipada y hace que resulte poco accesible. Ya que no es posible ni económicamente factible analizar todos los parámetros de calidad de agua, para ello debe existir una planificación cuidadosa de las actividades de monitoreo y los recursos utilizados.

También pueden resultar de gran importancia algunas características que no están relacionadas con la salud, como las que tienen un impacto significativo en la aceptabilidad del agua. Cuando los rasgos estéticos del agua (su aspecto, sabor y olor) sean inaceptables, será necesario realizar estudios para establecer si el agua presenta problemas notables para la salud. (Atencio, 2018)

Principios de Dublín

La causa de conciencia sobre el valor vital de los recursos hídricos a nivel mundial tuvo su primer hito en la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar del Plata, Argentina, 1977), y continuó en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (Dublín, Irlanda, 1992) y en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo ECO 92 (Río de Janeiro, Brasil,

1992). Después una continuación de significativos encuentros internacionales ha recalcado el resultado de un avance en la gestión del agua en el mundo, dando así comienzo a la construcción hasta el presente de cuatro Foros Mundiales del Agua. En su “Carta de Dublín” la ONU estableció los Principios Básicos para el gerenciamiento de los recursos hídricos en el mundo.

1. El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para la vida, para el desarrollo y para el medio ambiente.
2. El desarrollo y gestión del agua debe basarse en un enfoque participativo involucrando a los usuarios, planificadores y tomadores de decisión a todos los niveles, tomando las decisiones al nivel más bajo posible que sea el adecuado.
3. El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocida como un bien económico. (Dublín, 1992)

Calidad del agua

Según la OMS (2004) el agua potable es aquella que no produce ningún peligro elevado para salud humana cuando se es consumida durante toda una vida, pero teniéndose como referencia enfermedades que presentan las personas en las etapas de su vida. El agua tiene particularidades variables dependiendo del proceso y lugar donde proviene dicha agua y estas características se miden y se clasifican según sus parámetros físico-químicos y biológicos del agua.

Importancia de la calidad del agua

En la actualidad la variación de la calidad de agua se debe a la incorporación de ciertos elementos solubles en ella, y es más riesgoso si estos elementos entran en contacto directo diversas fuentes de agua, provocando enfermedades de salud. Existentes muchas implicaciones sobre el consumir agua contaminada: En el ámbito de la salud pública se instaure que aproximadamente un 80% de todas las

enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo el principal causante es la ingestión del agua contaminada. Se dice que el 70% de la población que se encuentran viviendo en áreas rurales de países en vía de desarrollo, están fuertemente relacionadas con la contaminación de agua por heces fecales.

La escorrentía superficial, es un tipo de contaminación difusa que contribuye elocuentemente con altos niveles de agentes patógenos en las fuentes superficiales de agua, fundamentalmente por coliformes fecales ya sean de origen animal o humano. Es por ello que priorizando un abastecimiento seguro de agua para un uso potable de calidad, continuidad y cantidad, contribuye a la contracción de riesgo de enfermedades transferidas por la vía fecal y oral (OPS 1999).

2.3. Definición de Términos Básicos

Agua: Es aquel elemento más esencial del organismo humano y para el mundo. El agua posee una enorme influencia en los distintos procesos bioquímicos de la naturaleza, su influencia no se debe solamente a las propiedades físico-químicas como molécula bipolar que posee, sino también a los constituyentes tanto orgánicos como inorgánicos que se están presentes en ella (Vargas, 2004).

Turbidez: Es la falta de transparencia en el agua ya que se debe por la presencia de sólidos disueltos, este parámetro es un buen indicador de material suspendido que pueden ser provenientes de los vertimientos domésticos o y/o industriales o de cuencas hidrográficas; su unidad de medida son las Unidades Nefelométricas de Turbiedad (NTU) (Ocasio, 2008).

Color: Es aquel que resulta de la presencia de materiales que sean de origen vegetal y algunos metales, esta característica está relacionada a la turbiedad así mismo es un aspecto importante estéticamente hablando.

Olor: Se debe a fenoles, cloro, etc., el olor puede indicar una elevada actividad biológica es por ello que en aguas potables no debe percibirse ningún olor.

Sabor: Está relacionado con ciertas sustancias como sales de zinc, hierro o cobre, que pueden alterar el sabor sin cambiar el color. Su determinación solo se da con muestras aptas para el consumo humano.

Temperatura: Es la forma de medida del energía térmica o calor de las partículas encontradas en una sustancia. Este está relacionado al O₂ disuelto; el incremento de temperatura reduce la disolución de gases (oxígeno) y amplía la de las sales, así mismo amplifica la velocidad de las reacciones metabólicas, apresurando la putrefacción. (Ocasio, 2008).

Potencial de Hidrógeno (pH): Su escala de medición es de 0 a 14, representando tanto la acidez o alcalinidad de alguna sustancia, donde se establece que de 0 a 7 representa una sustancia ácida y desde 7 a 14 una sustancia básica o alcalina, así mismo un valor de pH 7 demuestra neutralidad. El pH de aguas naturales se debe a la concentración de CO₂, SO₂ diluidos. Las agua que poseen un pH muy ácido son aquellas aguas contaminadas por descargas de aguas residuales (Ocasio, 2008).

Conductividad eléctrica: El agua generalmente posee una baja conductividad eléctrica, siendo en mayor proporción en cantidad y características de los electrolitos presentes en el agua (iones en disolución). Es por ello que se utilizan valores de conductividad como indicador de la cantidad de solutos presentes en una

determinada sustancia. Esta puede ser afectada por el efecto de la temperatura o por la composición del material del lecho (Ocasio, 2008).

Oxígeno Disuelto: Se refiere al monto de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua. Las aguas que están saciadas de oxígeno son las aguas superficiales que son fundamentales para la vida, hay que resaltar que si el nivel de oxígeno que se encuentra es bajo significa que existe contaminación por materia orgánica y el agua no es capaz de mantener algunas formas de vida (Ocasio, 2008).

Nitratos: Contaminante frecuente encontrado en el agua y que puede inducir a efectos colaterales si es consumido en elevados niveles; se caracteriza por ser inodoro e incoloro. Las concentraciones bajas de nitrato son normales, sin embargo, en altas proporciones consiguen contaminar las fuentes de agua potable para consumo humano. Las fuentes más comunes de nitrato son: el compost, estiércol, fertilizantes y pozos sépticos. (Water Boards, 2013).

Nitritos: Sales de ácido nitroso, HNO_2 que son solubles en el agua, transformándose naturalmente a partir de los nitratos, este proceso da gracias a la oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en los sistemas terrestres y acuáticos o por la disminución bacteriana (Vargas, 2004).

Metales pesados: Los metales pesados son perjudiciales y tóxicos ambientales con un alto nivel de peligro. Tiene entre sus características: biotransformación, persistencia, elevada toxicidad y bioacumulación por lo que se encuentran presentes en los ecosistemas por periodos muy largos porque su degradación naturalmente es muy difícil (Rodríguez, 2017).

Coliformes Termotolerantes: Designados así también coliformes fecales porque resisten temperaturas hasta de 45 °C, conforman al grupo de organismo de coliformes totales, diferenciándose en que son indol positivo; son los mejores indicadores en agua e higiene en alimentos, por lo que la presencia de estos indica claramente contaminación fecal de iniciación animal o humana (Carrillo y Lozano, 2008).

Calidad del Agua: Son parámetros que en conjunto determinan los distintos propósitos que puede ser utilizada el agua, es decir que es la relación con el uso o actividad a la que se destina (Castro, 1987).

Límite Máximo Permisible: Máximo nivel de concentración de uno o más contaminantes que por debajo de los valores permitidos, no se prevé riesgo para los ecosistemas, salud o bienestar humano, que está adherido legalmente por la autoridad competente (INAGEP, 2019).

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Metodología

3.1.1. Ubicación

El área de estudio está ubicada en la región de Tumbes, provincia Tumbes y distrito Tumbes, centrándose su ámbito de investigación en las conexiones interdomiciliarias de agua potable procedente de fuente superficial. (Anexo 4)

3.1.2. Tipo de estudio

Se utilizó en la presente investigación el descriptivo experimental, consiste en recolectar información en varias muestras de diferentes sectores.

3.1.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población estuvo conformada por las conexiones interdomiciliarias de agua potable superficial del distrito de Tumbes.

Muestra

La muestra está conformada por las conexiones interdomiciliarias según la distancia a la línea de distribución de cada uno de los reservorios de agua potable de Tumbes teniendo como resultado un total de 38 muestras.

Muestreo

Se procedió a realizar el muestreo teniendo en cuenta las líneas de distribución de cada uno de los reservorios ya que se conoce la ubicación geográfica de estos, que distribuyen el agua potable, se trabajó con las zonas de distribución que están orientadas según las redes de agua potable que fueron proporcionadas a un estudio de calidad de agua del año 2012 por la EPS Aguas de Tumbes SA ya que las mismas redes actualmente siguen vigentes.

Se tomó en cuenta la distancia de ubicación entre la zona de muestreo y los reservorios de agua potable teniendo cada uno de estos 3 niveles (P1, P2, P3) los cuales son conocidos como parte alta, media y baja, por lo que se utilizó para el muestreo estos 3 niveles tomando dos muestras por cada uno de ellos.

Luego se instaló los puntos de muestreo al azar dentro del área de influencia por reservorio de agua potable, luego estos puntos se georreferenciaron. La toma de muestras fue de forma manual directamente de la salida de grifo de agua potable.

Así mismo tomaron muestras del punto de captación de agua de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), ya que solo existe un solo punto captación de dicha planta.

Tabla 1: Interpretación del tipo de muestreo y número de muestras

Puntos de distribución de agua potable	Tipo de muestreo	Número de muestras
Reservorio El Mirador	al azar	12
Reservorio el Milagro	al azar	12
Reservorio El Tablazo	al azar	12
Captación de agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).	por conveniencia	2

Las muestras se identificaron con un código, relacionando el reservorio de agua potable con abreviatura y el número que representa la zona de muestreo 1 si es alta (área más alejada del reservorio), 2 si es media (área a mediana distancia del reservorio) y 3 si es baja (área más cercana al reservorio).

Tabla 2: Codificación de los puntos de distribución de agua potable

Puntos de Distribución de agua potable	Código		
	Parte Alta	Parte Media	Parte Baja
Reservorio El Mirador	RMR- 01	RMR-02	RMR-03
Reservorio el Milagro	RML-01	RML-02	RML-03
Reservorio El Tablazo	RTB-01	RTB-02	RTB-02

Tabla 3: Frecuencia de muestreo

Muestreo	Muestreo 1	Muestreo 2
Fecha de muestreo	18/09/2019	04/10/2019

La frecuencia del muestreo fue quincenal con 2 muestreos en total.

Tabla 4: Codificación de las muestras según su punto de distribución del primer muestreo

PRIMER MUESTREO	
Codificación de las muestras	Puntos de distribución
M1	RMR-01
M2	RMR-01
M3	RMR-02
M4	RMR-02
M5	RMR-03
M6	RMR-03
M7	RML-01
M8	RML-01
M9	RML-02
M10	RML-02
M11	RML-03
M12	RML-03
M13	RTB-01
M14	RTB-01
M15	RTB-02
M16	RTB-02
M17	RTB-03
M18	RTB-03
M.Río1	Captación de PTAP

Tabla 5: Codificación de las muestras según su punto de distribución del segundo muestreo

SEGUNDO MUESTREO	
Codificación de las muestras	Puntos de distribución
M19	RMR-01
M20	RMR-01
M21	RMR-02
M22	RMR-02
M23	RMR-03
M24	RMR-03
M25	RML-01
M26	RML-01
M27	RML-02
M28	RML-02
M29	RML-03
M30	RML-03
M31	RTB-01
M32	RTB-01
M33	RTB-02
M34	RTB-02
M35	RTB-03
M36	RTB-04
M.Río2	Captación de PTAP

