UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA Y DOMICILIARIA, ABASTECIDAS POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE EMAPACOP S.A., CALLERIA, CORONEL PORTILLO, UCAYALI, 2018

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

ALVA RODAS JAIME NORMAN

DIAZ MARIN PEDRO BRUNO

PUCALLPA - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

COMISIÓN DE GRADOS Y TITULOS
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 86

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 12:45 horas del día 01 de marzo del 2019, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, los miembros del jurado calificador integrado por los siguientes docentes:

Dr. FERNANDO VELASQUEZ DE LA CRUZ	Presidente
Dr. Carlos Panduro Carbajal	Miembro
Ing. M. Sc. Carlos Padilla Ruíz	Miembro

Se reunieron para evaluar la sustentación de tesis: **"Evaluación de la calidad del agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de EMAPACOP S.A., Callería, Coronel Portillo, Ucayali, 2018"**, presentado por los Bachilleres: **JAIME NORMAN ALVA RODAS** y **PEDRO BRUNO DÍAZ MARÍN**.

Finalizada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado calificador, siendo absueltas satisfactoriamente por los sustentantes; según por lo cual la tesis fue **APROBADA** por **UNANIMIDAD**, con el calificativo de bueno.

Por lo que se les declara aptos para obtener el título de **INGENIERO AMBIENTAL**, siendo asesor de tesis la docente, Ing. M. Sc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez.
Siendo las 14:00 horas se dio por concluido el acto académico.

Dr. FERNANDO VELASQUEZ DE LA CRUZ
Presidente

Dr. CARLOS PANDURO CARBAJAL
Miembro

Ing. M. Sc. CARLOS RUÍZ PADILLA
Miembro

ACTA DE APROBACION

Esta tesis fue aprobada por el jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Titulo Profesional de Ingeniero Ambiental:

Dr. Fernando Velasques de la Cruz ----------
Presidente

Dr. Carlos Panduro Carbajal ----------
Miembro

Ing. M. Sc. Carlos Ruiz Padilla ----------
Miembro

Ing. M. Sc. Gladys Elena Rojas Gutierrez ----------
Asesor

Bach. Jaime Norman Alva Rodas ----------
Tesista

Bach. Pedro Bruno Diaz Marin ----------
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Constancia

N° 055

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el PROYECTO DE INVESTIGACION titulado:

"EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS REDES DE DISTRIBUCION SECUNDARIA Y DOMICILIARIA, ABASTECIDAS POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE EMAPACOP S.A., CALLERIA, CORONEL PORTILLO, UCAYALI, 2018"

Cuyos autores son:

Jaime Norman, Alva Rodas

Pedro Bruno, Díaz Marín

Asesora: **Ing. M. Sc. Gladys Elena, Rojas Gutiérrez**

Escuela: **Ingeniería Ambiental**

Facultad: **Ciencias Forestales y Ambientales**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **01%.**

El tal que de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en la DIRECTIVA DE USO

DEL SISTEMA ANTIPLAGIO (10%), en el artículo 9: "Criterios de porcentaje de similitud". Se declara, que dicho trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 19/02/2019

Firma: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL
RINA PARI QUISPE
Direc. Gral. Prod. Intel.

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS

Yo, Jaime Norman Alva Rodas

Autor de la TESIS titulada:

Evaluación de la calidad del agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de EMAPACOP SA.

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: Ing. M. Sc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez

En la Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación,

☐ **Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)

☒ **Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio)

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 22 / 03 / 2019

Email: jaime.normanrodas@gmail.com
Teléfono: 921917425

Firma:
DNI: 47226539

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS

Yo, Pablo Bruno Díaz Marín

Autor de la TESIS titulada:

Evaluación de la calidad del agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de EHAPACOP S.A.

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: Ing. M. Sc. Gladys Edna Rojas Gutierrez

En la Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación,

☐ **Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)

☒ **Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio)

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 22 / 03 / 2019

Email: bdiazm2@gmail.com
Teléfono: 993314272

Firma:
DNI: 46569836

DEDICATORIA

Dedico esta investigación en primer lugar a Dios por haberme dado la vida y haber permitido lograr mis objetivos, siempre protegiéndome, fortaleciéndome y mostrándome el camino correcto que debo seguir.

A mis padres, Jaime Alva Vásquez y Norma Antonia Rodas Bosmediano, por demostrarme que en la vida siempre se logran los sueños con esfuerzo y dedicación, por su ejemplo de perseverancia y amor, por ser mis héroes en mi vida por su esfuerzo y lucha constante para que sea cada día más un hombre de bien y encaminado en los pasos de Jesús.

A mis hermanos, Bill, Jackeline, Nadia, Silvana, Ivy y Raúl, por su gran amor a mi persona por sus enseñanzas y apoyo en el proceso de esta meta cumplida,

A una persona especial Melanie Laines Tipto que siempre ha estado conmigo en todo este proceso, que me demostró su cariño su amor incondicional tanto en los momentos buenos como malos, por todo su confianza y palabras de motivación. Agradeciendo siempre a Dios por darme esa mujer incondicional para mi vida.

A mi compañero de tesis, Pedro Bruno Diaz Marín, por la paciencia, perseverancia y apoyo para lograr nuestros objetivos.

A todas aquellas personas, que depositaron su confianza y amistad en mí, a lo largo de la ejecución de esta investigación.

Jaime Norman

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios por haberme dado la vida y haber permitido lograr mis objetivos, siempre protegiéndome, fortaleciéndome y mostrándome el camino correcto que debo seguir.

A mi esposa, Niala Andrade Rengifo, por su gran amor, apoyo y confianza incondicional, alentándome y ayudándome a ser mejor persona cada dia.

A mis hijos, Aide, Brunella y David, por ser las personas mas importantes en mi vida y por quienes haría lo imposible para verlos siempre felices.

A mis padres, Pedro Jesús Díaz Picón y María Elisa Marín García, por demostrarme siempre su amor y confianza, y haber ayudado a hacer de mi, un hombre de bien, por sus consejos y su apoyo incondicional en los momentos difíciles y por la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mis hermanos, Xiomara, Danitza y Piero, por su gran cariño hacia mí, y el aliento que siempre recibi de ellos, en los momentos que mas necesitaba.

A mi abuelita, Esther Picón Panduro, que, desde el cielo, se que celebra muy orgullosa este logro.

A mi compañero de tesis, Jaime Norman Alva Rodas, por la paciencia, perseverancia y apoyo para lograr nuestro objetivo.

A todas aquellas personas, que depositaron su confianza y amistad en mi, a lo largo de la ejecución de esta investigación.

Pedro Bruno

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la inteligencia, sabiduría y fuerza necesaria para salir adelante cumpliendo nuestros objetivos.

A nuestras familias, por el amor, paciencia y apoyo a lo largo de nuestras vidas.

A nuestra asesora, Ing. Gladys Elena Rojas Gutierrez, por el apoyo incondicional durante el desarrollo de esta tesis, y durante los años de estudios y las enseñanzas y orientación que permitieron nuestra formación.

A nuestro co-asesor, Blgo. Eric Mananita Terrones, por su dedicación y paciencia y por ser nuestro guía e instructor en el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarnos la oportunidad de realizarnos como profesionales.

A todas aquellas personas que colaboraron o participaron con el desarrollo de esta tesis, hacemos extensivo nuestro mas sincero agradeciminto.

RESUMEN

En el presente estudio de investigación se evaluó la calidad de agua potable en dos niveles de distribución, en la distribución secundaria, las muestras de agua fueron tomadas directamente de los hidrantes contra incendios ubicados en las calles, y en la distribución domiciliaria, las muestras fueron tomadas directamente de las conexiones de agua dentro de las viviendas, de los usuarios que están conectados a la red de distribución de la planta de tratamiento de agua potable de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo Sociedad Anónima – EMAPACOP S.A.

El área de estudio estuvo comprendida, en la zona que es abastecida por la planta de tratamiento, en este caso, según la zonificación de la EPS EMAPACOP S.A., la Zona 1, dividido en 03 sub zonas, Zona 1A (Cercado de Pucallpa), Zona 1B (El Arenal) y Zona 1C (San Fernando), ubicados todos dentro del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.Esta investigación se realizo en los meses de marzo y abril, se tomó en cuenta la ubicación de los hidrantes contra incendio dentro del área de estudio y dos viviendas como muestras referenciales para cada hidrante muestreado.

Los parámetros estudiados fueron: coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbidez, color, solidos totales disueltos, pH, temperatura, conductividad, hierro, manganeso, aluminio y cloro residual.

Los análisis fisicoquímicos mostraron que en el parámetro color, algunas muestras de hidrantes de la red de distribución secundaria y algunas muestras de la red de distribución primaria, sobrepasan los límites

máximos permisibles según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, mientras que en el resto de parámetros analizados todos cumplen con los limites máximos permisibles. Los análisis microbiológicos mostraron que todas las muestras de la red de distribución secundaria y domiciliaria cumplen con los limites máximos permisibles según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, por lo que se consideran aptas para el consumo humano.

Palabras Claves: Distribucion Secundaria, Distribucion Domiciliaria, Parametros, Limites Maximos Permisibles.

ABSTRACT

In this research study, the quality of drinking water was evaluated at two levels of distribution, in the secondary distribution, which were water samples were directly contracted from the risks in the streets, and in the household distribution, whose samples were The companies that are dedicated to the management of drinking water of the EMAPACOP S.A.

The study area was comprised only by the area that is supplied by the treatment plant, in this case, according to the zoning of EMAPACOP S.A., Zone 1, divided into 03 sub zones, Zone 1A (Cercado de Pucallpa) , Zone 1B (El Arenal) and Zone 1C (San Fernando), all within the district of Calleria, Province of Coronel Portillo, Department of Ucayali, this investigation was conducted in the period of March and April, was taken in account the location of the fire hydrants within the study area and the dwellings as reference samples for each hydrant sampled.

The parameters studied were: total coliforms, thermotolerant coliforms, turbidity, color, dissolved solids, pH, temperature, conductivity, iron, manganese, aluminum and residual chlorine.

The physicochemical analysis showed that in the color of the color, some samples of the maximum permissible limits according to the Supreme Decree N ° 031-2010-SA, while in the rest of the analyzed parameters all comply with the maximum permissible limits. The microbiological analyzes presented the maximum permissible limits according to Supreme Decree N ° 031-2010-SA, for which reason they are considered suitable for human consumption.

Key Words: Secondary Distribution, Domiciliary Distribution, Parameters, Maximum Permissible Limits

ÍNDICE

RESUMEN vii
ABSTRACT XII
ÍNDICE XIII
ÍNDICE DE TABLAS XIII
ÍNDICE DE FIGURAS XIII
I. INTRODUCCION 1
CAPÍTULO I 2
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA 2
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA 3
1.2.1 PROBLEMA GENERAL 3
1.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS 2
CAPÍTULO II 5
2.1 MARCO TEÓRICO 5
2.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA 5
2.1.2. AGUA TRATADA Y APTA PARA CONSUMO HUMANO 6
2.1.3. CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGUA 6
2.1.4. CARACTERISITICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA 8
2.1.5. CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA 9
2.1.6. REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO 10
2.1.7. TRATAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES 11
2.1.8. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA SEGÚN LOS CONTAMINANTES 17
2.2 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS 17
2.2.1. AGUA 17
2.2.2. LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE 18
2.2.3. COAGULACIÓN 18
2.2.4. SANITIZACIÓN 18
CAPÍTULO III 19
3.1 METODOLOGÍA 19
3.1.1. METODO DE LA INVESTIGACIÓN 19
3.1.2. AREA DE ESTÚDIO 19
3.1.3. POBLACION Y MUESTRA 21
3.1.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 25
A) IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA 25
B) REALIZACIÓN DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA 25
3.1.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 39
A) TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 39

B) MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS, INDUMENTÁRIA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS 39

3.1.6. PROCESAMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 42

3.1.7. TRATAMIENTO DE DATOS 42

V. CONCLUSIONES 104

VI. RECOMENDACIONES 106

VII. REFERENCIAS 107

ANEXOS 111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. SISTEMAS DE TRATAMIENTO……..……...17
Tabla 2. LISTA DE HIDRANTES CONTRA INCENDIOS…….....22
Tabla 3. LISTA DE VIVIENDAS…….……22
Tabla4. LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE PARAMETROS DE CALIDAD MICROBIOLOGICOS……..112
Tabla 5. LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE PARAMETROS DE CALIDAD ORGANOLEPTICA……..112
Tabla 6. FICHA DE INSPECCION OCULAR ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA…….....…….....113
Tabla 7. FICHA DE INSPECCION OCULAR ZONA 1B – EL ARENAL……114
Tabla 8. FICHA DE INSPECCION OCULAR ZONA 1C – SAN FERNANDO.....115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. DIAGRAMA DE PRODUCCION DE EMAPACOP S.A.……16
Figura 2. PLANO DE UBICACIÓN DE ZONAS 1A, 1B Y 1C……...20
Figura 3. PLANO DE ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.....23
Figura 4. PLANO DE ZONA 1B – EL ARENAL…….....….24
Figura 5. PLANO DE ZONA 1C – SAN FERNANDO…….....24
Figura 6. DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.……43
Figura 7. DETERMINACION DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN HIDRANTES CON EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA..…44
Figura 8. DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..45
Figura 9. DETERMINACION DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……46
Figura 10. DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……47
Figura 11. DETERMINACION DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……48
Figura 12. DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……...49
Figura 13. DETERMINACION DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA…….…50
Figura 14. DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL…….51
Figura 15. DETERMINACION DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL..……52
Figura 16. DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……..……53
Figura 17. DETERMINACION DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……54
Figura 18. DETERMINACION DE TURBIDEZ EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……55
Figura 19. DETERMINACION DE COLOR EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA…….....56
Figura 20. DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……57
Figura 21. DETERMINACION DE PH EM HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.……..……57
Figura 22. DETERMINACION DE TEMPERATURA EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA…..……..……..58
Figura 23. DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.……...59
Figura 24. DETERMINACION DE HIERRO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA...……....60
Figura 25. DETERMINACION DE MANGANESO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA…….……61
Figura 26. DETERMINACION DE ALUMINIO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.……61
Figura 27. DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.……...62
Figura 28. DETERMINACION DE TURBIDEZ EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL.……..……63
Figura 29. DETERMINACION DE COLOR EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL.……..……64
FIGURA 30. DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B - EL ARENAL……..……64
FIGURA 31. DETERMINACION DE PH EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..65
FIGURA 32. DETERMINACION DE TEMPERATURA EN HIDRANTES DE LA ZONA