Tabla 6: Ubicación de los puntos del primer muestreo

PRIMER MUESTREO					
Codificación de las muestras	Puntos de distribución	Lugar	Ubicación		Fecha
			Este	Norte	
M1	RMR-01	Pasje. Abraham Carrasco	561025	9605530	18/09/2019
M2	RMR-01	Calle Hilario Carrasco	560847	9605615	18/09/2019
M3	RMR-02	Calle María Parado de Bellido	560851	9605948	18/09/2019
M4	RMR-02	Calle María Parado de Bellido	560908	9605911	18/09/2019
M5	RMR-03	Prolong. Navarrete	560939	9606341	18/09/2019
M6	RMR-03	Prolong. Navarrete	560957	9606351	18/09/2019
M7	RML-01	Calle Francisco Navarrete	560753	9606105	18/09/2019
M8	RML-01	Calle Francisco Navarrete	560726	9606048	18/09/2019
M9	RML-02	Calle Garcilaso de la Vega	560297	9605708	18/09/2019
M10	RML-02	Calle Garcilaso de la Vega	560293	9605705	18/09/2019
M11	RML-03	Calle Andrés Araujo	560731	9605568	18/09/2019
M12	RML-03	Calle Andrés Araujo	560698	9605535	18/09/2019
M13	RTB-01	Calle 7 de enero	560229	9605119	18/09/2019
M14	RTB-01	Calle 7 de enero	560193	9605140	18/09/2019
M15	RTB-02	Av. Tupac Amaru	560863	9604798	18/09/2019
M16	RTB-02	Av. Tupac Amaru	560884	9604919	18/09/2019
M17	RTB-03	Av. Universitaria	560984	9604505	18/09/2019
M18	RTB-04	Av. Universitaria	561019	9604475	18/09/2019
M.Río1	Captación de PTAP	Calle Benavides	560312	9604872	18/09/2019

Tabla 7: Ubicación de los puntos del segundo muestreo

SEGUNDO MUESTREO					
Codificación de las muestras	Puntos de distribución	Lugar	Ubicación		Fecha
			Este	Norte	
M19	RMR-01	Calle Hipólito Unanue	560986	9605960	01/10/2019
M20	RMR-01	Calle Hipólito Unanue	560881	9605850	01/10/2019
M21	RMR-02	Av. Mariscal Castilla	560523	9605453	01/10/2019
M22	RMR-02	Av. Mariscal Castilla	560621	9605663	01/10/2019
M23	RMR-03	Calle Juan Velasco Alvarado	560922	9606379	01/10/2019
M24	RMR-03	Calle Juan Velasco Alvarado	560931	9606394	01/10/2019
M25	RML-01	Calle Gral ViVanco	560224	9605032	01/10/2019
M26	RML-01	Calle Gral ViVanco	560152	9605064	01/10/2019
M27	RML-02	Calle José Jiménez	560738	9604650	01/10/2019
M28	RML-02	Calle Inca Roca	560811	9604737	01/10/2019
M29	RML-03	Calle Pedro Ruíz Gallo	561071	9604492	01/10/2019
M30	RML-03	Calle Pedro Ruíz Gallo	561204	9604372	01/10/2019
M31	RTB-01	Calle Pasamayito	560518	9606020	01/10/2019
M32	RTB-01	Calle Pasamayito	560527	9606060	01/10/2019
M33	RTB-02	Psje. Hernando de Luque	560315	9605662	01/10/2019
M34	RTB-02	Psje. Hernando de Luque	560329	9605652	01/10/2019
M35	RTB-03	Calle Francisco Feijoo	560315	9605534	01/10/2019
M36	RTB-04	Calle Francisco Feijoo	560396	9605489	01/10/2019
M.Río2	Captación de PTAP	Calle Benavides	560312	9604872	01/10/2019

3.2. Materiales

Materiales de campo

- Caja térmica
- Refrigerantes
- Etiquetas papel
- Libreta de campo
- Tubos Falcon
- Frascos de polietileno
- Frascos de polietileno de boca ancha estéril

Materiales de laboratorio

- Matraz de 250 y 500 ml.
- Bureta universal
- Placas Petri esterilizadas
- Vasos de Precipitación de 50 y 100 ml.
- Columna de reducción de 10 ml.
- Espátula
- Guantes
- Gafas protectoras
- Mascarilla
- Pinza
- Plumones marcadores
- Papel filtro
- Membrana de nitrocelulosa
- Fiolas de 100, 250, 500 y 1000 ml.
- Pizeta
- Pipetas de 1, 2, 5 y 10 ml.
- Probetas de 50, 100 y 1000 ml.
- Mecheros bunsen
- Reactivos:
 - ✓ Nitrato de Sodio (NaNO_2)
 - ✓ Nitrato de Potasio (KNO_3)
 - ✓ Cadmio granulado

- ✓ Etilendiamino tetraacetato disódico dihidrato (EDTA)
- ✓ Ácido fosfórico al 85 %
- ✓ Ácido nítrico al 100%
- Indicadores
 - ✓ Cromato de potasio
 - ✓ Nitrato de plata (AgNO_3)
 - ✓ Hidróxido de sodio (NaOH)
 - ✓ Agua destilada
 - ✓ Ácido Rosólico
 - ✓ Medios de cultivo Agar Plate Count
 - ✓ Medios de cultivo de Caldo M –FC

Equipos de laboratorio

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica
- kit de comparación de cloro
- Balanza Analítica
- Espectrofotómetro
- Equipo generador de vacío (Bomba)
- Equipo de filtración
- Navegador GPS
- Estufa

3.3. Métodos

3.3.1. Recolección de muestras

Para la recolección de las muestras del presente trabajo de investigación se tomó como referencia el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua - ANA del 2016.

Consideraciones Generales

- ❖ Los frascos que se utilizaron para los parámetros físico-químicos fueron botellas de polietileno recicladas de 1 litro cada una, lavadas y secadas previamente.
- ❖ Los frascos que se utilizaron fueron polietileno de primer uso de boca ancha, para evitar cualquier tipo de contaminación de algún agente contaminante.
- ❖ Se almacenaron las muestras a baja temperatura, para poder asegurar su integridad al momento que estas fueran transportadas, para el análisis correspondiente en el laboratorio.
- ❖ La caja térmica contuvo hielo, que fue utilizada para el transporte y almacenamiento de las muestras tomadas.

3.3.2. Toma y conservación de muestras de agua

Es de suma importancia tener muy en cuenta las etapas que se llevaron durante el proceso del muestreo, con el propósito que la muestra tomada sea lo más representativa posible y con el objetivo de asegurar la integridad desde su recolección hasta el informe de sus resultados. Teniéndose en cuenta lo siguiente:

A) Toma de muestra

Se realizó la toma de muestra en los domicilios directamente en la salida de agua del grifo, dejando circular el agua aproximadamente 1 minuto para verificar la existencia de presión, para posteriormente proceder a muestrear. Así mismo se tomó en cuenta un espacio de 1% aproximadamente del total de capacidad total del frasco, correspondiente al espacio de cabeza para poder ceder el esparcimiento de la muestra recolectada.

a) Parámetros físicos-químicos

Para recolección de muestras de parámetros físico-químicos, se utilizaron botellas de agua recicladas de polietileno previamente limpias y secas con una capacidad de 1 litro. Así mismo se tuvo en cuenta que para la toma de muestras para metales pesados fue necesario utilizar Tubos Falcon de 15 ml de capacidad para posteriormente aplicar una concentración de ácido nítrico para la conservación de estas.

b) Parámetros microbiológicos

Al realizar este muestreo se hizo con extremo cuidado, para poder evitar la contaminación de las muestras. Los frascos utilizados fueron de polietileno de primer uso de boca ancha, la toma de la muestra fue de forma directa dejando un 1/3 de espacio del frasco para la aireación.

B. Medición de parámetros en campo

Uno de los parámetros de campo fue el cloro residual, para la determinación de este, se tomó una pequeña porción de muestra del agua, luego se colocó en el kit de comparación de cloro, mediante el cual finalmente se determinó la cantidad de cloro presente en dicha muestra de agua, adicionando una pastilla DPD (dietil-para-fenil-diamina).

C. Preservación de las muestras de agua

Cuando la muestra de agua ya fue recolectada, se procedió a registrarla, después se guardó en la caja térmica para su preservación, colocando hielo alrededor.

D. Identificación de las muestras de agua

Los envases estuvieron correctamente identificados previamente a la toma de la muestra, etiquetada correspondientemente con letra legible y clara.

E. Conservación y envío de las muestras de agua:

- Todas las muestras que se recolectaron se conservaron en un caja térmica a una adecuada temperatura, para ello se utilizó hielo para refrigerarlas.

- Las muestras que fueron recogidas para los análisis físico-químicos, se analizaron en el menor tiempo posible, de preferencia dentro de las 24 horas luego del muestreo.
- Para el caso de los análisis de las muestras microbiológicas se entregaron inmediatamente al laboratorio después del muestreo.

3.3.3. Análisis de las muestras

Los análisis de los parámetros físicos-químicos se realizaron en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Escuela de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente y para el caso de los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de microbiología, ambos laboratorios pertenecientes a la Universidad Nacional de Tumbes.

3.3.3.1. Análisis de Parámetros Físico-químicos

A. Determinación de conductividad eléctrica y pH.

Se determinó utilizando el multiparámetro. Se colocó una muestra de 200 ml en vasos de precipitación y luego se introdujo en la muestra los sensores del multiparámetro debidamente calibrados, se esperó que se estabilicen las diferentes medidas de cada uno de los parámetros y se registró las concentraciones.

B. Determinación de sólidos totales disueltos

Por el método de Sólidos suspendidos totales secados a 103-105 °C, de acuerdo a lo indicado en el “*Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 20th edition* 1998”.

Se tomó 50 ml de muestra, para luego fíltrala hacia un vaso de precipitación, después se dejó secar la muestra en estufa a 105 °C por 24 horas hasta la evaporación total de la muestra. Se registró el peso final para realizar los cálculos correspondientes.

Fórmula para el cálculo de sólidos totales disueltos:

$$\text{mg/l STD} = (\text{PF} - \text{PI} / \text{Vm}) * 1000$$

Donde

PF = Peso final del vaso precipitado

PI = Peso inicial del vaso precipitado

Vm = Volumen de muestra

C. Determinación de Nitratos (Método estándar 4500 NO₃ – E)

Por el método de Reducción de Cadmio, de acuerdo a lo indicado en el “*Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 20th edition 1998*”.

Se tomó de la muestra 25 ml, para luego añadir 75 ml de la solución NH₄Cl- EDTA y finalmente procedimos a mezclar.

Vaciándose la muestra mezclada en la columna de reducción, para luego colectar en un tiempo entre 7 a 10 minutos, descartando los primeros 25 ml.

No es necesario lavar la columna entre muestras, teniéndose en cuenta que no se debe nunca dejar secar la columna de reducción.

Luego de que la muestra pasó por la columna de reducción, se midió 50 ml de la muestra colectada en un matraz, posteriormente se agregó 2 ml de reactivo de color para finalmente mezclarlos homogéneamente.

Se esperó por un tiempo de 10 a 30 minutos luego de haberle agregado el reactivo de color, para luego depositar en una cubeta de 10 mm la muestra, limpiando cuidadosamente cada uno de los lados laterales de esta.

Se seleccionó el método de medición, colocando la cubeta dentro del Espectrofotómetro para finalmente anotar la lectura obtenida.

D. Determinación de Nitritos (Método estándar 4500 NO₃- E)

Por el Método Colorimétrico, de acuerdo a lo indicado en el “*Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 20th edition 2005*”.

De la muestra recolectada se tomó 50 ml y se le agregó 2 ml de reactivo de color. Se esperó entre 10 a 30 minutos luego haberle agregado el reactivo de color, para finalmente verter en una cubeta de 10 mm la muestra y obtener la lectura en el Espectrofotómetro.

E. Determinación de Metales Pesados

Para la determinación de metales pesados tanto como Plomo y Cromo se utilizó un Espectro Fotómetro de Absorción Atómica de marca analytikjena y modelo contrAA 800, con la técnica de horno grafito.

F. Determinación de Cloruros (Método estándar 4500 NO₃- E)

Por el método argentométrico, de acuerdo a lo indicado en el “*Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 20th edition 1998*”.

Se tomó 30 mililitros en un matraz, luego se añadió 5 gotas del indicador que fue Cromato de Potasio (K₂CrO₄) al 5%, se homogenizo suavemente, después se tituló con Nitrato de Plata (AgNO₃) hasta la obtención de un color rojizo, posteriormente se anotó el gasto del AgNO₃ para realizar los cálculos correspondientes.

Fórmula para el cálculo de concentración de cloruros:

$$\text{ppm Cl}^- = \text{VGT} \times \text{N} \times 35.45 \times 1000 / \text{Vm}$$

Donde

VGT = Volumen gastado de Titulante, ml

N = Normalidad del Titulante, N

Vm = Volumen de muestra titulada, ml

3.3.3.2. Análisis de Parámetros Microbiológicos

A. Coliformes Termotolerantes (Método estándar 9222- D)

Por técnica de Filtración de Membrana, de acuerdo a lo indicado en el “*Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 20th edition 1998*”.

Las placas petri que contuvieron el medio de cultivo caldo M-FC se colocaron a temperatura ambiente antes de salir a realizar el muestreo para realizar la siembra de las membranas.

Las muestras fueron recolectadas en frascos estériles de polietileno de 100 ml cada uno de boca ancha con tapa rosca.

Para comenzar a realizar el análisis primero se esterilizó el equipo de filtración mediante la aplicación de alcohol y luego flamearlo para evitar la contaminación.

Seguidamente se colocó la membrana de nitrocelulosa en el equipo de filtración con ayuda de una pinza punta plana estéril, se homogenizó previamente la muestra y se vertió 100 ml de esta para ser filtrados, luego se puso en funcionamiento el equipo generador de vacío para facilitar el filtrado de la muestra, después se apagó el equipo generador de vacío para poder retirar la membrana y sembrarla en la placa que contuvo el medio de cultivo, evitando la formación de burbujas de aire. El equipo de filtración se esterilizó luego de cada muestra. Luego se incubaron a 44.5 ± 0.2 °C durante 24 ± 2 horas.

Finalmente se realizó el conteo de las colonias de Coliformes Termotolerantes que presentaron coloración azul.

B. Bacterias Heterotróficas (Método estándar 9215- B)

Por técnica de Recuento en Placa, de acuerdo a lo indicado en el “*Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 20th edition 1998*”.

Fundir el medio de cultivo agar *plate count*, con mucho cuidado evitando que hierva, para luego autoclavarlo y verterlo en las placas.

Luego de recolectar las muestras se inició el análisis de bacterias heterotróficas homogenizando cada una de estas, tomando 1 ml de cada muestra, utilizando una micropipeta de 1000 microlitros para colocarlo posteriormente en la placa.

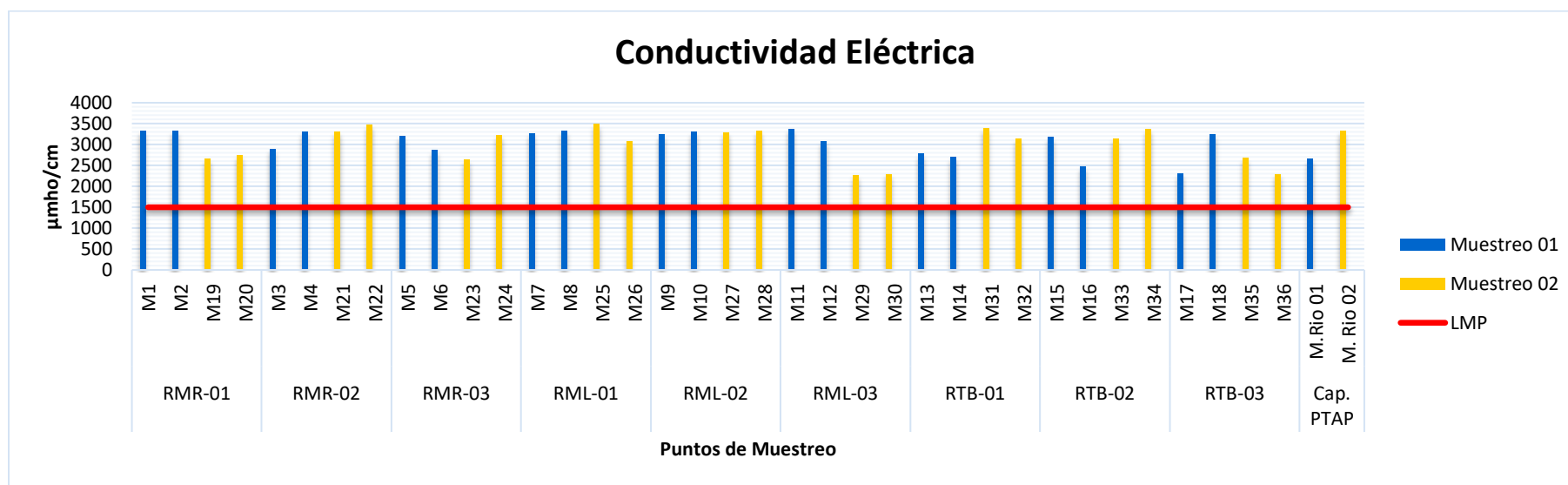
Colócase en la incubadora a 35 °C x 48 horas. Inmediatamente después de la incubación, se contó todas las colonias de las placas seleccionadas.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos durante los dos muestreos realizados, se representan en las siguientes gráficas, pero las tablas con resultados numéricos se encuentran ubicadas en el anexo 2.

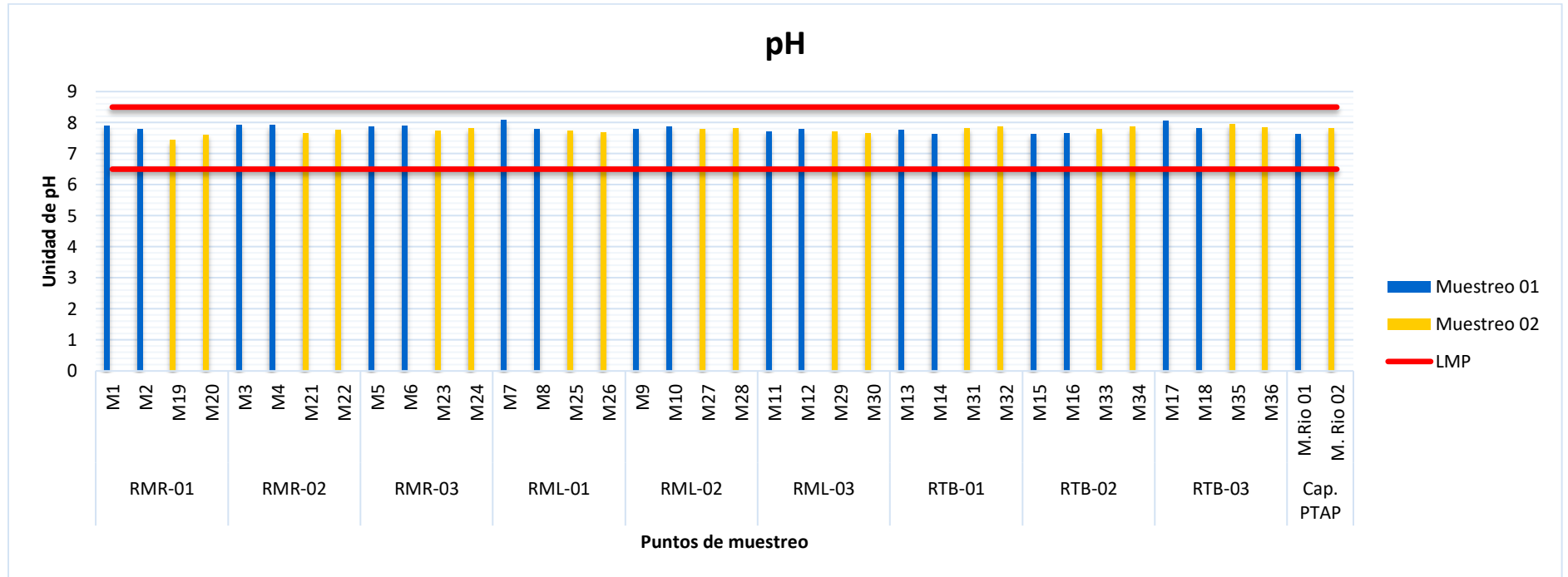
4.1. Parámetros Físico-químicos

Figura 1: Conductividad Eléctrica



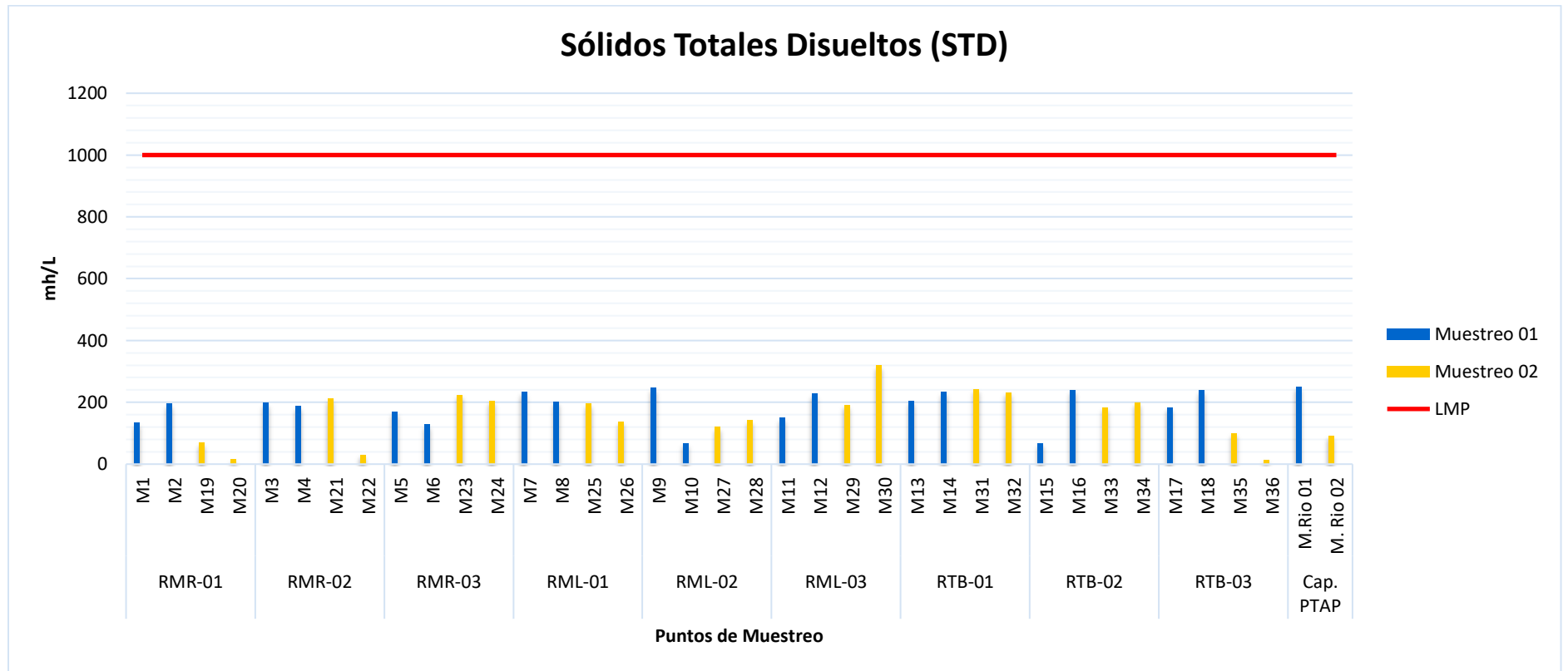
Las muestras recolectadas en todos los puntos de muestreo presentan por encima de los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA). Obteniendo una concentración mínima de valor 2260 $\mu\text{mho/cm}$ de la muestra 29 del RML-03 y una concentración máxima de 3480 $\mu\text{mho/cm}$ de la muestra 25 del RML-01 del muestreo 02 respectivamente.

Figura 2: pH



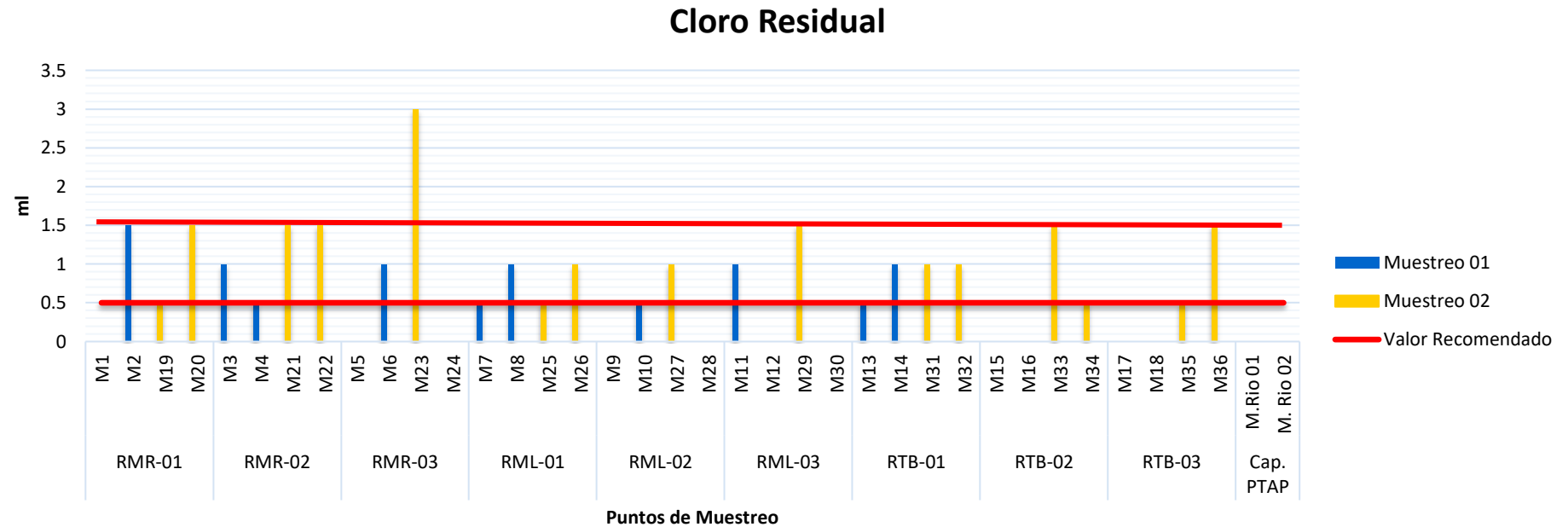
En este parámetro las concentraciones obtenidas en todos los puntos de muestreo tanto como el muestreo 1 y 2 poseen concentraciones adecuadas según los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA). Obteniendo una concentración mínima de 7.43 UpH de la muestra 19 del RMR-01 del muestreo 02 y una concentración máxima de 8.08 UpH de la muestra 7 del RML-01 muestreo 01.