1B – EL ARENAL……..66
FIGURA 33. DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..66
FIGURA 34. DETERMINACION DE HIERRO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..67
FIGURA 35. DETERMINACION DE MANGANESO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……68
FIGURA 36. DETERMINACION DE ALUMINIO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……68
FIGURA 37. DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..69
FIGURA 38. DETERMINACION DE TURBIDEZ EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……..70
FIGURA 39. DETERMINACION DE COLOR EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……71
FIGURA 40. DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……71
FIGURA 41. DETERMINACION DE PH EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……72
FIGURA 42. DETERMINACION DE TEMPERATURA EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……73
FIGURA 43. DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……73
FIGURA 44. DETERMINACION DE HIERRO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……74
FIGURA 45. DETERMINACION DE MANGANESO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……75
FIGURA 46. DETERMINACION DE ALUMINIO EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……75
FIGURA 47. DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……76
FIGURA 48. DETERMINACION DE TURBIDEZ EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……77
FIGURA 49. DETERMINACION DE COLOR EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……78
FIGURA 50. DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……..79
FIGURA 51. DETERMINACION DE PH EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……...80
FIGURA 52. DETERMINACION DE TEMPERATURA EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……80
FIGURA 53. DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……81
FIGURA 54. DETERMINACION DE HIERRO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……82
FIGURA 55. DETERMINACION DE MANGANESO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……82
FIGURA 56. DETERMINACION DE ALUMINIO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……83
FIGURA 57. DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA……...84
FIGURA 58. DETERMINACION DE TURBIDEZ EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..85
FIGURA 59. DETERMINACION DE COLOR EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..86
FIGURA 60. DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……86
FIGURA 61. DETERMINACION DE PH EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..87

FIGURA 62. DETERMINACION DE TEMPERATURA EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL ……88
FIGURA 63. DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..88
FIGURA 64. DETERMINACION DE HIERRO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..89
FIGURA 65. DETERMINACION DE MANGANESO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..90
FIGURA 66. DETERMINACION DE ALUMINIO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..90
FIGURA 67. DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL……..91
FIGURA 68. DETERMINACION DE TURBIDEZ EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……92
FIGURA 69. DETERMINACION DE COLOR EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……93
FIGURA 70. DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……93
FIGURA 71. DETERMINACION DE PH EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – EL ARENAL……..94
FIGURA 72. DETERMINACION DE TEMPERATURA EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……95
FIGURA 73. DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……95
FIGURA 74. DETERMINACION DE HIERRO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……96
FIGURA 75. DETERMINACION DE MANGANESO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……..97
FIGURA 76. DETERMINACION DE ALUMINIO EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……97
FIGURA 77. DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO……98

I. INTRODUCCION

En el Perú, como en otros países de america latina, los ríos recorren extensas zonas altoandinas, hasta llegar a la selva, arrastrando sedimentos caracteristicos de la cuenca, además, de aquellos procedentes de efluentes de aguas residuales de alcantarillados, industrias y disoluciones de agroquímicos provenientes de zonas agrícolas. Actualmente se realizan análisis microbiológicos y fisicoquímicos que emplean equipos sofisticados, los cuales, pueden detectar trazas de componentes organicos e inorgánicos, pero cuyos resultados solo reflejan la condición del agua al momento de latoma de muestra (Anco, Cáceres, &Vargas, 2012).

Existen diferentes valores de los parámetros de calidad del agua, los cuales establecen una caracterización que determina en que tipo de actividad puede ser utilizada. Los estándares y criterios mas estrictos se aplican al agua para consumo humano. El cumplimiento de estos estándares de calidad implica pruebas y mediciones de la concentración de contaminantes microbiológicas y fisicoquímicas (Arroyo, 2017).

Por estas razones, el objetivo general de la presente investigación es evaluar la calidad de agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de la EMAPACOP S.A., para lo cual se seleccionó al distrito de Calleria, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali como el área de estudio, específicamente la Zona 1 según la zonificación de la EPS EMAPACOP S.A., dividida en 03 zubzonas, Zona 1A, Zona 1B y Zona 1C.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Cerca del 97.5% del agua en el planeta, se encuentra en los océanos y mares de agua salada y únicamente el restante 2.5% es agua dulce. Del total de agua dulce en el mundo, el 69% se encuentra en la cumbre de las montañas mas altas y en los polos, en estado sólido. El 30 % de esta agua dulce se encuentra en la humedad del suelo y en los acuíferos profundos. Solo el 1% el agua dulce del mundo, escurre por las cuencas hidrográficas en forma de ríos y arroyos para depositarse en lagos, lagunas y en otros cuerpos superficiales de agua y acuíferos y esta agua se repone regularmente a través del ciclo hidrológicos.

En algunos lugares, el agua superficial representa una fuente de agua muy importante, debido a la abundancia de la misma y el alto caudal que logran conseguir, no solo en épocas de creciente, si no también en épocas de vaciante y esto se considera un factor ambiental muy importante, ya que dependerá de este la cantidad de insumos utilizados en las plantas de tratamiento para dar las condiciones necesarias a estas aguas para su posterior consumo.

Sin embargo, a pesar del tratamiento que reciben estas aguas en las plantas de tratamiento de agua potable, siguen existiendo problemas de calidad fisicoquímica y microbiológica en la etapa de distribución de la misma.

La salud de las personas, constantemente se encuentran bajo la influencia de riesgos y circunstancias, que de una u otra forma, puedan

poner en peligro su bienestar general(Araujo Cahuana & Benito Crisostomo, 2017).

Debido a este problema, es muy importante evaluar la calidad del agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de la EMAPACOP S.A. y asi evidenciar el cumplimiento a los limites máximos permisibles (LMP) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA, y obtener datos reales de las condiciones actuales de la calidad de agua distribuida por la planta de tratamiento de la ciudad de Pucallpa.

1.2 Formulacion del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es la calidad del agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de la EMAPACOP S.A., Callería, Coronel Portillo, Ucayali?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cuáles son las características microbiológicas del agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de la EMAPACOP S.A.?

¿Cuáles son las características fisicoquímicas del agua en las redes de distribución secundarias y domiciliarias, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de la EMAPACOP S.A.?

¿Cuál es el comportamiento de las características microbiológicas y fisicoquímicas del agua potable en las redes de distribución secundaria en comparación con las características microbiológicas y fisicoquímicas

del agua potableen las redes de distribución domiciliaria de EMAPACOP S.A.?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.1 Antecedentes del problema

Calderon, C.& Orellana, V. (2015), realizaron la tesis denominada: “Control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: central, hospitalidad, balzay, paraiso, yanuncay y las granjas de irquis y romeral pertenecientes a la universidad de cuenca, Cuenca – Ecuador”. El objetivo principal de esta tesis fue determinar la calidad de agua potable que recibe la Universidad de Cuenca, considerando la totalidad de sus campus y haciendas, concluyendo que de todas las muestras analizadas, la mayoria de los parâmetros físicos y químicos cumplen con los requerimientos para la calidad de agua potable, sin embago, hubieron resultados microbiológicos que indicaron contaminacion en las fuentes de agua que se utilizan para el consumo humano en la mayoria del campus.

Jhonson, L. (2012), presento la tesis de pre grado titulada: “Evaluacion fisicoquímica y bacteriológica en las cuencas del Río Porcón y Río Grande, Cajamarca – Perú, entre noviembre del 2011 y febrero del 2012”. Estuvo orientada a evaluar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de las cuencas de Río Porcón y Río Grande en Cajamarca, Perú. Luego de constatar los resultados obtenidos y compararlos con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua de la República de Perú, concluyó que el impacto antrópico associado a factores climatológicos de la época, son la principal causa de la disminucion de la calidad del agua em ambos ríos, siendo el Río Porcón, el que obtuvo valores alarmantes,

demostrando la imcompatibilidad de su uso para consumo humano y en atividades agrícolas y ganaderas.

Ramirez, Y. (2015), presento la tesis denominada: “Determinacion de la calidad de agua del centro poblado Chicama, distrito de Chicama – La Libertad”. Tuvo como objetivo determinar la calidad del agua del centro poblado Chicama, distrito de Chicama, departamento La Libertad. Concluyó que el agua del centro poblado Chicama, pertenece a la categoria de aguas duras por tener concentraciones cercanas o superior a los 300 mg de carbonato de cálcio por litro de agua. Asi mismo concluyó que los niveles de nitrato no presentan niveles elevados en zonas urbanas, agrícolas y ganaderas por lo que este parâmetro no presenta un peligro para la salud.

2.1.2 Calidad de Agua

Son atributos que presenta el agua, reuniendo criterios de aceptabilidad para diversos usos, asi mismo, incluye todos los factores que influyen en su uso beneficioso, que son, factores físicos, químicos y biológicos (Chang, J. 2009).

2.1.3 Agua tratada y apta para consumo humano

Es toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo, apta para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal (DIGESA, 2011).

2.1.4 Caracteristicas Fisicas del Agua

- **Turbidez**

  La turbidez es originada por la presencia de partículas suspendidas o coloides (arcillas, limo, tierra, finamente dividida, etc) en el agua. Su medición se realiza en un turbidímetro o nefelómetro, las unidades de

medición utilizadas, por lo general, son las unidades nefelométricas de turbidez (UNT) (Organización Panamericana de la Salud – OPS, 2004).

- **Color**

El color aparente es el que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua haya pasado por un proceso de filtración. El origen del color en el agua puede tener origen organico o inorgánico. Puede ser originado por la presencia de iones metálicos (hierro, manganeso), humus, lodo, arcilla, residuos industriales, etc. Esta coloración, en caso de presentarse, debe ser eliminada del agua, para usos generales o industriales, su unidad de medida es la Unidad de Color Verdadero (UCV) (Organización Panamericana de la Salud – OPS, 2004).

- **Solidos totales disueltos**

Los Sólidos Totales Disueltos (TDS) es una medida de la materia en una muestra de agua, mas pequeña de 02 micrones (02 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidas por un filtro tradicional. TDS es básicamente la suma de todos los minerales, metales y sales disueltas en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua (Singler, A. & Bauder, J.,2012).

- **Temperatura**

Es un parámetro de suma importancia, dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática, como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, asi como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. Es un indicador de calidad de agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de calidad del agua, como el pH,

déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras varibles fisicoquímicas (Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, 2015).

- **Conductividad eléctrica**

Es una expresión numérica de la capacidad de una solución de transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición (Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, 2015).

2.1.5 Caracterisiticas microbiológicas del agua

- **Coliformes totales**

Son todos los bacilos gramnegativos aerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso de 48 horas a 35°C ± 1°C. Este grupo esta conformado principalmente por 04 generos: *Enterobacter, Escherichia, Citrobacter* y *Klebsiella* (Camachi, et al., 2009).

- **Coliformes Termotolerantes**

Aquellas bacterias que tienen las mismas propiedades que los bacilos gramnegativos, pero a 44.4 °C ± 0.2 °C, en 24 horas, se denominan coliformes fecales (ahora llamados coliformes termotolerantes) (Norma OS.090).

Los coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas mas elevadas. La capacidad de reproducción de los coliformes fecales fuera del intestino humano es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia organica, pH, humedad, etc (Madigan, M. 1997).

2.1.6 Caracteristicas fisicoquímicas del agua

- **pH**

Según Sierra (2011), el pH es el término utilizado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua, por convención este definido como:

$$pH = -\log[H^+] \quad o \quad pH = \log 1/[H^+]$$

El pH representa la concentracion de H^+ en su logaritmo negativo.

De la misma forma, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2015) señala que el pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el numero de iones hidrogeno presentes.

Se mide en una escala de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que la sustancia es ácida, mientras que los valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica. Cuando una sustancia es neutra el numero de átomos de hidrogeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el numero de atomos de hidrógeno (H+) excede el numero de atomos del oxhidrilo (OH-), la sustancia es ácida (DIGESA, 2015).

- **Hierro (Fe^{+3})**

El hierro es uno de los metales mas abundantes de la corteza terrestre. Esta presente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0,5 a 50 mg/l. Tambien puede haber hierro en el agua de consumo debido a que se utilizan coagulantes de hierro o a la corrosión de las tuberías de acero o hierro colado durante la distribución del agua.

Es un elemento escencial para la nutrición humana. Las necesidades diarias minimas varian de acuerdo a la edad, sexo, estado físico y biodisponibilidad del hierro, y oscilan entre 10 y 50 mg/día (Ecofluidos Ingeniersos S.A., 2012).

- **Aluminio (Al)**

El aluminio es el elemento metálico mas abundante en la Tierra, y constituye aproximadamente el 8% de la superficie terrestre.

Casi todas las rocas contienen aluminio en forma, por ejemplo, de alumino silicatos (arcillas). El agua de lluvia puede disolver el aluminio del suelo y las rocas y se puede encontrar disuelto en ciertos lagos, arroyos y ríos, hallándose de forma natural en concentraciones de hasta 2 mg/L (Ecofluidos Ingenieros S.A., 2012).

- **Cloro libre**

El cloro es un gas altamente reactivo. Es un elemento que se da deforma natural. Las plantas de tratamiento de agua y de aguasresiduales utilizan cloro para reducir los niveles de microorganismosque pueden propagar enfermedades entre los humanos (desinfección).

Los efectos del cloro en la salud humana dependen de la cantidad decloro presente, y del tiempo y la frecuencia de exposición. Los efectostambién dependen de la salud de la persona y de las condiciones delmedio cuando la exposición tuvo lugar.

2.1.7 Reglamento de la calidad de agua para consumo humano

El reglamento de la calidad del agua para consumo humano fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA el año 2011, en el cual se establecen las disposiciones generales con relación a la gestión de la

calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, asi como proteger y promover salud y bienestar a la población.