Figura 3: Sólidos Totales Disueltos



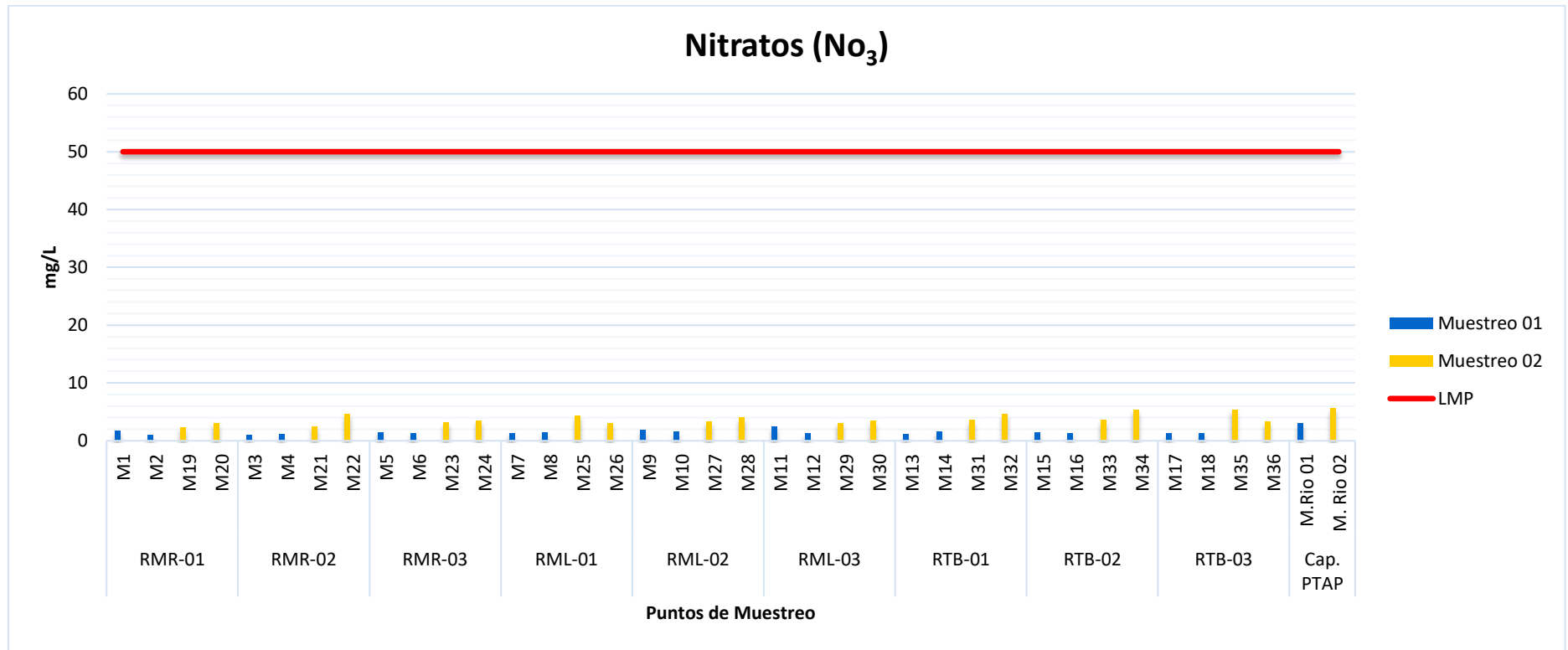
Las concentraciones encontradas en todas las muestras se encuentran por debajo de los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA). Obteniendo una concentración mínima de valor 14 mg/l de la muestra 36 del RTB-03 y una concentración máxima de 320 mg/l de la muestra 30 del RML-03 del muestreo 02 respectivamente.

Figura 4: Cloro Residual



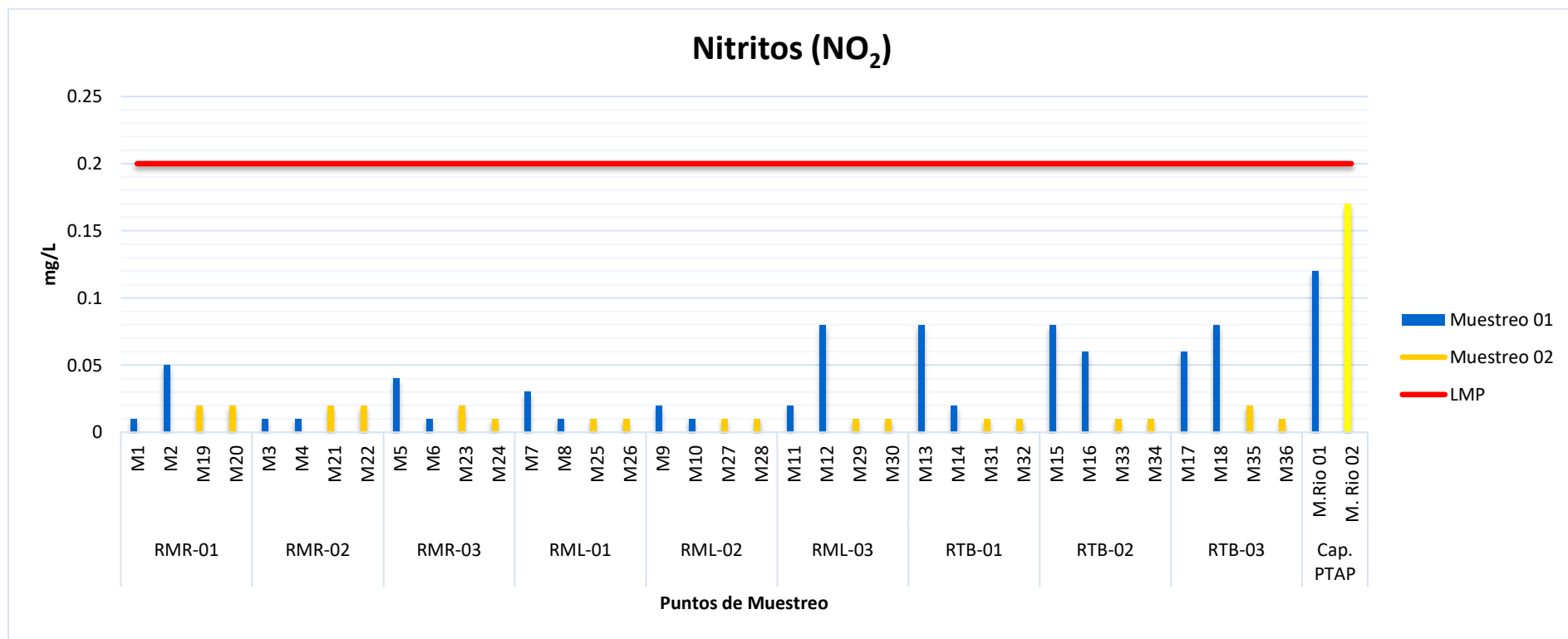
Para este parámetro las muestras 1 (RMR-01), 5 (RMR-03), 9 (RML-02), 12 (RML-03), 15 (RTB-02), 16 (RTB-02), 17 (RTB-03), 18 (RTB-03) del muestreo 01 y las muestras 24 (RMR-03), 28 (RML-02), 30 (RML-03) del muestreo 02 poseen una concentración mínima de 0 mg/l por ende sus concentraciones no llegan al valor recomendado por el MINSA, y la muestra 23 (RMR-03) del muestreo 02 posee una concentración máxima de 3 mg/l excediendo este el valor recomendado.

Figura 5: Nitratos



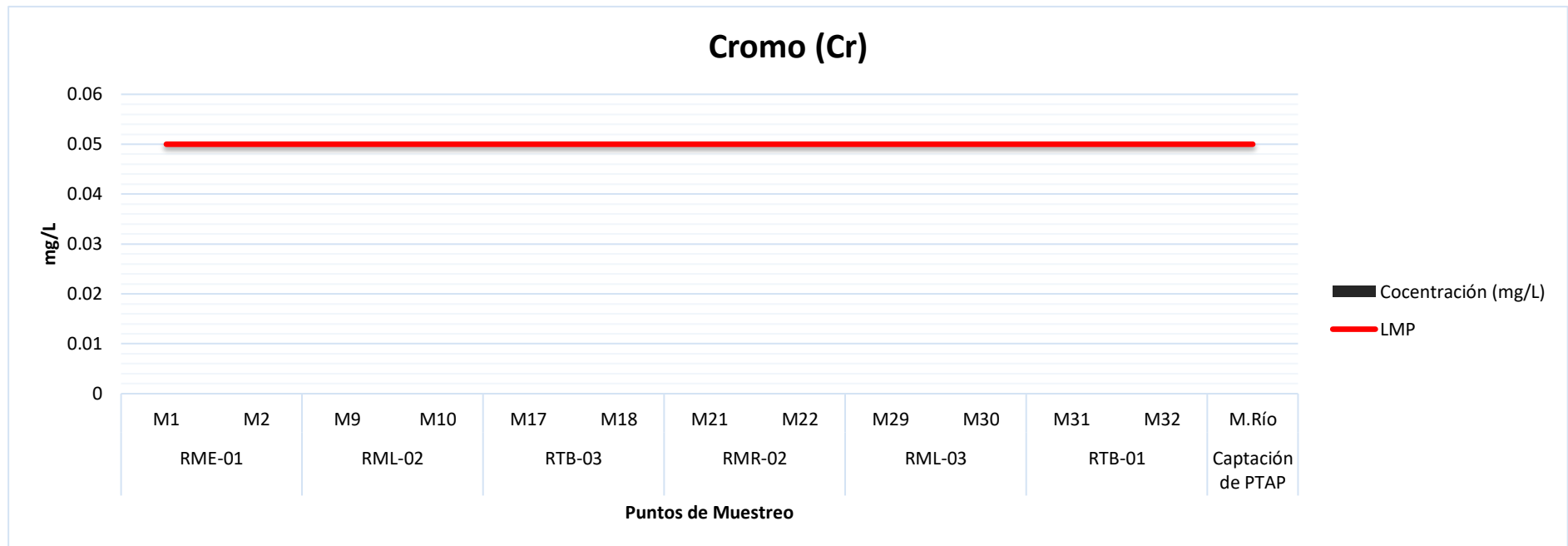
Todas las concentraciones obtenidas de Nitratos se encuentran por debajo de los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA). Obteniendo en las muestras de agua potable una concentración mínima de 1 mg/l de la muestra 2 del RMR-01 (muestreo 01) y con una concentración máxima de 5.37 mg/l de la muestra 35 del RTB-03 (muestreo 02).

Figura 6: Nitritos



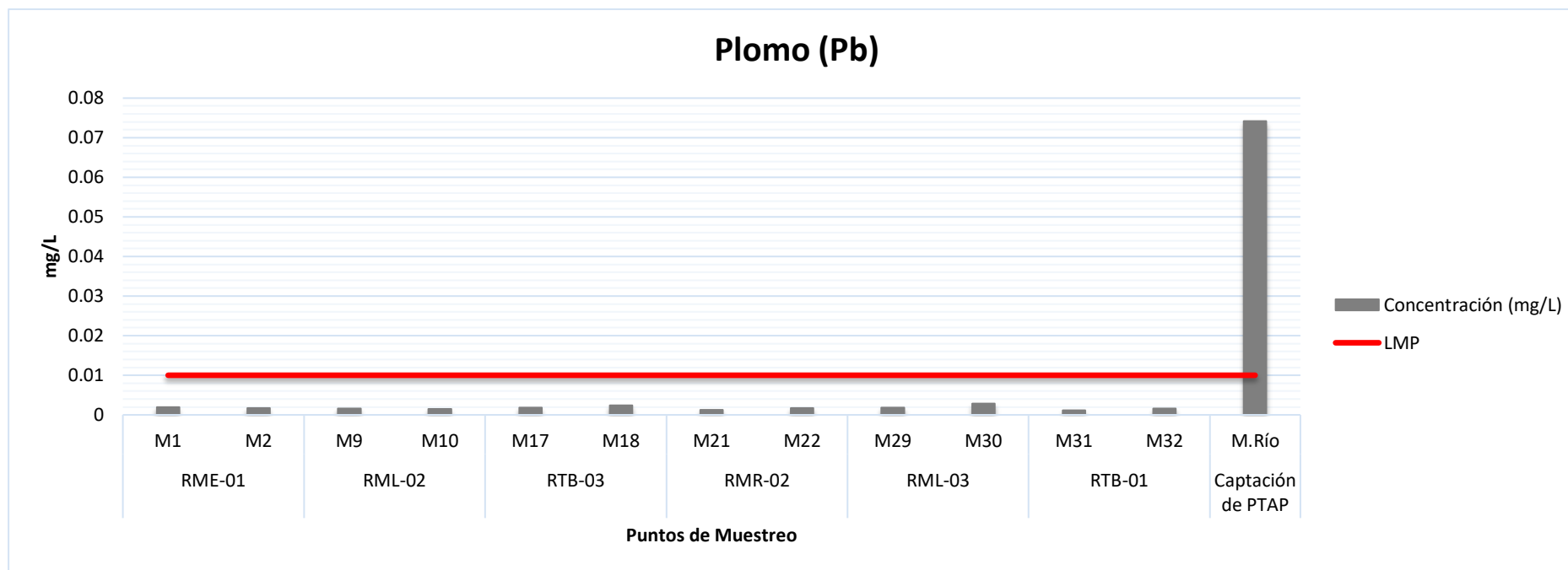
En este parámetro todas las concentraciones obtenidas están por debajo de los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA). Con una concentración mínima de 0.01 mg/l de la muestra 01 del RMR-01 y una concentración máxima de 0.08 mg/l de la muestra 12 del RML-03 del muestreo 01 respectivamente.

Figura 7: Cromo



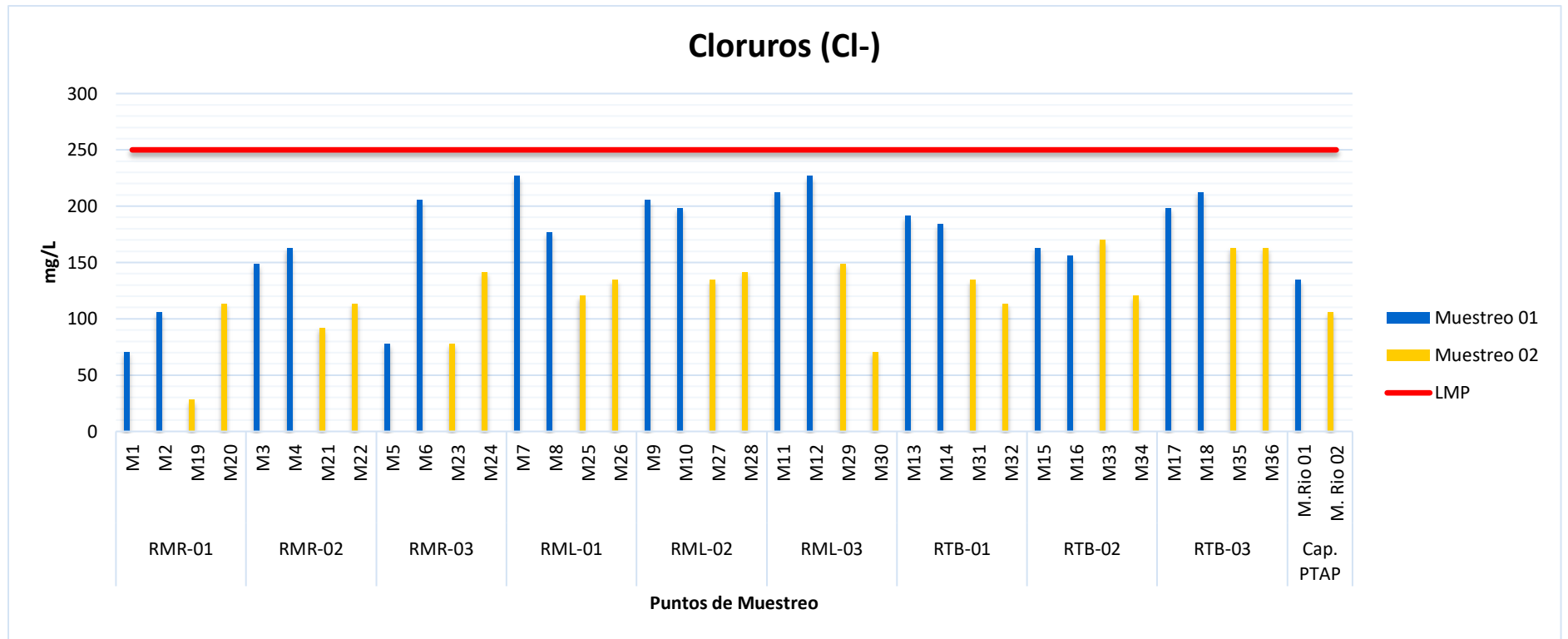
Con respecto a este parámetro, ninguna de las muestras de agua recolectadas presentó concentraciones de Cromo, lo que significa que no exceden los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA).

Figura 8: Plomo



Todas las concentraciones obtenidas de las muestras recolectadas de agua potable se encuentran por debajo de los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA), a excepción de la muestra M.Río que presentó una concentración de 0.07417mg/l, excediendo significativamente los LMP.

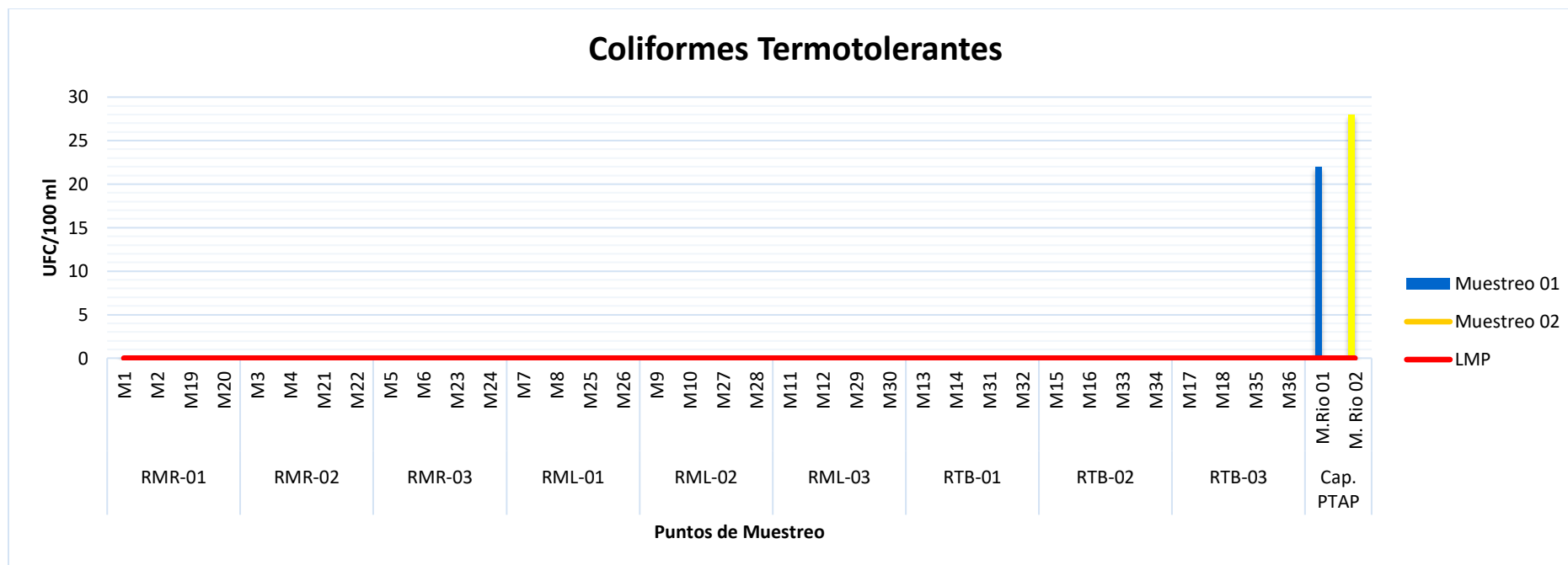
Figura 9: Cloruros



Todas las concentraciones obtenidas en ambos muestreos no exceden los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA). Las concentraciones mínimas y máximas que se obtuvieron fueron de 28.36 mg/l de la muestra 19 del RMR-01 (muestreo 02) y 226.88 mg/l de la muestra 07 del RML-01 (muestreo 01) respectivamente.

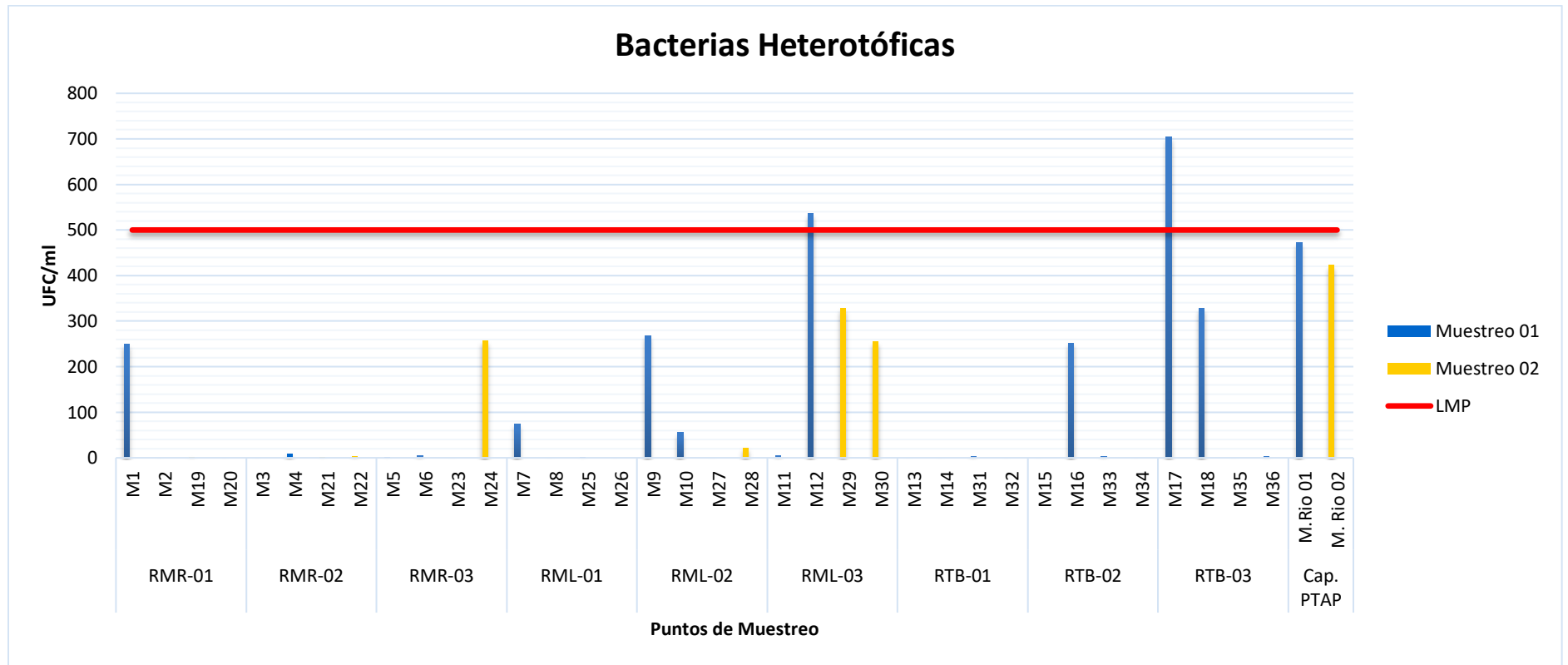
4.2. Parámetros Microbiológicos

Figura 10: Coliformes Termotolerantes



Con respecto a este parámetro, ninguna de las muestras de agua potable recolectadas presentó Coliformes Termotolerantes, por consiguiente, se puede decir que no exceden los LMP que están establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA). A excepción de la muestra M.Río 01 (muestreo 01) que registró una concentración de 22 UFC/100 ml y la muestra M.Río 02 (muestreo 02) que registró una concentración de 28 UFC/100 ml del punto de captación de PTAP respectivamente.