En sus anexos presenta los Limites Maximos Permisibles de parámetros micriobologicos y parasitológicos, de calidad organoléptica y de parámetros químicos inorgánicos y organicos.

Este reglamento aplica a todo el territorio nacional y considera todos los servicios públicos, municipales y privados sea cual fuere el sistema o red de distribución, en lo relativo a la prevención y control de la contaminación de las aguas, cualquiera sea su estado físico. (D.S. N° 031-2010-SA, 2011).

2.1.8 Tratamiento de aguas superficiales

- **Balsa de captación**

  La EPS EMAPACOP S.A., capta agua cruda directamente del Rio Ucayali, la balsa de captación está ubicada en la última cuadra del Jr. Julio C. Arana, y cuenta con 04 electrobombas que ayudan en la captación e impulsión del agua del rio, mediante las tuberías, hacia la planta de tratamiento.

  El funcionamiento de las electrobombas para impulsión del agua cruda está estrechamente ligado a la dosificación óptima de sulfato de aluminio en la planta del tratamiento (EMAPACOP S.A., 2015).

- **Camara rompe-carga**

  La cámara rompe carga, es el punto donde se aminora la energía cinética del agua impulsada por la balsa de captación, y genera abundante turbulencia, aqui se lleva a cabo la dosificación de Sulfato de Aluminio

Tipo A (o lo que se conoce como “mezcla rápida”), que aprovecha la turbulencia para obtener una dilución y mezcla eficiente.

Este punto es clave dentro del tratamiento del agua, puesto que, con una dosificación óptima de coagulante, se puede optimizar el gasto de insumos de sanitización.

El sulfato de aluminio es de suma importancia para el tratamiento de aguas superficiales, ya que, gracias a este, se logra disminuir en gran manera la carga microbiológica y química del agua, ayudando a la óptima sanitizacion de la misma y a mejorar su calidad (EMAPACOP S.A., 2015).

- **Tanques sedimentadores o de contacto**

Los Tanques Sedimentadores de tecnología DEGREMONT, cumplen la función de mezclar el sulfato de aluminio con el agua cruda de forma más lenta, permitiendo que los lodos que ya flocularon gracias al sulfato de aluminio, sedimenten por gravedad, dejando en la superficie el agua ya clarificada, listas para pasar al sistema de filtración y su posterior cloración.

Para la óptima sanitización del agua clarificada, es necesario que la turbiedad final del agua en este punto sea menor a 5 UNT (EMAPACOP S.A., 2015).

- **Sistema de filtración rápida**

La EPS EMAPACOP S.A., cuenta con una batería de 08 filtros rápido de tecnología DEGREMONT, contando con 03 capas en el lecho filtrante, compuestas por:

  - Grava (que sirve como soporte)

- Antracita
- Arena

Y con 04 filtros rápidos de la planta patentada por el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria), cuyo lecho filtrante está conformado solo por arena.

Cabe resaltar, que cada uno de estos materiales, debe cumplir con la granulometría que exige la norma y diseño para el eficiente funcionamiento de este tipo de plantas de tratamiento.

El agua ya clarificada en los tanques sedimentadores, son dirigidos hacia la batería de filtros rápidos por diferencia de altura (sin necesidad de ser bombeadas) para iniciarse el proceso de filtración, al igual que a los filtros de la planta patentada.

Los filtros rápidos son eficaces para la retención de conglomerados de bacterias y trazas de contaminantes que no lograron sedimentar, siendo este punto clave para la purificación del agua en proceso, es en este punto, donde la turbiedad final debe ser menor a 1.5 UNT (EMAPACOP S.A., 2015).

- **Sala de cloración**

La sala de cloración es un área intermedia entre la filtración y el almacenamiento; es en este punto del proceso, donde se realiza el trabajo más importante del tratamiento del agua superficial, “la sanitizacion”.

El Cloro es inyectado al agua en estado gaseoso para lograr una óptima mezcla con una concentración no menor a 120mg Cl/L de agua,

obteniendo como resultado la desinfección eficaz del agua, garantizando la ausencia de bacterias y contaminantes (EMAPACOP S.A., 2015).

- **Almacenamiento y distribución**

Para el almacenamiento del agua tratada, se cuenta con tres reservorios:

  - Reservorio 01: Capacidad de 750 M3
  - Reservorio 02: Capacidad de 500 M3
  - Reservorio 03: Capacidad de 5125 M3

El reservorio 02 es para abastecimiento exclusivo de las instalaciones de la Planta de Tratamiento, retro lavado de los filtros, suministro de agua para cisternas de la EPS y de los bomberos en caso de incendios, como también para la venta de agua en caso alguna empresa lo requiera.

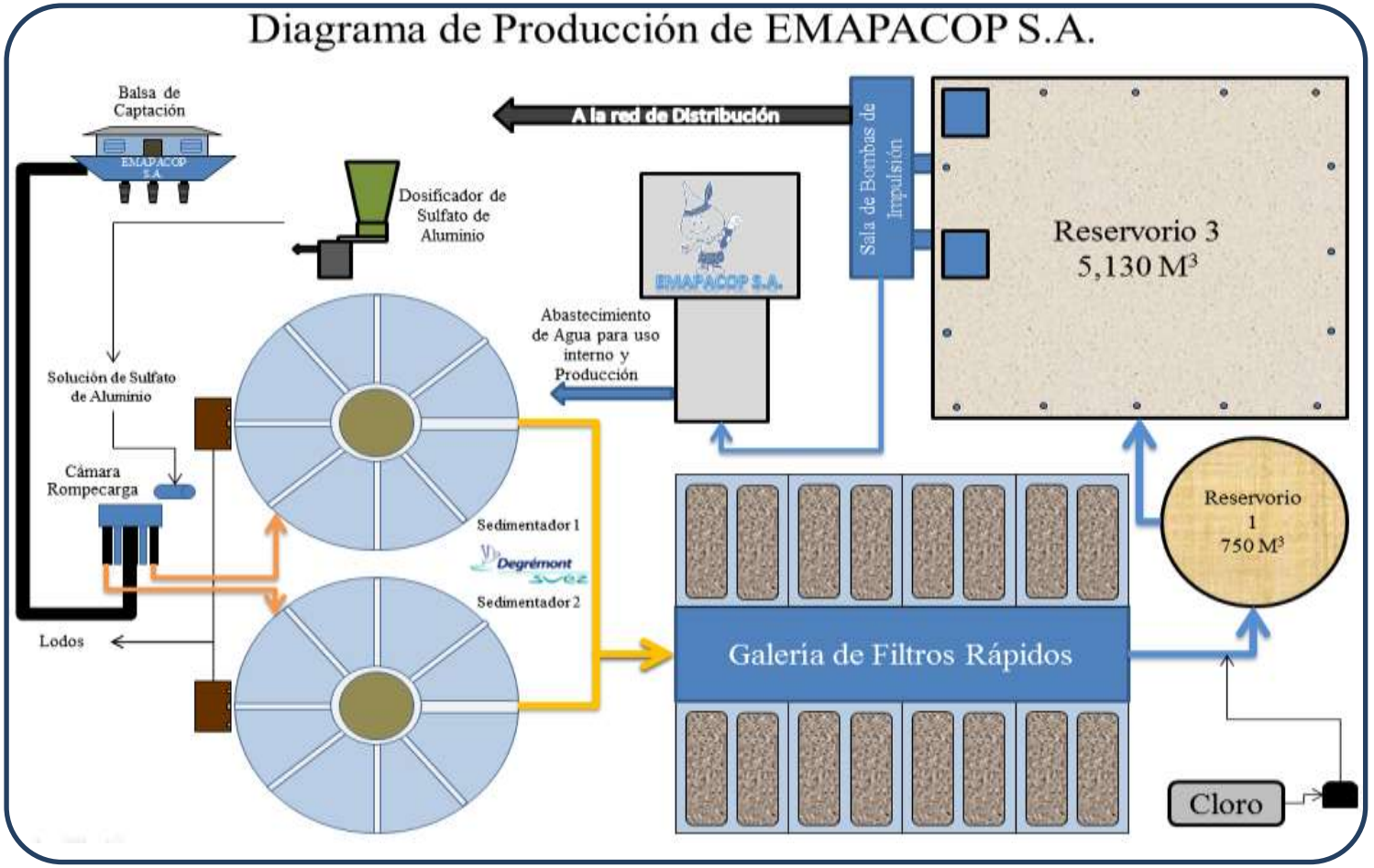
Los reservorios 01 y 02 son de almacenamiento de agua tratada para su posterior distribución a las redes de la ciudad de Pucallpa que no cuenten con abastecimiento de agua subterránea por pozos de la EPS.

La distribución se logra por impulsión del agua de forma directa a las redes, mediante 02 electrobombas de 90HP y 150HP.

El monitoreo de los parámetros rutinarios (cloro residual, turbiedad, pH y color) del agua de los reservorios y de distribución, se realizan diariamente cada 05 horas, como también se cuenta con el monitoreo de los parámetros químicos del agua dos veces por semana.

El cloro residual libre en el agua para consumo humano, no debe estar por debajo de los 0.50 mg Cl/L, y para lograr que este residual se mantenga en el último punto de la red, el residual de cloro en la planta de tratamiento debe ser mayor o igual a 1.50 mg Cl/L, solo así se asegura la

inocuidad del agua, garantizando su consumo sin riesgo (EMAPACOP S.A., 2015).



***Fuente*:** EMAPACOP S.A. (2015).

Figura 1. Diagrama de Produccion de EMAPACOP S.A.

2.1.8 Sistemas de tratamiento de agua según los contaminantes

Tabla 1. Sistemas de tratamiento

Contaminante	Sistema de Tratamiento	Desinfeccion
Bacterias, protozoarios, virus y hongos	Filtracion.	Hipoclorito de sodio, fotocatalizadores, ozono o peróxido.
Solidos suspendidos y sedimentables	Coagulacion con sulfato de aluminio o cal, floculación con policrilamidasanionicas, sedimentación y filtración.	Hipoclorito de sodio, fotocatalizadores, ozono o peróxido.
Hierro y Manganeso	Enmascarantes a base de tripilifosfatos, oxidación por cloración, oxidación con aire, oxidación con aire + ozono, coagulación, filtración.	Hipoclorito de sodio, ozono o peróxido, la presencia de hierro o manganesa puede interferir con la fotocatálisis.
Dureza	Coagulacion con cal, oxidación/coagulación/floculación, TINEO, coagulación con compuestos de hierro o de calcio, floculación con policilamidasanionicas, friccionamiento, clarificación, filtración.	Hipoclorito de sodio, fotocatalizadores, ozono o peróxido.

Fuente: Guagnelli, M. & Rebiollar, M. (2005).

2.2 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

2.2.1 Agua

Un compuesto extraordinariamente simple, es sin embargo una sustancia de características tan excepcionales y únicas, que sin ella la vida sería imposible. El hombre tiene necesidad de agua para realizar sus funciones vitales, para preparar y cocinar alimentos, para la higiene y los distintos usos que se le pueda dar (Carbajal, A. & Gonzáles, M., 2012).

2.2.2 Límite máximo permisible

Según la Ley General del Ambiente es la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biólogicos, que caracterizan al efluente o una emisión, que, al excederse, causa o podría causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

2.2.3 Coagulación

Consiste en desestabilizar las partículas coloidales quese encuentran en suspensión, para favorecer su aglomeración; en consecuencia, seeliminan las materias en suspensión estables; la coagulación no solo elimina laturbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y losmicroorganismos.

2.2.4 Sanitización

La sanitización es el último proceso unitario de tratamiento del agua ytiene como objetivo garantizar la calidad de la misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor.

2.2.5 Calidad de agua

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.

Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra los cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1.1 Método de la investigación

El presente estudio empleó el método de investigación no experimental – descriptivo, no experimental, que consistió en observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para ser analizadas; y descriptivo ya que se analizó las propiedades y características del agua potable de la planta de tratamiento de EMAPACOP S.A., en el distrito de Calleria, referente a los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. Los estudios descriptivos se caracterizan por la selección de una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga (Hernández, et al 1999).

3.1.2. Area de estúdio

Las áreas de estudio se encuentran dentro del Distrito de Calleria, con una superficie total de 10, 937.62 Km^2, está ubicado en la longitud 74° 31´43”O y latitud 8° 23´11”S, tiene una altitud de 157 m.s.n.m.; de la Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 02. Plano de ubicacion de zonas 1A, 1B y 1C.

El clima en el distrito es tropical húmedo todo el año. Sus temperaturas van desde los 20°C hasta los 32ºC con una temperatura media anual 25º C llegando en los meses de agosto y octubre hasta 38º C. Las precipitaciones pluviales son intensas, siendo el promedio anual de 2300 mm. El medio ambiente se ubica dentro de la formación del bosque húmedo tropical, donde la humedad relativa mínima es de 74% y la máxima 82% (Deza et al., 2000).

El principal tipo de suelo que se encuentran en las áreas de estudio es el ultisol, se caracteriza por ser rojo y amarillo, de baja fertilidad natural, con un marcado contenido de arcillas, generalmente profundo y bien drenado, susceptible a la erosión por estar usualmente en colinas y laderas. Presenta un pH ácido por debajo de 4,6%, bajo contenido de materia orgánica menor de 2,29%, de permeabilidad buena a moderada, bajo contenido de nitrógeno, potasio, fósforo, baja capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de aluminio mayor de 60%.

3.1.3. Poblacion y muestra

- **Poblacion**

El presente estudio consideró como poblacion a 139 hidrantes contra incendios cuya cantidad representa a los hidrantes en buen estado distribuídos em los sectores 1A (Cercado de Pucallpa, 1B (El Arenal) y 1C (San Fernando), de los cuales se pueden tomar muestras de agua de la red de distribucion secundaria que abastece la planta de tatamiento de agua, en el Distrito de Calleria, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali.

- **Muestra**

Es un subconjunto o parte del universo o población en el cual se llevo a cabo la investigación. Existen procedimientos para obtener la cantidad de componentes de una muestra como son formulas, lógica y otros. Por lo que se concluye que la muestra es una parte representativa de la población (Lopez, P., 2004).