Figura 11: Bacterias Heterotróficas



Las muestras, 12 del RML-03 y 17 del RTB-03 del muestreo 1, con concentraciones de 536 UFC/ml y 704 UFC/ml respectivamente, exceden los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA).

V. DISCUSIONES

Se hallaron que las concentraciones de conductividad eléctrica se encuentran por encima de los LMP con una concentración mínima 2260 $\mu\text{mho/cm}$ y una concentración máxima de 3480 $\mu\text{mho/cm}$ difiriendo con el estudio de Rimaycuna J, y E. Celi (2012) ya que las concentraciones de su investigación se encontraron por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Salud. De acuerdo a la Nutrición Clínica en Medicina este exceso de sales en la salud humana conlleva al aumento de la presión arterial, induciendo también en alteraciones renales, neurales y enfermedades cardiovasculares. Como bien se sabe una forma de excreción de las sales es a través de la orina, lo que significa que un aumento relativo de estas sales se asocia con la producción de litiasis renal y osteoporosis.

Con respecto al pH se registró con una concentración mínima de 7.43 y una concentración máxima de 8.08 encontrándose aceptable dentro de los LMP establecidos por el MINSA, guardando relación con los resultados obtenidos con el estudio realizado por Rimaycuna J, y E. Celi (2012) aunque algunos de sus concentraciones excedían los LMP con valores de 8.78, 8.52.

En los Sólidos Totales Disueltos todas las muestras recolectadas obtuvieron concentraciones por debajo de los LMP con una concentración mínima de valor 14 mg/l y una concentración máxima de 320 mg/l en comparación con la investigación de Quispe, C. (2017) que obtuvo concentraciones de 15.83 a 108.19 mg/l.

Con respecto al cloro residual se registró una concentración mínima de 0 mg/l no alcanzando el valor recomendado, y una concentración máxima de 3 mg/l excediendo este el valor recomendado, difiriendo en las concentraciones encontradas por Rimaycuna J, y E. Celi (2012) con un valor de concentración mínimo fue 0.10 mg/l y una concentración máxima de 1.30 mg/l. Según la GWC, hay que tener muy cuenta la cantidad de cloro residual que se encuentra en el agua

potable, ya que si este se ingiere un agua con concentraciones elevadas de cloro, causaría daños corrosivos en los tejidos del tracto gastrointestinal.

En el parámetro de nitratos se halló una concentración mínima de 1 mg/l y una máxima de 5.37 mg/l; con respecto a los nitritos se obtuvo una concentración mínima de 0.01 mg/l y una concentración máxima de 0.08 mg/l por lo tanto ninguna de las concentraciones presentadas en todas las muestras en ambos parámetros no excede los LMP, guardando relación con la investigación Rimaycuna J, y E. Celi (2012) ya que también obtuvieron una concentración mínima y máxima de 0.45 mg/l y 6.30 mg/l de nitratos respectivamente, así mismo se registró una concentración mínima de 0.00 mg/l y una máxima de 0.05 mg/l de nitritos, observándose que también en ambos parámetros no exceden los LMP.

En caso de las concentraciones halladas de metales pesados tanto de Cr y Pb obtenidas de las muestras de agua potable, presentaron concentraciones muy por debajo de los LMP establecidos por el Ministerio de Salud (MINSA), excepto la muestra M. Río que presentó una concentración de 0.07417mg/l de Pb que excede significativamente los LMP, en comparación con la investigación de Quispe, R que demostró existe presencia de metales pesados como cadmio, cromo y plomo en los sedimentos superficiales de la parte baja de la cuenca del río Coata debido a que obtuvo concentraciones mínimas de 0.00mg/l, 4.10 mg/l y 3.75 mg/l y máximas de 0.70, 28.42 y 16.50 mg/l respectivamente, en consecuencia de las actividades humanas a las riberas del río. Así mismo la tesis de investigación que realizó Izquierdo, J obtuvo mayores concentraciones de 0.006 mg/l de As en época de estiaje, y en la época de lluvia tanto Cd con 0.001mg/l y de Pb con 0.007mg/l, en las aguas superficiales de la cuenca baja del río Jequetepeque.

Todas las concentraciones del parámetro de Cloruros en ambos muestreos no exceden los LMP y sus concentraciones mínimas y máximas fueron de 28.36 mg/l y 226.88 mg/l respectivamente, en comparación con la investigación realizada por Quispe, C. (2017) que obtuvo una variación de 5.94 a 32.89 mg/l.

En ninguna de las muestras recolectadas de agua potable presentaron Coliformes Termotolerantes por lo tanto estos no exceden los LMP, a excepción de las muestras tomadas en la captación de la PTAP de ambos muestreos que se registró una concentración de 22 UFC/100 ml en el primer muestreo y 28 UFC/100 en el segundo muestreo; en el parámetro de Bacterias Heterotróficas se registró concentraciones de 536 UFC/ml y 704 UFC/ml que exceden los LMP, discrepando con la investigación de Rimaycuna J, y E. Celi (2012) puesto que ellos registraron concentraciones que exceden los LMP como 12 UFC/10ml, 55 UFC/100ml y 38 UFC/100ml de Coliformes Termotolerantes y concentraciones de 520 UFC/ml y 612 UFC/ml de Bacterias Heterotróficas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) una excesiva cantidad de Bacterias Heterotróficas indica que existe un deterioro en la limpieza en los sistemas de distribución, existiendo posiblemente presencia de agua estancada y desarrollo de biopelículas, proliferando estas bacterias tanto en el agua como en las superficies que están en contacto con esta, como también en las mismas biopelículas. Entre los microorganismos que se pueden encontrar en este grupo de Bacterias Heterotróficas son agentes patógenos potencialmente oportunistas como *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Moraxella*, *Serratia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, pero no se ha demostrado que alguno de estos microorganismos estén relacionados con infecciones al aparato digestivo humano.

VI. CONCLUSIONES

En la determinación de la calidad físico-química del agua potable procedente de fuente superficial de Tumbes-2019, no es de buena calidad puesto que en el parámetro de conductividad eléctrica registró una concentración mínima de 2260 $\mu\text{mho/cm}$ y una concentración máxima de 3480 $\mu\text{mho/cm}$; como también en el cloro residual que arrojó una muestra con una concentración de 3 mg/l, encontrándose ambos parámetros por encima de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el Ministerio de Salud. Sin embargo se hallaron muestras de 0 mg/l de cloro residual no encontrándose dentro del valor recomendado.

Con respecto a la calidad microbiológica del agua potable se determinó que tampoco es de buena calidad, ya que en el parámetro de Bacterias Heterotróficas se hallaron dos muestras que arrojaron concentraciones de 536 UFC/ml y 704 UFC/ml que exceden los LMP.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos periódicamente de la calidad del agua potable, ya que con respecto a la conductividad eléctrica se encontraron valores que estaban por encima de los LMP.
- Mejorar los procesos de coagulación y floculación por parte de la Planta de Tratamiento Agua Potable (PTAP) para la eliminación del exceso de sales que se encuentran presentes en agua potable consumida por la población.
- Mejorar la aplicación de cloro para impedir el exceso o ausencia de este y por ende lograr una eliminación adecuada de bacterias.
- Cambio paulatino de las redes de agua, para evitar la formación excesiva de Bacterias Heterotóficas en el agua potable.
- Utilizar como base esta investigación para posteriores investigaciones sobre calidad de agua potable, ya que esto es un problema que viene aquejando a la ciudad de Tumbes durante muchos años.
- Realizar investigaciones sobre tratamientos que ayuden a impulsar a la mejora de la calidad de agua que nos brinda la PTAP.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Campos, N. (1990). La contaminación por metales pesados en la Ciénaga Grande de Santa María, Caribe Colombiano, Caldasia 16: 231 - 144 pp. Arce, H; Barrantes, A. 2004. La madera en Costa Rica; situación actual y perspectivas. San José, Costa Rica, ONF, SINAC, Fonafifo. 25 p.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua) 2012. Política y estrategia nacional de recursos hídricos. Perú. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/media/527865/política%20y%20estrategia%20nacional_.pdf
- MAPANA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) Gobierno de España 2016. Metales Pesados. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/metales_pesados.aspx
- UPCT (Universidad Politécnica de Cartagena) 2015. Análisis de Aguas. Disponible en: https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf
- Rimaycuna J, y E. Celi. 2012. Calidad del Agua Potable en el Distrito de Tumbes por Parámetros Físicos Químicos y Microbiológicos. Tumbes-Perú
- Macías, P. 2015 Determinación de metales pesados (Pb, Cd, Cr) en agua y sedimentos de la zona estuarina del río Tuxpan, Veracruz
- Instituto Nacional de Salud 2017. Ventajas y desventajas del análisis por ICP – MS de metales pesados en muestras biológicas. Perú
- Pérez, J. 2017 Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales durante el periodo 2014-2015. Moquegua-Perú
- Quispe, D. 2017. Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de santa rosa-melgar. Puno-Perú.

- Rivera, L; Flores, H. 2016. Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán – Loreto. Iquitos – Perú.
- Álvarez, J; Amancio, F. 2014. Bioacumulación de metales pesados en peces y análisis de agua del río santa y de la laguna Chinancocha-Llanganuco periodo 2012 – 2013. Huaraz - Ancash- Perú
- Quispe, R. 2017. Evaluación de la concentración de metales pesados (cromo, cadmio y plomo) en los sedimentos superficiales en el Rio Coata. Puno-Perú
- Gerrero.R. 2017. Contaminación por metales pesados cadmio y plomo en agua, sedimento y en mejillón *mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) en los puentes 5 de junio y perimetral (Estero salado, Guayaquil-Ecuador)
- Minaya, R. 2017. Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna moronacocha, época de transición creciente-vacante. Iquitos- Perú.
- Izquiero, J; Verástegui, S. 2017. Concentración de metales pesados (as, cd, cr, hg y pb) en el agua de la cuenca baja del río jequetepeque, en relación a los estándares de calidad del agua. Cajamarca-Perú
- Raffo, E., Ruiz, E. 2014. Caracterización de las Aguas Residuales y la Demanda Bioquímica de Oxígeno. Industrial Data, vol. 17, num. 1. pp. 71-80. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Severiche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas (primera ed.). Cartagena de Indias-Colombia: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumend. net.
- Vilca, K. (2011). Calidad bacteriológica y físico química del agua de consumo humano en la localidad de Vilque. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.

Lu, E.L. Salabas, F..2017.Schüth, Angew. Chem. Int. Ed. 46 1222.

Analytica Chimica. 2010. Acta A nanoparticle-based solid-phase extraction procedure followed by flow injection inductively coupled plasma-optical emission spectrometry to determine some heavy metal ions in water samples.

Department of Zoology, Shivaji University, Kolhapur- 416 004, (M.S.), India. 2009. Analysis of water quality using physico-chemical parameters tamdalge tank in kolhapur district, maharashtra.

Relationship between bacterial regrowth and some physical and chemical parameters within Sydney's drinking water distribution system.

Nilsson, F; Soderman, O. 1996. Physical-Chemical Properties of the n-Octyl β -D-Glucoside/Water System. A Phase Diagram, Self-Diffusion NMR, and SAXS Study. Langmuir.

M. Soylak, F. Armagan Aydin, S. Saracoglu, L. Elci, M. Dogan. 2002. Chemical Analysis of Drinking Water Samples from Yozgat, Turkey

University of Ilorin, Department of Zoology, Pmb 1515, Ilorin, Nigeria. 2008. Assessment of the Water Quality of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria, Using Selected Physico-Chemical Parameters.

American Journal of Infection Control.2006. Influence of amoebae and physical and chemical characteristics of water on presence and proliferation of Legionella species in hospital water systems.

Department of Fisheries, Faculty of Science, Lagos State University, Ojo, Lagos, Nigeria.2011. Physico-Chemical Parameters and Heavy Metal Contents of Water from the Mangrove Swamps of Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria.

Schoonover, J; Graeme, B; Pan, S.2005. Changes in chemical and physical properties of stream water across an urban-rural gradient in western Georgia.

P. Raja, A. Muhindhar Amarnath, R. Elangovan, M. Palanivel.2008 Evaluation of physical and chemical parameters of river Kaveri, Tiruchirappalli, Tamil Nadu, India.

Department of Chemistry, University of Ado Ekiti, P. M. B. 5363, Nigeria.2010.
Determination of physico-chemical parameters and heavy metals in water samples from Itaogbolu area of Ondo-State, Nigeria.