Ander-egg, E. (1998), indica que: “la muestra es el conjunto de operaciones que se realiza para estudiar la distribución de determinados caracteres en la totalidad de una población colectiva partiendo de la observación de una fracción de la población afectada”.

El método de muestreo utilizado es el no probabilístico, tipo de muestra intencionada, que exige un cierto conocimiento del universo, permitiendo al investigador escoger intencionalmente sus unidades de studio.

Para el estudio se definieron criterios de selección de las muestras las cuales esta relacionadas con las condiciones de los hidrantes y las

viviendas: ubicación en las subzonas, condición actual del hidrante, condición actual de la conexión de agua de la vivienda.

Tabla 2. Lista de hidrantes contra incendios.

Zonas	Ubicación de hidrantes	Coordenadas UTM – WGS 84	
		Este (M)	Norte (M)
Zona 1 A Cercado de Pucallpa	Av. San Martin / Jr. 28 de Julio	552010	9073709
	Jr. Luis Escavino / Jr. Diego de Almagro	551515	9074251
	Jr. Cahuide / Jr. Jose del Carmen Cabrejos	551975	9074321
	Jr. Bologneso / Jr. Arica	552186	9073743
	Jr. Inmaculada / Jr. Independencia	551666	9073688
	Jr. Salaverry / Jr. Mariscal Nieto	551283	9073711
Zona 1 B El Arenal	Jr. Leticia / Jr. Oscar R. Benavides	550358	9073434
	Av. Amazonas / Calle Lambayeque	559912	9073495
	Jr. Eduardo del Aguila / Jr. Aguarico	550456	9073714
	Jr. Pucallpa / Jr. Cerro de Pasco	550046	9074275
	Jr. Octavio Monteverde / Jr. Puerto Maldonado	550557	9074379
	Jr. Cesar C. de Araujo / Jr. Ramirez Huratdo	551260	9074332
Zona 1 C San Fernando	Jr. Comandante Barrera / Jr. Raymondi	551312	9072505
	Jr. Sucre / Pasaje Lagunas	551262	9072853
	Jr. Julio C. Delgado / Jr. Salaverry	550857	9073121
	Jr. Revolución / Jr. Gonzales Prada	550930	9072301
	Jr. 28 de Julio / Jr. Huáscar	550325	9072474
	Jr. 09 de Octubre / Jr. Huáscar	550020	9072280

Tabla 3. Lista de viviendas.

Zonas	Ubicación de hidrantes	Coordenadas UTM – WGS 84	
		Este (M)	Norte (M)
Zona 1 A Cercado de Pucallpa	Av. San Martín 296B	552007	9073694
	Jr. 28 de Julio 286	552072	9073677
	Jr. Luis Escavino 355	551502	9074238
	Jr. Diego de Almagro 153	551571	9074176
	Jr. Cahuide 488	551962	9074333
	Jr. Jose del Carmen Cabrejos 671	551959	9074291
	Jr. Bolognesi 690	552226	9073732
	Jr. Aríca 420	552196	9073778
	Jr. Inmaculada 568	551655	9073658
	Jr. Independencia 142	551640	9073704
	Jr. Salaverry 417	551272	9073699
	Jr. Mariscal Nieto 168	551261	9073745
Zona 1 B El Arenal	Jr. Leticia 309	550341	9073427
	Jr. Oscar R. Benavides 210	550364	9073470
	Av. Amazonas 988	549856	9073493

	Calle Lambayeque 117	549877	9073544
	Jr. Eduardo del Aguila 449	550442	9073728
	Jr. Aguarico 288	550483	9073736
	Jr. Pucallpa 577	550043	9074297
	Jr. Cerro de Pasco 188	550080	9074273
	Jr. Octavio Monteverde 596	550580	9074362
	Jr. Puerto Maldonado 287	550532	9074356
	Jr. Cesar Calvo de Araujo	551260	9074349
	Jr. Ramirez Hurtado 218	55102	9074351
Zona 1 C San Fernando	Jr. Comandante Barrera 358	551332	9072503
	Jr. Raymondi 1066	551311	9072550
	Jr. Sucre 788	551277	9072872
	Pasaje Lagunas 788	551280	9072820
	Jr. Julio C. Delgado 170	550882	9073103
	Jr. Salaverry 788	550888	9073131
	Jr. Revolución 346	550951	9072309
	Jr. Gonzáles Prada 155	550919	9072261
	Jr. 28 de Julio 407	550313	9072429
	Jr. Atahualpa 140	550998	9072473
	Jr. 09 de Octubre 520	549998	9072196
	Jr. Huáscar 230	549966	9072283

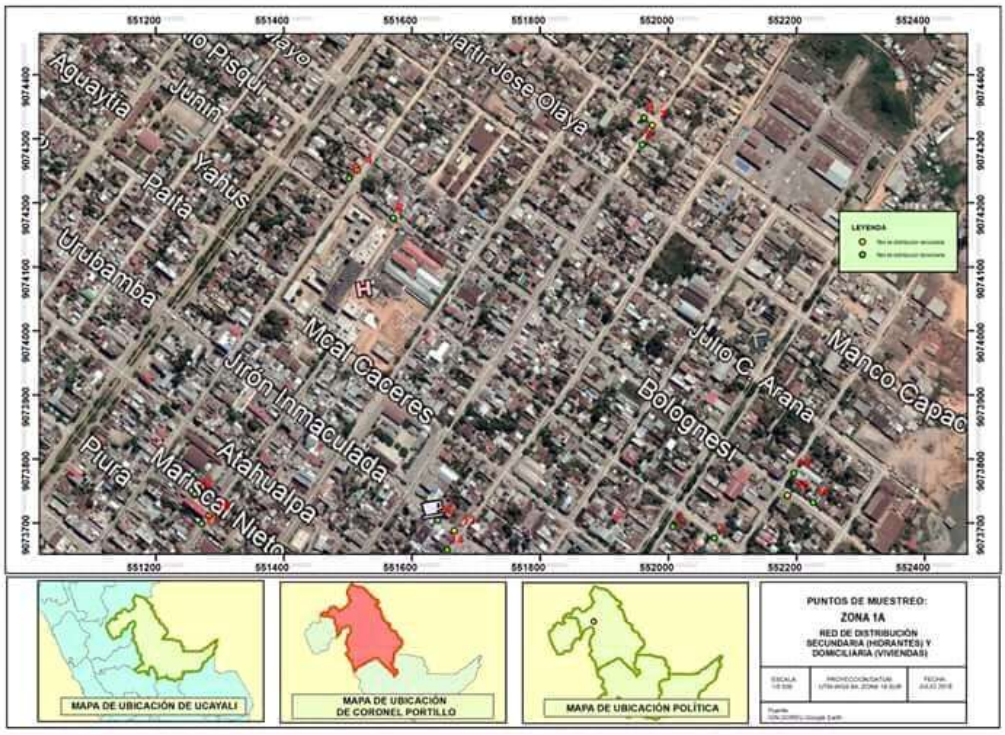


Figura 3. Plano de zona 1A – Cercado de Pucallpa

Fuente: Elaboracion propia.

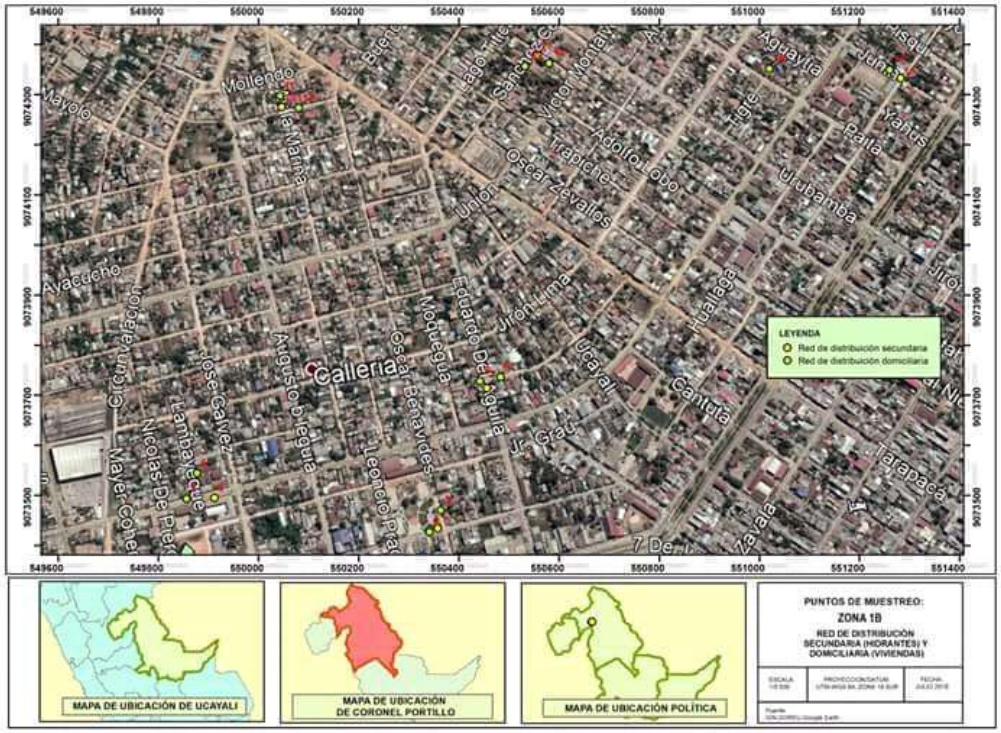


Figura 4. Plano de Zona 1 B – El Arenal

Fuente: Elaboracion propia.

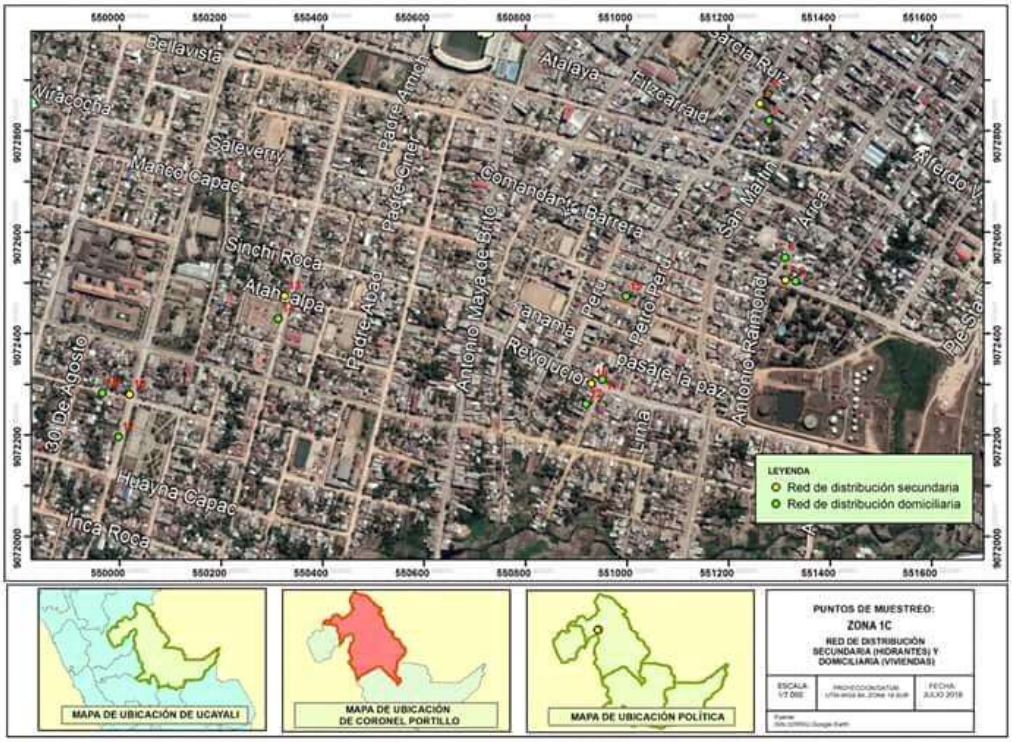


Figura 5. Plano de ubicación Zona 1 C – San Fernando

Fuente: Elaboracion propia.

3.1.4. Procedimiento de recolección de datos

Los procedimentos de recolección de datos se describen a continuación:

a) Identificación y ubicación de las fuentes de agua

Los puntos de muestreo fueron georreferenciados con un GPS garmin que se configuraron con el sistema de coordenadas cartográficas WGS 84 que pertenecen a la zona en la cual se está realizando el estudio, con una precisión de 3 metros, seguidamente se procedió a descargar la información registrada en campo con el GPS, se utilizó el software excel 2016, ArcGIS 10.4.1y AutoCAD 2014 para la elaboración de los mapas.

Se consideró apropiado dividir el total de los puntos de muestreo por zonas segun la zonificacion que maneja EMAPACOP S.A., agrupando 06puntos por zona, por ende se elaboró 04 mapas de ubicación - localización de las zonas de estudio con una escala de acuerdo al área de muestreo para tener referencia geográfica y para su fácil identificación.

b) Realización de análisis de muestras de agua

- **Lugar de analisis de las muestras**

El análisis de los parâmetros físico-químicos se realizaron en campo com los equipos proporcionados por la EPS EMAPACOP S.A., y en el laboratório de ensayos de la EPS.

Asi mismo, el análisis de los parámetros microbiológicos se realizaron em el laboratório de ensayos de la EPS EMAPACOP S.A.

- **Selección de parámetros microbiológicos y físicoquímicos**

Todos los parámetros se realizaron en el laboratorio de Emapacop S.A dentro de los cuales tenemos: coliformes totales, coliformes

termotolerantes, turbiedad, hierro, conductividad, solidos totales disueltos, color, pH, temperatura, sulfatos, cloruros, cálcio, dureza, alcalinidad, alumínio y nitratos, mientras que el parâmetro de cloro residual se analizó en campo.

- **Método de muestreo**

El muestreo de agua fue mediante el método de grifo o pluma (dispositivo de muestreo) establecido por Mozaquites, L (2010) en el libro “Mecanismos e instrumentos para el monitoreo de la calidad de agua” que consistió en los siguientes pasos: limpieza del tubo con ayuda de un algodón, luego abrir el grifo antes de tomar la muestra y dejar que el agua corra de 3 a 5 minutos, abrir el frasco esterilizado, llenar un volumen de 500 ml en el frasco de vidrio, dejando un espacio para que se puede agitar y homogenizar la muestra antes del análisis, tapar el frasco, colocarlo en el cooler para mantener la muestra y llevarlo a laboratorio.

Se tomaron 2 muestras por cada punto de muestreo haciendo un total de 108 muestras, con la finalidad de obtener datos confiables sobre los parámetros a evaluados.

- **Esterilización de materiales**

Los materiales de laboratorio tales como frascos de vidrio, placas Petri entre otros se esterilizarán tal y como se describe a continuación:

a) Se lavó correctamente los materiales a esterilizar, se cubrió con ayuda de papel periódico.
b) Seguidamente se agregó agua a la autoclave, se encendió la autoclave, se colocó los materiales a esterilizar, cerrar y asegurar la autoclave.

c) Se esterilizó por 1 hora hasta que llegue a una temperatura de 120°C.
d) Se esperó a que se enfrié la autoclave, luego se retiró los materiales esterilizados.

- **Métodos de análisis de laboratório para parâmetros microbiológicos**

Los cuales se describen a continuación:

- **Coliformes termotolerantes**

Para determinar los coliformes termotolerantes se utilizó el método filtración por membrana establecida en la Norma Técnica Peruana NTP 214.032 (2001), que consistió en:

a) Se realizó la desinfección del área de trabajo con alcohol, se encendió los mecheros de alcohol de 10 a 15 minutos antes de empezar con el procedimiento para esterilizar el área de trabajo.
b) Se rotuló las muestras y placas petri de forma ordenada, (se consideró una placa petri en blanco para constatar algún tipo de contaminación en el área de trabajo).
c) Así mismo se instaló el equipo portátil bacteriológico (compuesto por un vaso de medición de plástico y una rejilla de filtración a los cuales se debe de esterilizar cada vez que se utilice) que va conectado a una manguera, a un kitasato de polisulone y a una bomba de membrana.
d) Seguidamente con ayuda de una pinza esterilizada se colocó el papel filtro en la rejilla de filtración, posteriormente se agregó 100 ml de la muestra, se encendió la bomba de succión hasta filtrar toda la muestra.

e) Luego con ayuda de la pinza esterilizada se retiró el papel filtro, recolocó encima del medio de cultivo (AFC), para este procedimiento se acerco la placa petri al mechero de alcohol para evitar contaminación y se selló la placa petri rodeando los bordes con la llama del mechero.

f) El procedimiento es el mismo para todas las muestras, luego se procedió a colocar las placas petri (se coloca boca abajo) en la estufa a 37° C por 24 horas.

g) Finalmente se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Coliformes totales**

Para determinar los coliformes totales se utilizó el método filtración por membrana establecida en la Norma Técnica Peruana NTP 214.031 (2001), que consistió en:

a) Se realizó la desinfección del área de trabajo con alcohol, se encendió los mecheros de alcohol de 10 a 15 minutos antes de empezar con el procedimiento para esterilizar el área de trabajo.

b) Se rotuló las muestras y placas petri de forma ordenada, (se considero una placa petri en blanco para constatar algún tipo de contaminación en el área de trabajo).

c) Así mismo se instaló el equipo portátil bacteriológico (compuesto por un vaso de medición de plástico y una rejilla de filtración a los cuales se debe de esterilizar cada vez que se utilice) que va conectado a una manguera, un kitasato de polisulone y a una bomba de membrana.

d) Seguidamente con ayuda de una pinza esterilizada se colocó el papel filtro en la rejilla de filtración, posteriormente se agregó 100 ml de la muestra, se encendió la bomba de succión hasta filtrar toda la muestra.

e) Luego con ayuda de la pinza se retiró el papel filtro, se colocó encima del medio de cultivo (ENDO), para este procedimiento se acerco la placa petri al mechero de alcohol para evitar contaminación y se sello la placa petri rodeando los bordes con la llama del mechero.

f) El procedimiento es el mismo para todas las muestras, una vez terminado se procede a colocar las placas petri (se coloca boca abajo) en la estufa a 35° C por 24 horas.

g) Finalmente se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Métodos de análisis de laboratório para parâmetros físico-químicos**

Los cuales se describen a continuación:

- **Turbidez**

Para determinar la turbiedad, se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol y se colocó los materiales a utilizar.

b) Se encendió el turbidímetro portátil 2100Q. Seguidamente se llenó 10 ml de la muestra en la celda de vidrio.

c) Seguidamente se colocó la celda de vidrio en el comportamiento de la celda.

d) Seguidamente se pulsó la tecla que se encuentra debajo de medición, para obtener el resultado.
e) Finalmente se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Color**

Para determinar el color, se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol, se esterilizó y se colocó los materiales a utilizar.
b) Se realizo el análisis de color en un área con poca iluminación.
c) Se instaló el adaptador para celda de muestra apropiada en el módulo de celda de muestra.
d) Se llenó 10 ml de agua destilada (solución en blanco) en una celda de vidrio se examinó que la celda se encuentre totalmente limpia, libre de huellas o rayas.
e) Se abrió la tapa del módulo del espectrofotómetro (equipo de medición), se colocó el blanco en el compartimento de la celda; se cerró el escudo para la luz; se presionó ZERO y la pantalla mostrara puesto a cero (significa que se encuentra apto para la lectura de las muestras), extraer el blanco de la celda de muestra.
f) Seguidamente se llenó otra celda de vidrio con 10 ml de la muestra, se examinó que la celda se encuentre totalmente limpia, libre de huellas o rayas.
g) Se abrió la tapa del módulo del espectrofotómetro (equipo de medición), se colocó la muestra en el compartimento de la celda;

se tapó el escudo para la luz, y luego se mostró el resultado de la lectura.

h) Finalmente se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Sólidos totales disueltos**

Para determinar los sólidos totales,se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol y se colocó los materiales a utilizar.
b) Se encendió el multiparámetro e introducimos la sonda de STD en la muestra.
c) Seguidamente la pantalla mostró el mensaje “Estabilizando” y una barra de progreso se ira llenando de 0 a 100% a medida que la sonda se estabiliza. Apareció el icono del candado y el resultado se memorizara automáticamente se registró el resultado obtenido.
d) Finalmente se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Temperatura**

Para determinar la temperatura, se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol, y se colocó los materiales a utilizar.
b) Se encendió el multiparámetro e introducimos la sonda de temperatura en la muestra.
c) Automáticamente el multiparámetro Hach HQ40 mostró el resultado.

d) Finalmente se enjuago la sonda, se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Conductividad eléctrica**

Para determinar la conductividad eléctrica, se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol y se colocó los materiales a utilizar.
b) Se encendió el multiparámetro e introducimos la sonda de conductividad en la muestra.
c) Automáticamente el multiparámetro Hach HQ40 mostró el resultado.
d) Finalmente se enjuago la sonda, se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Potencial de hidrogeno (pH).**

Para determinar el potencial de hidrogeno (pH), se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol y se colocó los materiales a utilizar.
b) Se encendió el multipámetro e introducimos la sonda de pH en la muestra.
c) Se pulsó la tecla VERDE/ DERECHA que se encuentra debajo de medición.
d) Seguidamente la pantalla mostrara el mensaje “estabilizando” y una barra de progreso se ira llenando de 0 a 100% a medida que la sonda se estabilizó. La estabilidad se determina utilizando un cambio fijo en la ecuación señal/tiempo. Aparecerá el icono

del candado y el resultado se memorizara automáticamente y se mostró el resultado obtenido.

e) Finalmente se enjuago la sonda, se enjuago los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Hierro**

Para determinar hierro se utilizó el método de la Fenantrolina establecido en el Standart Metods forthe examinationof Wáter and Wastewater (1963), se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol, se colocó y rotulo el matraz a utilizar.

b) Se trabajó en la campana extractora ya que esta tiene la capacidad de extraer los gases que se emiten de algunos de los insumos que se utilizaron, seguidamente se colocó 25 ml de la muestra en un matraz con ayuda de una probeta. Tener en cuenta que para hierro también se debe de trabajar con una muestra en blanco para lo cual se utiliza agua destilada.

c) Seguidamente se agregó 1 ml de ácido clorhídrico y 0.5 ml de clorhidrato de hidroxilamina, con ayuda de una pipeta y una piceta.

d) Seguidamente se llevó a hervir a la placa calefactora, hasta que disminuya de 5 a 10 ml, luego retirar y dejar enfriar.

e) Seguidamente se enrazó las muestras a 25 ml con ayuda de una probeta.

f) Seguidamente con ayuda una pipeta y una piceta se agregó 5 ml de solución amortiguadora para hierro y 2 ml de fenantrolina

(esperar de 10 a 15 min), si la muestra se torna a una coloración naranja indica de que contiene hierro, de no presentar coloración no contiene hierro.

g) Se llevó la muestra para realizar la lectura en el Espectofotómetro DR5000.

h) Se llenó 10 ml solución en blanco en una celda de vidrio y se examinó que la celda se encuentre totalmente limpia, libre de huellas o rayas.

i) Se abrió la tapa del módulo del Espectofotómetro (equipo de medición), se colocó el blanco en el compartimento de la celda; cerrar el escudo para la luz; se presionó ZERO y la pantalla mostró puesto a cero (significa que se encuentra apto para la lectura de las muestras), luego se retiró el blanco de la celda de muestra.

j) Seguidamente se llenó otra celda de vidrio con 10 ml de la muestra, se examinó que la celda se encuentre totalmente limpia, libre de huellas o rayas.

k) Se abrió la tapa del módulo del Espectofotómetro (equipo de medición), se colocó la muestra en el compartimento de la celda; se cerró el escudo para la luz; presionar READ y la pantalla mostró leyendo, luego mostró el resultado de la lectura.

l) Finalmente se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Manganeso**

Para determinar manganeso se utilizó el método de Persulfato de Amonio establecido en el Standart Metods forthe examinationof Wáter and Wastewater (1963), se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol, se colocó y rotulo el matraz a utilizar.
b) Se trabajó en la campana extractora ya que esta tiene la capacidad de extraer los gases que se emiten de algunos de los insumos que se utilizaron, seguidamente se colocó 50 ml de la muestra en un matraz con ayuda de una probeta. Tener en cuenta que para manganeso también se debe de trabajar con una muestra en blanco para lo cual se utiliza agua destilada y se agrega todos los reactivos.
c) Seguidamente se agregó 05 ml de reactivo especial para manganeso, luego se agrega 01 gota de peroxido de hidrogeno al 30%, a continuacion se agrega 01 gramo de persulfato de amonio.
d) Seguidamente se llevó a hervir a la placa calefactora, hasta que disminuya de 50 a 25 ml, luego retirar y se dejó enfriar.
e) Se llevó la muestra para realizar la lectura en el Espectofotómetro DR5000.
f) Se llenó 10 ml solución en blanco en una celda de vidrio y se examinó que la celda se encuentre totalmente limpia, libre de huellas o rayas.

g) Se abrió la tapa del módulo del Espectofotómetro (equipo de medición), se colocó el blanco en el compartimento de la celda; cerrar el escudo para la luz; se presionó ZERO y la pantalla mostró puesto a cero (significa que se encuentra apto para la lectura de las muestras), luego se retiró el blanco de la celda de muestra.

h) Seguidamente se llenó otra celda de vidrio con 10 ml de la muestra, se examinó que la celda se encuentre totalmente limpia, libre de huellas o rayas.

i) Se abrió la tapa del módulo del Espectofotómetro (equipo de medición), se colocó la muestra en el compartimento de la celda; se cerró el escudo para la luz; presionar READ y la pantalla mostró leyendo, luego mostró el resultado de la lectura.

j) Finalmente se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Aluminio**

Para determinar hierro se utilizó el método del Eriocromo de Cianina R establecido en el Standart Metods for the examination of Wáter and Wastewater (1963), se realizo lo siguiente:

a) Se desinfectó completamente el área de trabajo con alcohol, se colocó y rotulo el matraz a utilizar.

b) Se trabajó en la campana extractora ya que esta tiene la capacidad de extraer los gases que se emiten de algunos de los insumos que se utilizaron, seguidamente se colocó 50 ml de la muestra en un matraz con ayuda de una probeta. Tener en

cuenta que para aluminio también se debe de trabajar con una muestra en blanco para lo cual se utiliza agua destilada.

c) Seguidamente se agregó 0.50 ml de ácido sulfúrico al 0.02N con ayuda de una pipeta.
d) Luego se agregó 0.50 gr de ácido ascórbico.
e) Después se agregó 10 ml de solucion amortiguadora de alumínio.
f) Finalmente se agrego 5 ml de eriocromo cianina al 10%.
g) Se homogenizaron todas las muestras con los reactivos y se dejo reposar por 10 minutos.
h) Se llevaron las muestras para realizar la lectura en el Espectofotómetro DR5000.
i) Se llenó 10 ml solución en blanco en una celda de vidrio y se examinó que la celda se encuentre totalmente limpia, libre de huellas o rayas.
j) Se abrió la tapa del módulo del Espectofotómetro (equipo de medición), se colocó el blanco en el compartimento de la celda; cerrar el escudo para la luz; se presionó ZERO y la pantalla mostró puesto a cero (significa que se encuentra apto para la lectura de las muestras), luego se retiró el blanco de la celda de muestra.
k) Seguidamente se llenó otra celda de vidrio con 10 ml de la muestra de agua, se examinó que la celda se encuentre totalmente limpia, libre de huellas o rayas.

l) Se abrió la tapa del módulo del Espectofotómetro (equipo de medición), se colocó la muestra en el compartimento de la celda; se cerró el escudo para la luz; presionar READ y la pantalla mostró leyendo, luego mostró el resultado de la lectura.

m) Finalmente se lavó los materiales utilizados, se dejó limpio y ordenado el área de trabajo.