Journal of Applied Sciences.2009. Optimization the Relationship Between Water Quality Index and Physical and Chemical Parameters of Water in Bamdezh Wetland, Iran. Disponible en
<https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=jas.2009.3900.3905>

IX. ANEXOS

Anexo 1: Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Salud

Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible
Conductividad Eléctrica	µmho/cm	1500
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	1000
Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50
Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	0.20
Cromo	mg Cr L ⁻¹	0.050
Plomo	mg Pb L ⁻¹	0.010
Cloruros	mg Cl - L ⁻¹	250
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 ML a 44.5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/ML a 35°C	500

Fuente: DS N° 031-2010-SA.

Anexo 2: Concentraciones del Primer Muestreo

Conductividad Eléctrica			
Reservorio	Muestra	Concentración (µmho/cm)	LMP(µmho/cm)
RMR-01	M1	3320	1500
	M2	3320	1500
RMR-02	M3	2890	1500
	M4	3310	1500
RMR-03	M5	3200	1500
	M6	2860	1500
RML-01	M7	3270	1500
	M8	3320	1500
RML-02	M9	3240	1500
	M10	3300	1500
RML-03	M11	3370	1500
	M12	3080	1500
RTB-01	M13	2780	1500
	M14	2690	1500
RTB-02	M15	3180	1500
	M16	2470	1500
RTB-03	M17	2310	1500
	M18	3240	1500
Cap. PTAP	M. Río 01	2660	1500

pH				
Reservorio	Muestra	Concentración (U de pH)	LMP (U de pH)	
RMR-01	M1	7.9	6.5	8.5
	M2	7.78	6.5	8.5
RMR-02	M3	7.93	6.5	8.5
	M4	7.92	6.5	8.5
RMR-03	M5	7.88	6.5	8.5
	M6	7.89	6.5	8.5
RML-01	M7	8.08	6.5	8.5
	M8	7.8	6.5	8.5
RML-02	M9	7.79	6.5	8.5
	M10	7.88	6.5	8.5
RML-03	M11	7.72	6.5	8.5
	M12	7.79	6.5	8.5
RTB-01	M13	7.76	6.5	8.5
	M14	7.63	6.5	8.5
RTB-02	M15	7.64	6.5	8.5
	M16	7.66	6.5	8.5
RTB-03	M17	8.06	6.5	8.5
	M18	7.82	6.5	8.5
Cap. PTAP	M. Río 01	7.63	6.5	8.5

Sólidos Totales Disueltos (STD)			
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	LMP(mg/l)
RMR-01	M1	134	1000
	M2	196	1000
RMR-02	M3	198	1000
	M4	188	1000
RMR-03	M5	170	1000
	M6	128	1000
RML-01	M7	234	1000
	M8	202	1000
RML-02	M9	246	1000
	M10	68	1000
RML-03	M11	150	1000
	M12	228	1000
RTB-01	M13	204	1000
	M14	234	1000
RTB-02	M15	68	1000
	M16	240	1000
RTB-03	M17	184	1000
	M18	238	1000
Cap. PTAP	M. Río 01	250	1000

Cloro Residual				
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	Valor recomendado	
RMR-01	M1	0	0.5	1.5
	M2	1.5	0.5	1.5
RMR-02	M3	1	0.5	1.5
	M4	0.5	0.5	1.5
RMR-03	M5	0	0.5	1.5
	M6	1	0.5	1.5
RML-01	M7	0.5	0.5	1.5
	M8	1	0.5	1.5
RML-02	M9	0	0.5	1.5
	M10	0.5	0.5	1.5
RML-03	M11	1	0.5	1.5
	M12	0	0.5	1.5
RTB-01	M13	0.5	0.5	1.5
	M14	1	0.5	1.5
RTB-02	M15	0	0.5	1.5
	M16	0	0.5	1.5
RTB-03	M17	0	0.5	1.5
	M18	0	0.5	1.5
Cap. PTAP	M. Río 01	250	0.5	1.5

Nitratos (NO ₃)			
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	LMP (mg/l)
RMR-01	M1	1.67	50
	M2	1	50
RMR-02	M3	1.01	50
	M4	1.09	50
RMR-03	M5	1.46	50
	M6	1.31	50
RML-01	M7	1.33	50
	M8	1.44	50
RML-02	M9	1.86	50
	M10	1.52	50
RML-03	M11	2.4	50
	M12	1.25	50
RTB-01	M13	1.08	50
	M14	1.52	50
RTB-02	M15	1.38	50
	M16	1.34	50
RTB-03	M17	1.32	50
	M18	1.34	50
Cap. PTAP	M. Río 01	3.01	50

Nitritos (NO ₂)			
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	LMP (mg/L)
RMR-01	M1	0.01	0.2
	M2	0.05	0.2
RMR-02	M3	0.01	0.2
	M4	0.01	0.2
RMR-03	M5	0.04	0.2
	M6	0.01	0.2
RML-01	M7	0.03	0.2
	M8	0.01	0.2
RML-02	M9	0.02	0.2
	M10	0.01	0.2
RML-03	M11	0.02	0.2
	M12	0.08	0.2
RTB-01	M13	0.08	0.2
	M14	0.02	0.2
RTB-02	M15	0.08	0.2
	M16	0.06	0.2
RTB-03	M17	0.06	0.2
	M18	0.08	0.2
Cap. PTAP	M. Río 01	0.12	0.2

Cloruros (Cl-)			
Reservorio	Muestra	Concentración (ppm)	LMP (ppm)
RMR-01	M1	70.9	250
	M2	106.35	250
RMR-02	M3	148.89	250
	M4	163.07	250
RMR-03	M5	77.99	250
	M6	205.61	250
RML-01	M7	226.88	250
	M8	177.25	250
RML-02	M9	205.61	250
	M10	198.52	250
RML-03	M11	212.7	250
	M12	226.88	250
RTB-01	M13	191.43	250
	M14	184.34	250
RTB-02	M15	163.07	250
	M16	155.98	250
RTB-03	M17	198.52	250
	M18	212.7	250
Cap. PTAP	M. Río 01	134.71	250

Coliformes Termotolerantes			
Reservorio	Muestra	Concentración (UFC/100 ml)	LMP (UFC/100 ml)
RMR-01	M1	0	0
	M2	0	0
RMR-02	M3	0	0
	M4	0	0
RMR-03	M5	0	0
	M6	0	0
RML-01	M7	0	0
	M8	0	0
RML-02	M9	0	0
	M10	0	0
RML-03	M11	0	0
	M12	0	0
RTB-01	M13	0	0
	M14	0	0
RTB-02	M15	0	0
	M16	0	0
RTB-03	M17	0	0
	M18	0	0
Cap. PTAP	M. Río 01	22	0

Bacterias Heterotróficas			
Reservorio	Muestra	Concentración (UFC/100 ml)	LMP (UFC/ml)
RMR-01	M1	250	500
	M2	0	500
RMR-02	M3	0	500
	M4	9	500
RMR-03	M5	1	500
	M6	4	500
RML-01	M7	75	500
	M8	0	500
RML-02	M9	268	500
	M10	56	500
RML-03	M11	4	500
	M12	536	500
RTB-01	M13	0	500
	M14	0	500
RTB-02	M15	0	500
	M16	252	500
RTB-03	M17	704	500
	M18	328	500
Cap. PTAP	M. Río 01	472	500

Anexo 3: Concentraciones del Segundo Muestreo

Conductividad Eléctrica			
Reservorio	Muestra	Concentración (µmho/cm)	LMP(µmho/cm)
RMR-01	M19	2660	1500
	M20	2730	1500
RMR-02	M21	3300	1500
	M22	3460	1500
RMR-03	M23	2640	1500
	M24	3220	1500
RML-01	M25	3480	1500
	M26	3070	1500
RML-02	M27	3290	1500
	M28	3320	1500
RML-03	M29	2260	1500
	M30	2290	1500
RTB-01	M31	3380	1500
	M32	3140	1500
RTB-02	M33	3140	1500
	M34	3360	1500
RTB-03	M35	2670	1500
	M36	2290	1500
Cap. PTAP	M. Río 02	3330	1500

pH				
Reservorio	Muestra	Concentración (U de pH)	LMP (U de pH)	
RMR-01	M19	7.43	6.5	8.5
	M20	7.61	6.5	8.5
RMR-02	M21	7.65	6.5	8.5
	M22	7.76	6.5	8.5
RMR-03	M23	7.73	6.5	8.5
	M24	7.83	6.5	8.5
RML-01	M25	7.75	6.5	8.5
	M26	7.68	6.5	8.5
RML-02	M27	7.8	6.5	8.5
	M28	7.83	6.5	8.5
RML-03	M29	7.7	6.5	8.5
	M30	7.66	6.5	8.5
RTB-01	M31	7.83	6.5	8.5
	M32	7.88	6.5	8.5
RTB-02	M33	7.79	6.5	8.5
	M34	7.86	6.5	8.5
RTB-03	M35	7.95	6.5	8.5
	M36	7.84	6.5	8.5
Cap. PTAP	M. Río 02	7.82	6.5	8.5

Sólidos Totales Disueltos (STD)			
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	LMP (mg/L)
RMR-01	M19	70	1000
	M20	14	1000
RMR-02	M21	212	1000
	M22	30	1000
RMR-03	M23	224	1000
	M24	204	1000
RML-01	M25	196	1000
	M26	138	1000
RML-02	M27	120	1000
	M28	142	1000
RML-03	M29	192	1000
	M30	320	1000
RTB-01	M31	242	1000
	M32	232	1000
RTB-02	M33	184	1000
	M34	200	1000
RTB-03	M35	100	1000
	M36	14	1000
Cap. PTAP	M. Río 02	92	1000

Cloro Residual				
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	Valor recomendado	
RMR-01	M19	0.5	0.5	1.5
	M20	1.5	0.5	1.5
RMR-02	M21	1.5	0.5	1.5
	M22	1.5	0.5	1.5
RMR-03	M23	3	0.5	1.5
	M24	0	0.5	1.5
RML-01	M25	0.5	0.5	1.5
	M26	1	0.5	1.5
RML-02	M27	1	0.5	1.5
	M28	0	0.5	1.5
RML-03	M29	1.5	0.5	1.5
	M30	0	0.5	1.5
RTB-01	M31	1	0.5	1.5
	M32	1	0.5	1.5
RTB-02	M33	1.5	0.5	1.5
	M34	0.5	0.5	1.5
RTB-03	M35	0.5	0.5	1.5
	M36	1.5	0.5	1.5
Cap. PTAP	M. Río 02	0	0.5	1.5

Nitratos (NO3)			
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	LMP (mg/l)
RMR-01	M19	2.33	50
	M20	3.06	50
RMR-02	M21	2.5	50
	M22	4.67	50
RMR-03	M23	3.1	50
	M24	3.53	50
RML-01	M25	4.27	50
	M26	3.06	50
RML-02	M27	3.32	50
	M28	4.01	50
RML-03	M29	3.08	50
	M30	3.39	50
RTB-01	M31	3.55	50
	M32	4.57	50
RTB-02	M33	3.54	50
	M34	5.3	50
RTB-03	M35	5.37	50
	M36	3.27	50
Cap. PTAP	M. Río 02	5.66	50

Cloruros (Cl-)			
Reservorio	Muestra	Concentración (ppm)	LMP (ppm)
RMR-01	M19	28.36	250
	M20	113.44	250
RMR-02	M21	92.17	250
	M22	113.44	250
RMR-03	M23	77.99	250
	M24	141.8	250
RML-01	M25	120.53	250
	M26	134.71	250
RML-02	M27	134.71	250
	M28	141.8	250
RML-03	M29	148.89	250
	M30	70.9	250
RTB-01	M31	134.71	250
	M32	113.44	250
RTB-02	M33	170.16	250
	M34	120.53	250
RTB-03	M35	163.07	250
	M36	163.07	250
Cap. PTAP	M. Río 02	106.35	250