- **Cloro residual**

Para determinar el cloro residual libre se ultilizó el método del DPD estabelecido en el Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater (1963), este parâmetro se midio em campo y se realizó lo siguiente:

a) Se tomo una muestra de agua de 10 mL en un frasco pequeno de muestreo del colorimetro Hach Pocket II.

b) Se agregó 1.5 mg (un sobre) de dietil-p-fenilen (DPD) en el frasco con la muestra para el vire de color.

c) Luego de haber virado de color se procedió a limpiar el frasco con un papel muy fino, quitando grasa, huellas e impurezas para una buena lectura por el colorimetro.

d) Se coloco el frasco con la solucion incolora (conocida como blanco) para llevar al equipo a la marcacion en 0 (cero).

e) Seguidamente se retiro el frasco con el blanco y se coloco la muestra de agua con DPD y se cerro el equipo.

f) Luego se procedió a presional el boton de lectura y se anoto el valor de cloro residual resultante en la muestra.

g) Finalmente se procedió a limpiar la celda donde estuvo la muestra con agua y DPD con agua destilada.

3.1.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

a) Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos fueron la observación y análisis de laboratorio:

- Observación. Técnica que permitió recolectar datos directos de las fuentes de agua.
- Análisis de laboratorio. Técnica que permitió recolectar datos directos de las muestras de agua con respectos a los parámetros evaluados.

b) Materiales, insumos, equipos, indumentária e instrumentos de recoleccion de datos

Para la recolección de datos, se utilizaron los siguientes materiales, insumos, equipos, indumentaria e instrumentos:

- **Materiales**

  Materiales empleados en campo

  - Frascos de vidrios esterilizados
  - Cadena de frio (hielo)
  - Cooler
  - Tablero de campo
  - Libreta de campo
  - Lápiz
  - Lapiceros
  - Plumón indeleble

  Materiales empleados em laboratório

- Placas petri
- Papel toalla
- Mechero de alcohol
- Pinza de acero inoxidable
- Filtro de membrana
- Kisatato de polisulone
- Vaso precipitado
- Celda de vidrio (recipiente de vidrio)
- Matráz
- Probeta
- Piceta
- Pipeta

- **Insumos**
  - Muestra de agua
  - Agua destilada
  - Alcohol
  - Medio de cultivo AFC
  - Medio de cultivo ENDO
  - Ácido clorhídrico concentrado
  - Cloridrato de hidroxilamina
  - Solución buffer para hierro
  - Fenantrolina

- **Equipos**

  Equipos empleados en campo

  - GPS

- Cámara digital

Equipos empleados en laboratorio

- Rampa de filtración de 3 vias (equipo portátil bacteriológico)
- Bomba de membrana ME4R NT
- Autoclave vertical AV-18
- Espectofotómetro DR5000
- Medidor portátil HQ40D (multiparámetro Hach)
- Turbidímetro portátil 2100Q
- Campana extractora
- Placa calefactora
- Olla a presión
- Incubadora
- Cocina eléctrica
- Balanza analítica

- **Indumentaria**
  - Bata
  - Gorro desechable
  - Guante desechable
  - Mascarilla desechable
- **Instrumentos de campo**
  - Ficha de inspeccion ocular
  - Ficha de cadena de custodia

3.1.6. Procesamiento para la recolección de datos

El procesamiento para recolección de datos, implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos llevará a reunir datos con un propósito específico. Para ello se siguieron los siguientes procedimientos:

- Trabajo de campo

  Ordenamiento y codificación de datos
- Trabajo de laboratório

  Ordenamiento y codificación de datos
- Matriz de resultados

  Tablas estadísticas

  Análisis de datos

  Interpretación de datos

3.1.7. Tratamiento de datos

Se obtuvieron distintos datos para dar respuesta a las interrogantes planteadas los cuales fueron analizados, interpretados y expresados en tablas y figuras utilizando los siguientes programas:

- Se utilizó el software excel para el tratamiento de datos poblacionales.
- Se utilizó el software excel para el tratamiento de datos los cuales nos permitió evaluar la calidad físico-química y microbiológica del agua subterránea en relación a los Límites Máximos Permisibles del D.S.031-2010 S.A.
- Así mismo se utilizó el software AutoCAD 2014, software ArcGis 10.4.1 y el software excel para el tratamiento de datos los cuales nos permitieron diseñar los mapas de ubicación - localización de las fuentes de contaminación que se generaron para la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 RESULTADOS

4.1.1 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

4.1.1.1 PARAMETROS MICROBIOLOGICOS EN HIDRANTES

4.1.1.1.1 PARAMETROS MICRIOBOLOGICOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.

- **Coliformes totales**

En la figura 6se observa que en la Zona 1A – Cercado de Pucallpa, ninguna de las muestras de agua provenientes de los hidrantes contiene colonias de bacterias coliformes totales, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2018-SA.

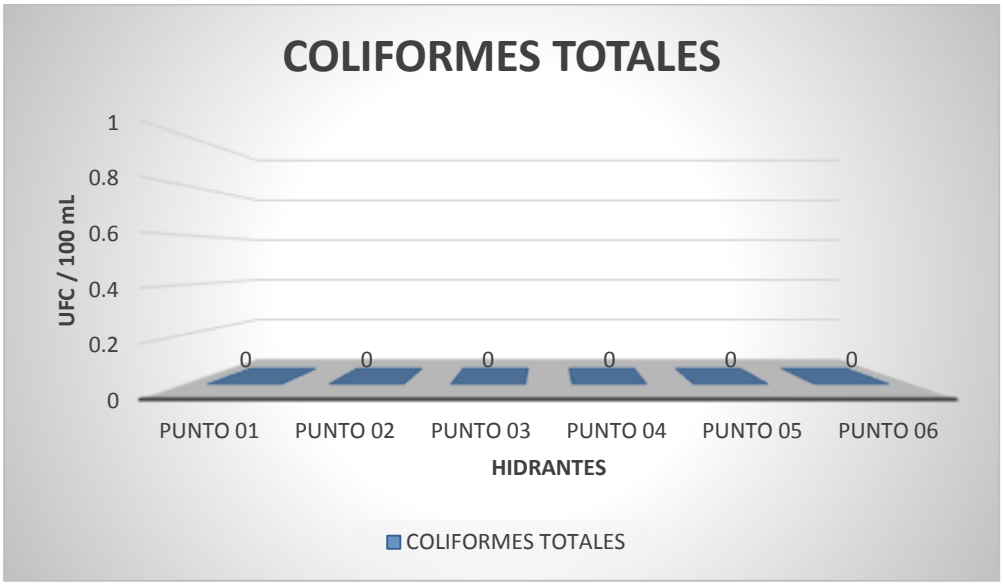


Figura 6. Determinación de coliformes totales en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Coliformes termotolerantes**

En la figura 7se observa que en la Zona 1A – Cercado de Pucallpa, ninguna de las muestras de agua provenientes de los hidrantes contiene colonias de bacterias coliformes termotolerantes, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2018-SA.

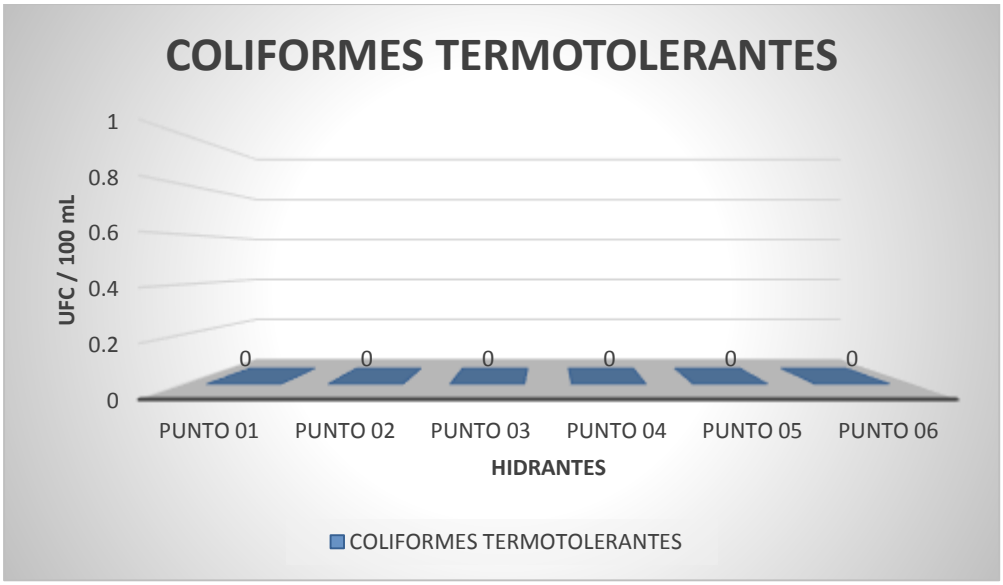


Figura 7. Determinación de coliformes termotolerantes en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

4.1.1.1.1.2. PARAMETROS MICRIOBOLOGICOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL.

- **Coliformes totales**

En la figura 8se observa que en la Zona 1B – El Arenal, ninguna de las muestras de agua provenientes de los hidrantes contiene colonias de bacterias coliformes totales, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2018-SA.

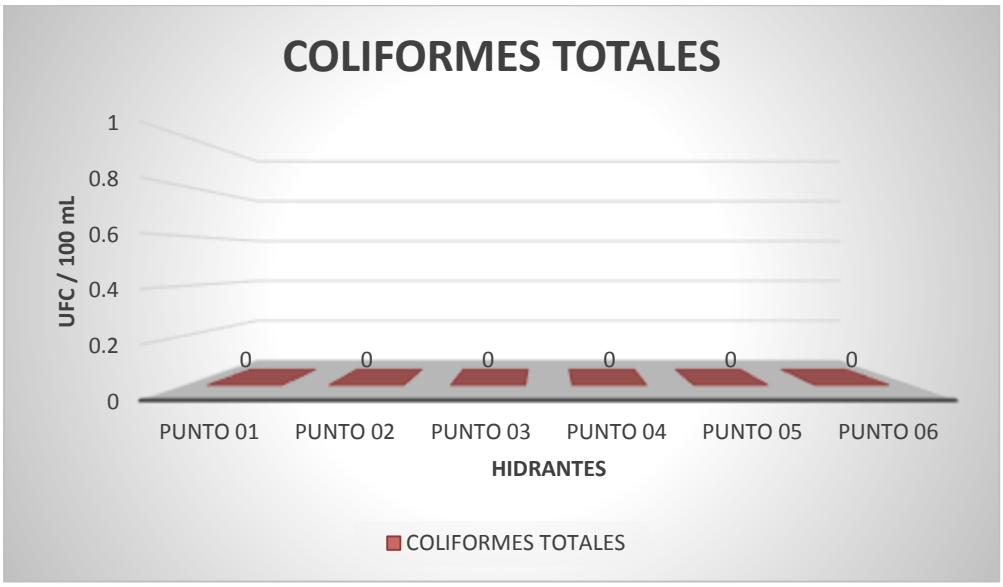


Figura 8. Determinación de coliformes totales en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **Coliformes termotolerantes**

En la figura 9se observa que en la Zona 1B – El Arenal, ninguna de las muestras de agua provenientes de los hidrantes contiene colonias de bacterias coliformes termotolerantes, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2018-SA.

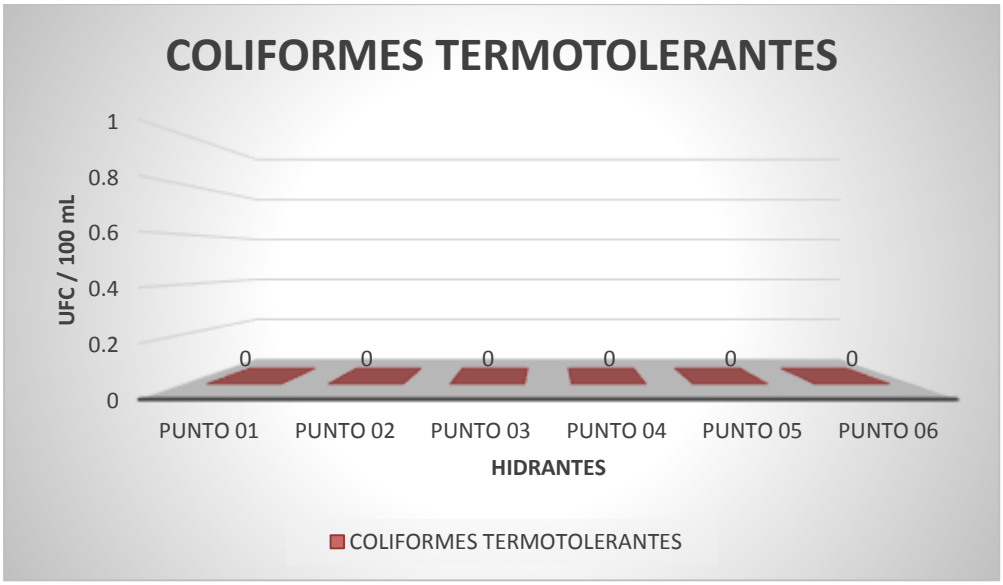


Figura 9. Determinación de coliformes termotolerantes en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

4.1.1.1.1.3. PARAMETROS MICRIOBOLOGICOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO.

- **Coliformes totales**

En la figura 10se observa que en la Zona 1C – San Fernando, ninguna de las muestras de agua provenientes de los hidrantes contiene colonias de bacterias coliformes totales, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2018-SA.

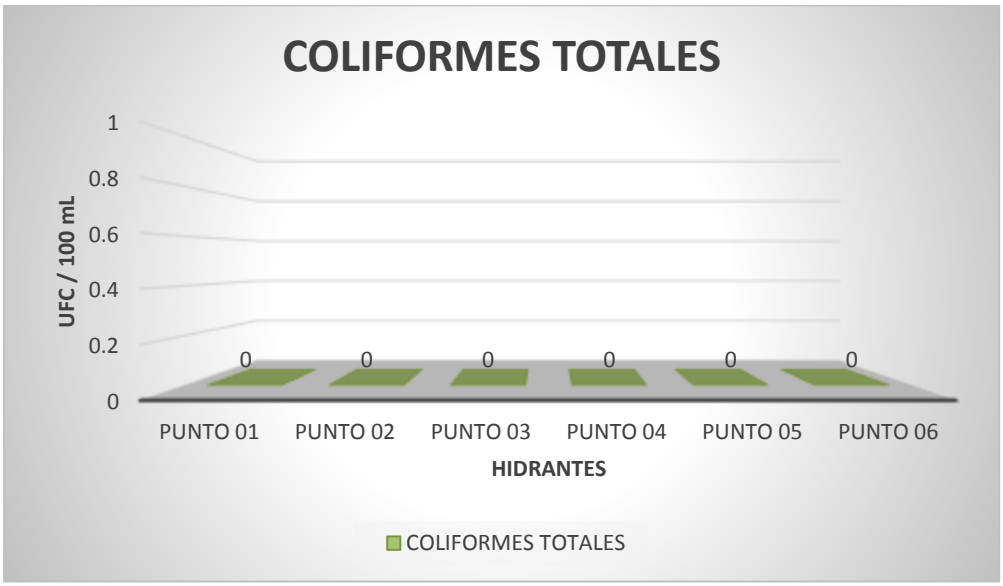


Figura 10. Determinación de coliformes totales en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **Coliformes termotolerantes**

En la figura 11se observa que en la Zona 1C – San Fernando, ninguna de las muestras de agua provenientes de los hidrantes contiene colonias de bacterias coliformes termotolerantes, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2018-SA.

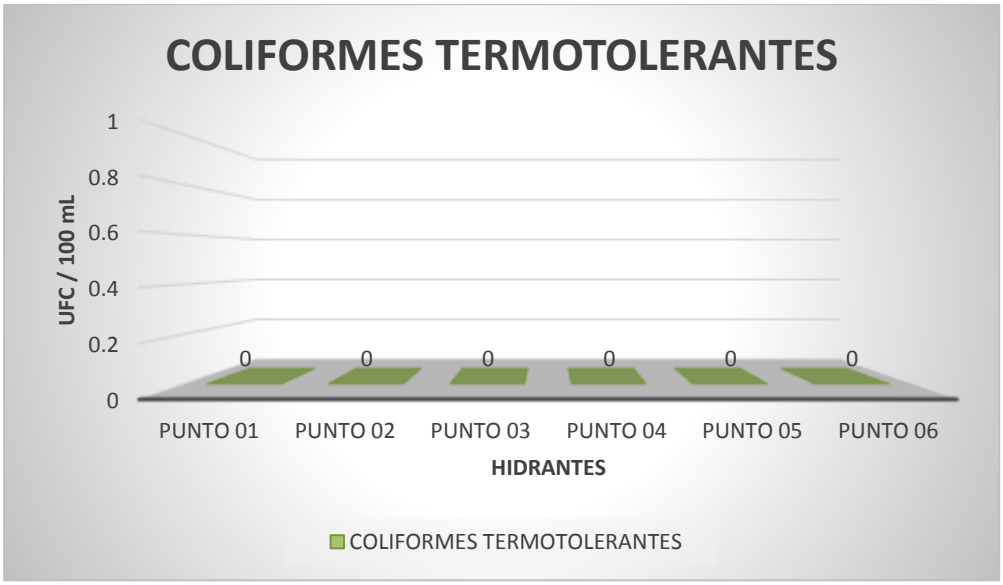


Figura 11. Determinación de coliformes termotolerantes en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

4.1.1.1.2. PARAMTEROS MICROBIOLOGICOS EN VIVIENDAS

4.1.1.1.2.1. PARAMETROS MICROBIOLOGICOS EN VIVIENDAS DEL SECTOR 1A – CERCADO DE PUCALLPA.

- **Coliformes totales**

En la figura 12se observa que en la Zona 1A – Cercado de Pucallpa, ninguna de las muestras de agua provenientes de las viviendas contiene colonias de bacterias coliformes totales, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

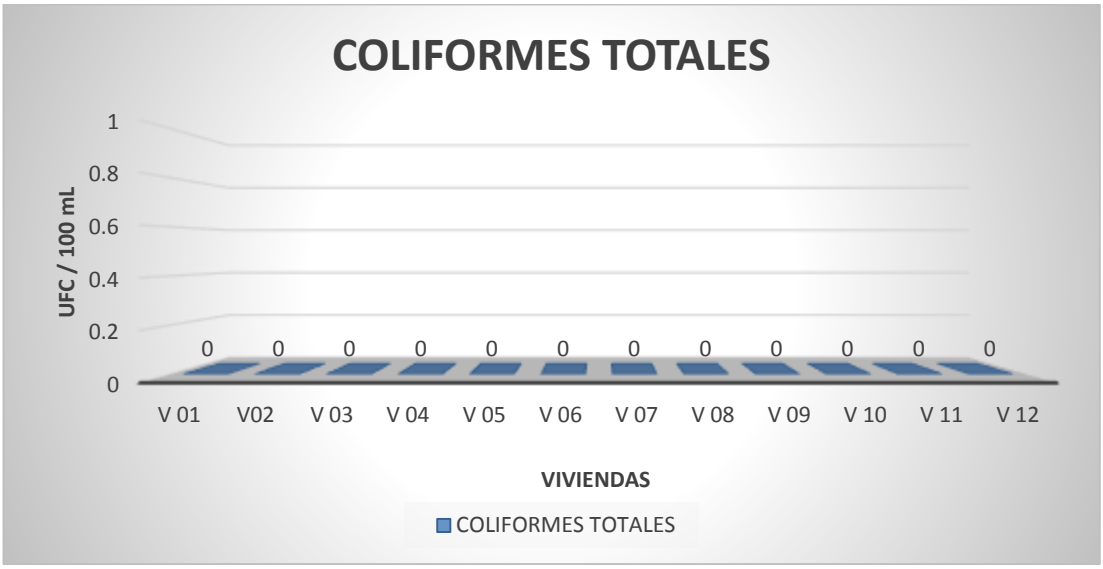


Figura 12. Determinación de coliformes totales en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Coliformes Termotolerantes**

En la figura 13se observa que en la Zona 1A – Cercado de Pucallpa, ninguna de las muestras de agua provenientes de las viviendas contiene colonias de bacterias coliformes termotolerantes, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

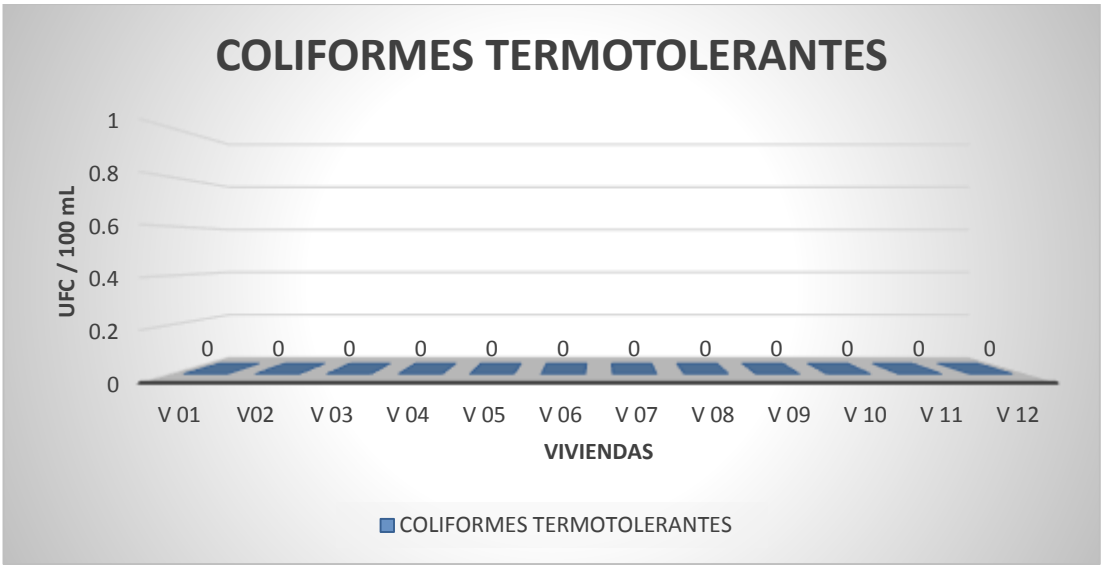


Figura 13. Determinación de coliformes termotolerantes en viviendasde la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

4.1.1.1.2.2. PARAMETROS MICROBIOLOGICOS EN VIVIENDAS DEL SECTOR 1B – EL ARENAL.

- **Coliformes totales**

En la figura 14se observa que en la Zona 1B – El Arenal, ninguna de las muestras de agua provenientes de los viviendas contiene colonias de bacterias coliformes totales, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

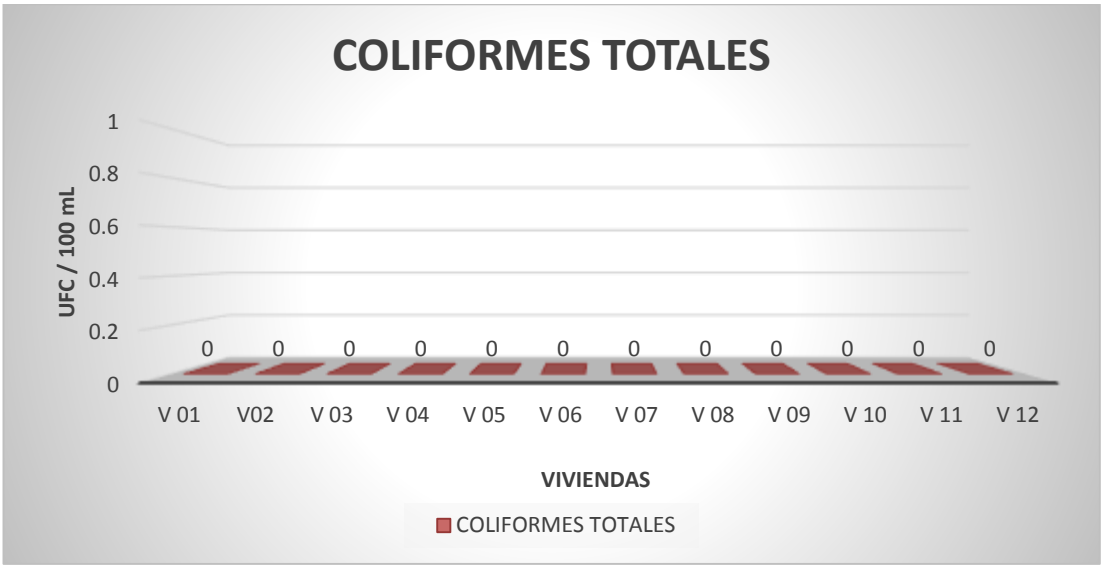


Figura 14. Determinación de coliformes totales en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Coliformes Termotolerantes**

En la figura 15se observa que en la Zona 1B – El Arenal, ninguna de las muestras de agua provenientes de las viviendas contiene colonias de bacterias coliformes termotolerantes, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

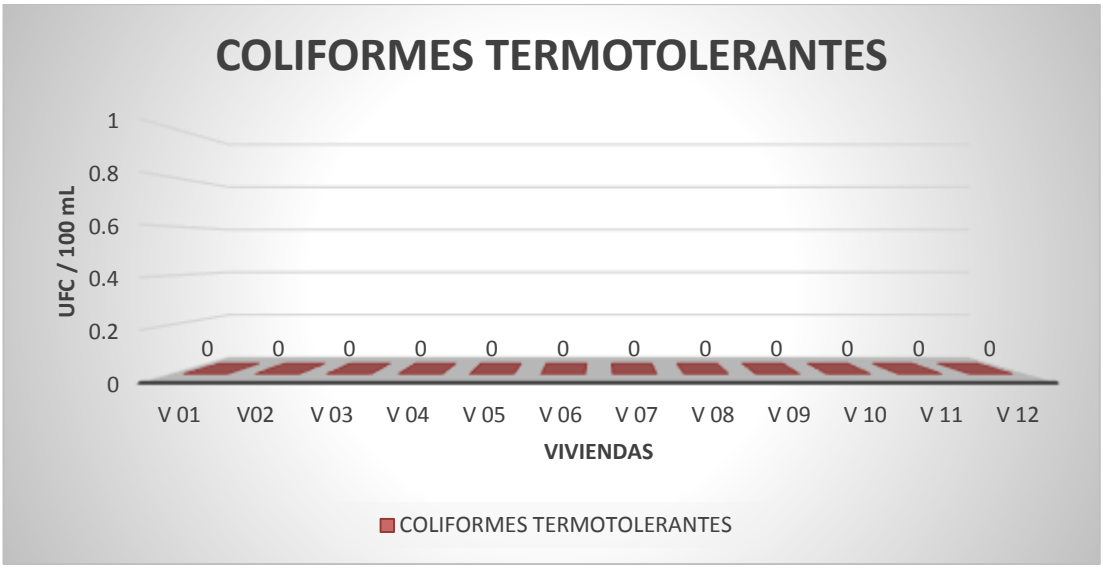


Figura 15. Determinación de coliformes termotolerantes en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

4.1.1.1.2.3. PARAMETROS MICROBIOLOGICOS EN VIVIENDAS DEL SECTOR 1C – SAN FERNANDO.

- **Coliformes totales**

En la figura 16se observa que en la Zona 1C – San Fernando, ninguna de las muestras de agua provenientes de las viviendas contiene colonias de bacterias coliformes totales, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