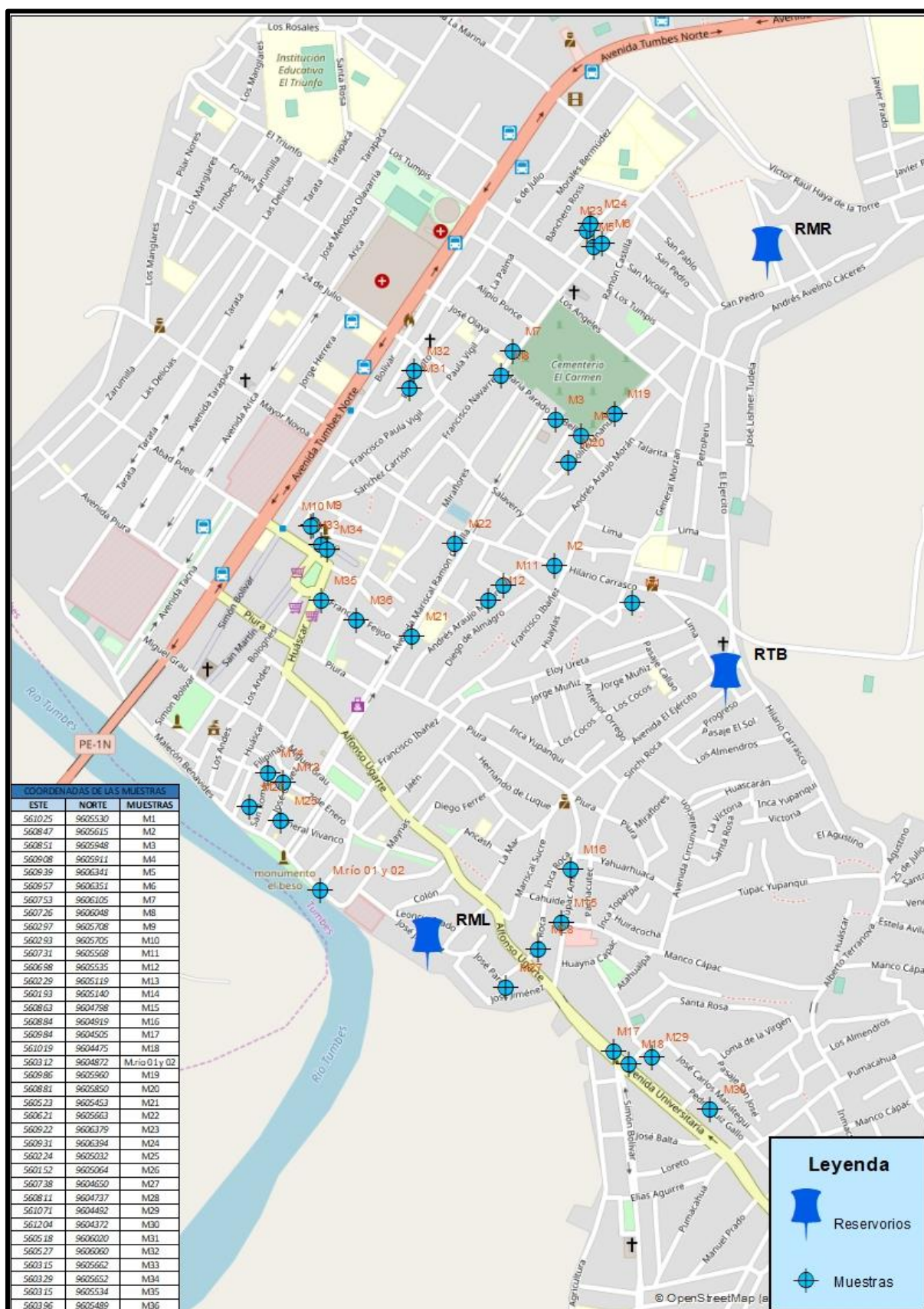
Coliformes Termotolerantes			
Reservorio	Muestra	Concentración (UFC/100 ml)	LMP (UFC/100 ml)
RMR-01	M19	0	0
	M20	0	0
RMR-02	M21	0	0
	M22	0	0
RMR-03	M23	0	0
	M24	0	0
RML-01	M25	0	0
	M26	0	0
RML-02	M27	0	0
	M28	0	0
RML-03	M29	0	0
	M30	0	0
RTB-01	M31	0	0
	M32	0	0
RTB-02	M33	0	0
	M34	0	0
RTB-03	M35	0	0
	M36	0	0
Cap. PTAP	M. Río 02	28	0

Bacterias Heterotróficas			
Reservorio	Muestra	Concentración (UFC/100 ml)	LMP (UFC/ml)
RMR-01	M19	2	500
	M20	0	500
RMR-02	M21	1	500
	M22	3	500
RMR-03	M23	0	500
	M24	256	500
RML-01	M25	1	500
	M26	0	500
RML-02	M27	0	500
	M28	22	500
RML-03	M29	328	500
	M30	255	500
RTB-01	M31	3	500
	M32	0	500
RTB-02	M33	3	500
	M34	0	500
RTB-03	M35	0	500
	M36	2	500
Cap. PTAP	M. Río 02	423	500

Cromo (Cr)			
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	LMP
RME-01	M1	0	0.05
	M2	0	0.05
RML-02	M9	0	0.05
	M10	0	0.05
RTB-03	M17	0	0.05
	M18	0	0.05
RMR-02	M21	0	0.05
	M22	0	0.05
RML-03	M29	0	0.05
	M30	0	0.05
RTB-01	M31	0	0.05
	M32	0	0.05
Cap. de PTAP	M. Río	0	0.05

Plomo (Pb)			
Reservorio	Muestra	Concentración (mg/L)	LMP
RME-01	M1	0.001954	0.01
	M2	0.001667	0.01
RML-02	M9	0.001587	0.01
	M10	0.001493	0.01
RTB-03	M17	0.00178	0.01
	M18	0.002418	0.01
RMR-02	M21	0.001268	0.01
	M22	0.001696	0.01
RML-03	M29	0.001873	0.01
	M30	0.002913	0.01
RTB-01	M31	0.001155	0.01
	M32	0.001632	0.01
Cap. de PTAP	M. Río	0.07417	0.01

Anexo 4: Ubicación de los puntos de muestreo y reservorios de agua potable



Anexo 5: Fotografías



Foto N°01: Preparación y vertimiento de las placas con el caldo M-FC y/o agar plate count.



Foto N°02: Aplicación de ácido nítrico para la determinación de metales pesados.



Foto N°03: Recolección de muestras de agua.

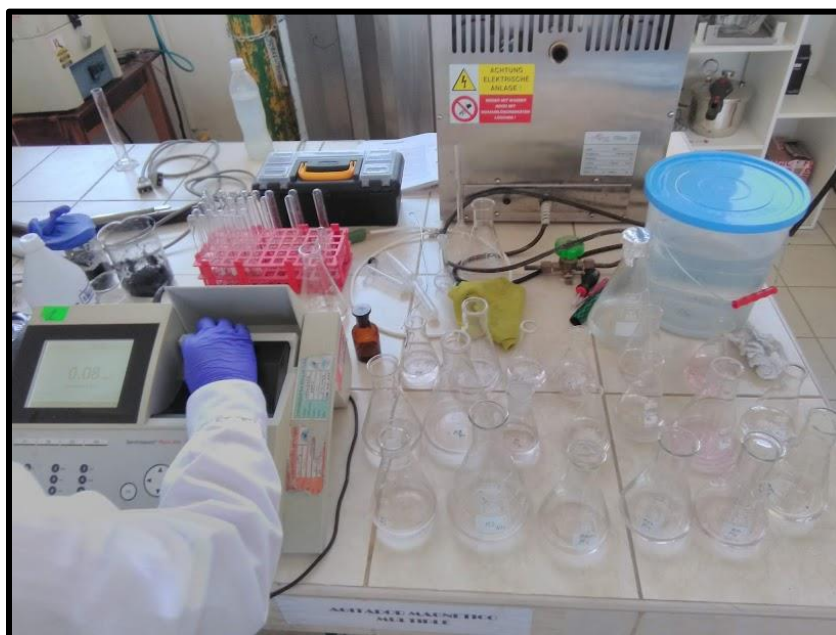


Foto N°04: Determinación de los parámetros de NO_3 y NO_2 .



Foto N°05: Determinación de Cl⁻.



Foto N°06: Instalación de bomba generadora de vacío para la determinación de Coliformes Termotolerantes.



Foto N°07: Colocado de la membrana de nitrocelulosa en la placa con el caldo MFC.

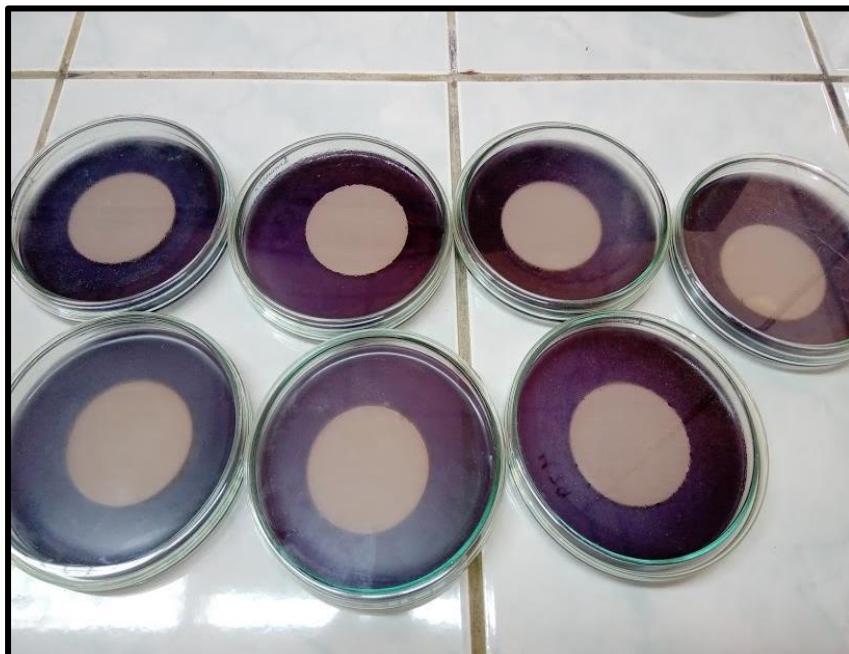


Foto N°08: Recuento de Coliformes Termotolerantes.

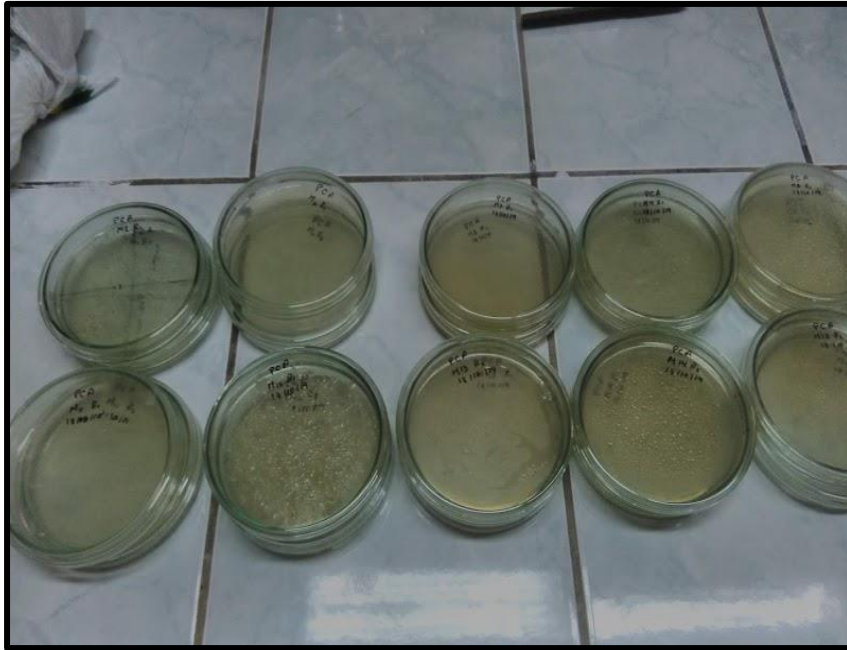


Foto N°09: Recuento de Bacterias Heterotróficas.



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Antoni Cherres
Título del ejercicio: Informe Final Cherres-IFMA
Título de la entrega: Informe Final ACherrez 26-08-2020
Nombre del archivo: Informe_de_Tesis_ACherres_26-08-2020...
Tamaño del archivo: 5.53M
Total páginas: 79
Total de palabras: 11,870
Total de caracteres: 61,019
Fecha de entrega: 26-ago-2020 11:23a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1374416269

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del
agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes - 2019

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Forestal y del Medio
Ambiente

Autor:

Dr. Antoni Patric Cherres Seminario

Tumbes, 2020

Informe Final ACherez 26-08-2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE
INTERNET

4%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.untumbes.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.unapiquitos.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.upagu.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

pt.scribd.com

Fuente de Internet

1%

5

tinhot.ferozo.com

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.udl.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

49	Thierry Lodé. "Habitat Selection and Mating Success in a Mustelid", International Journal of Zoology, 2011 Publicación	<1%
50	repositorio.ins.gob.pe Fuente de Internet	<1%
51	scadaintouch.blogspot.com Fuente de Internet	<1%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words