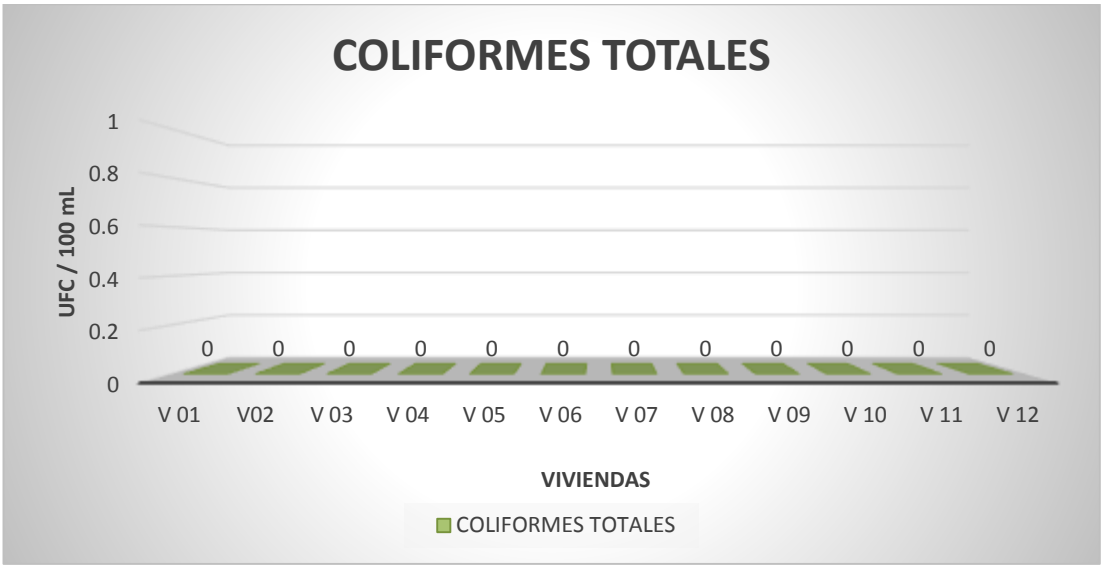


Figura 16. Determinación de coliformes totales en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Coliformes Termotolerantes**

En la figura 17se observa que en la Zona 1C – San Fernando, ninguna de las muestras de agua provenientes de las viviendas contiene colonias de bacterias coliformes termotolerantes, cumpliendo con el límite máximo permisible que es 0 UFC/100ml establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

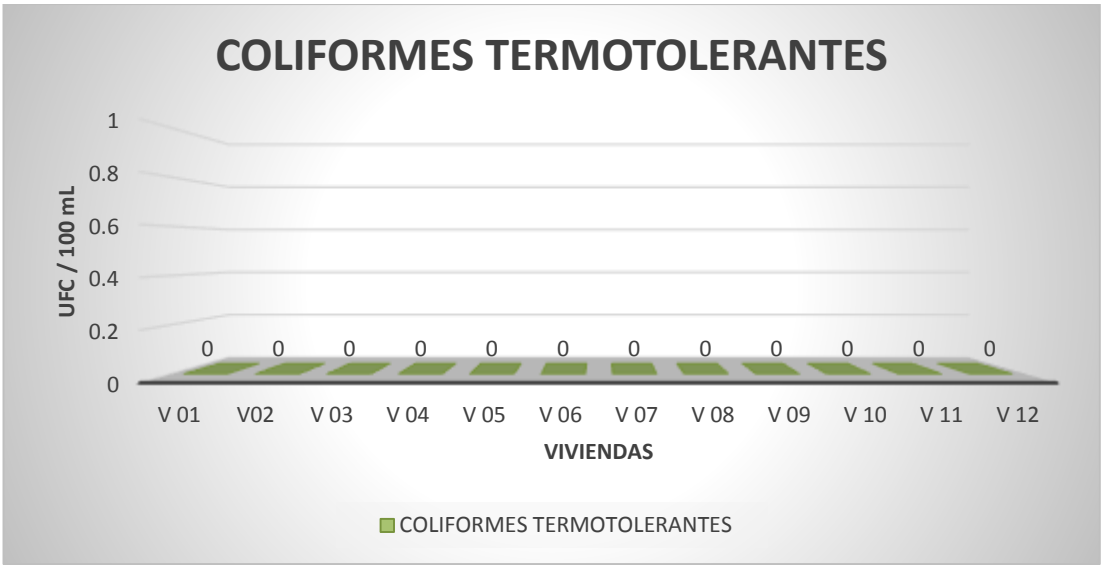


Figura 17. Determinación de coliformes termotolerantes en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

4.1.1.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

4.1.1.2.1. PARÁMTEROS FISICOQUIMICOS EN HIDRANTES

4.1.1.2.1.1. PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.

- **Turbidez**

En la figura 18se observa que el valor mínimo de turbidez es de 2,10 UNT en el punto 06 mientras que el valor máximo de turbidez es de 3,10 UNT encontrados en los puntos 02 y 05;todos los valores de turbidez cumplen con el límite máximo permisible que es 5.00 UNT, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

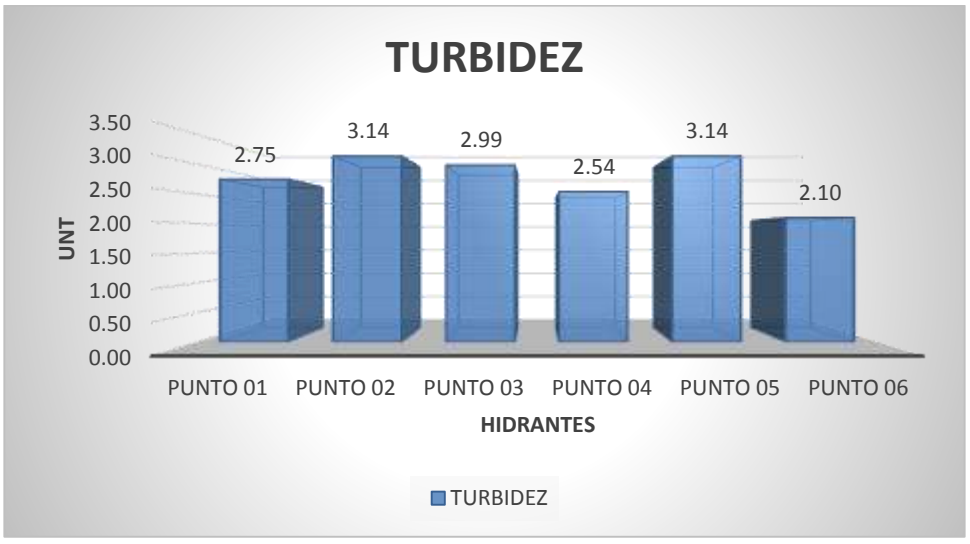


Figura 18. Determinación de turbidez en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Color**

En la figura 19se observa que el valor mínimo de color es de 14 UCV en el punto 05 mientras que el valor máximo de color es de 21 UCV en el punto 02 sobrepasando el límite máximo permisible, la misma situación se presenta en los puntos 01, 03 y 06 donde se observa que los valores de color también sobrepasan el limitemáximopermisible que es15 UCV, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

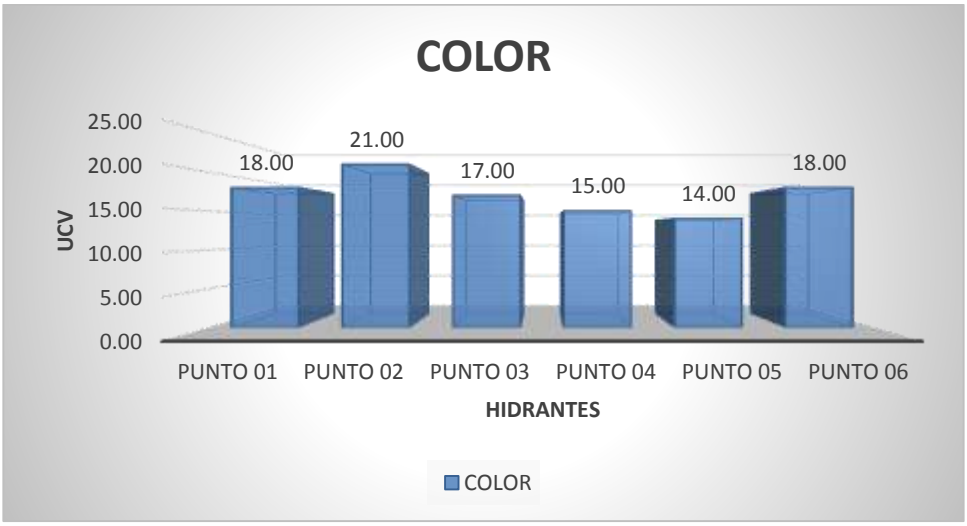


Figura 19. Determinación de color en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Sólidos totales disueltos**

En la figura 20se observa que el valor mínimo de solidos totales disueltos es de 136,8 mg/L en el punto 04 mientras que el valor máximo es de 151,7 mg/L en el punto 05, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisibleque es 1000mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

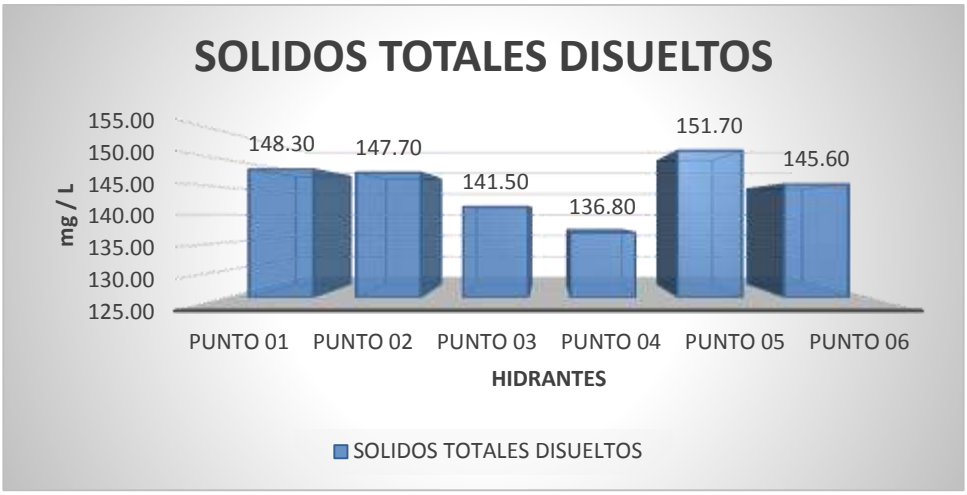


Figura 20. Determinación de sólidos totales disueltos en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **pH**

En la figura 21se observa que el valor mínimo de pH es de 7,30 en el punto 05 y el valor máximo de pH es de 7,44 en el punto 03, en este caso todas las muestras se encuentran dentro del rango permisibleentre 6.5 y 8.5 de pH, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

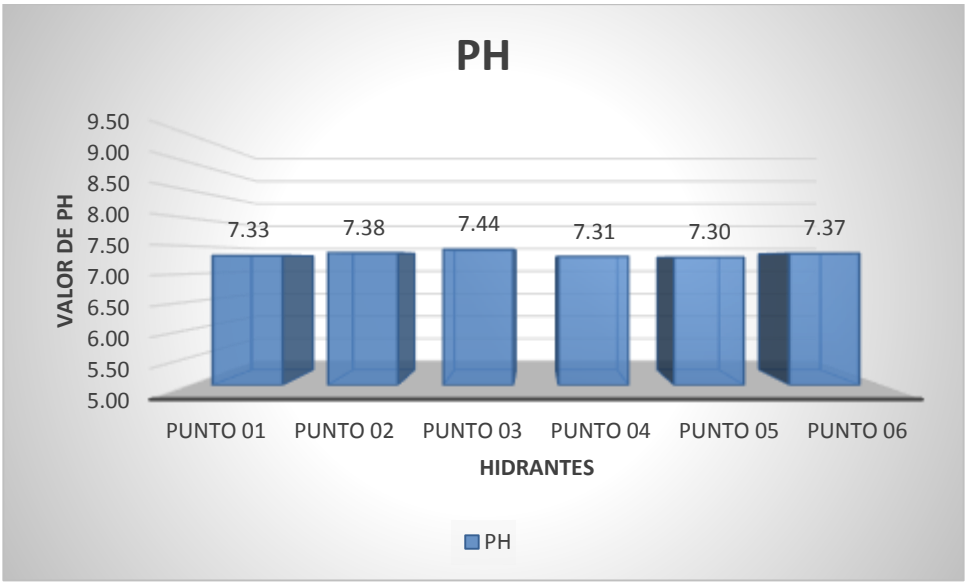


Figura 21. Determinación de pH en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Temperatura**

En la figura 22se observa que el valor mínimo de temperatura es de 24,3 °C en el punto 01 y el valor máximo de temperatura es de 25,6 °C en el punto 06, este parámetro no se encuentra establecido dentro de los límites máximos permisibles en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, pero se considera ya que junto al pH, son parámetros que dan las condiciones optimas o no, para el crecimiento de bacterias en el agua.

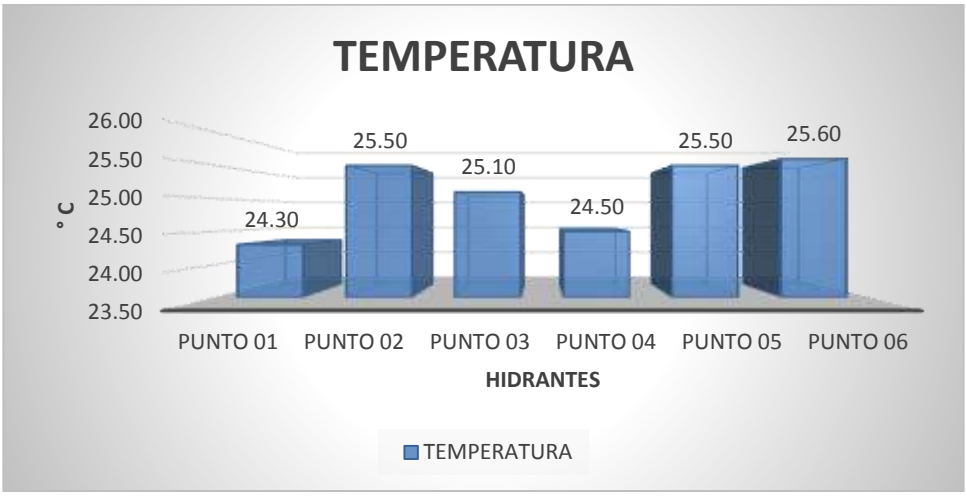


Figura 22. Determinación de temperatura en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Conductividad**

En la figura 23se observa que el valor mínimo de conductividad es de 260 µmho/cm en los puntos 02 y 05, mientras que el valor máximo de conductividad es de 268 µmho/cm en el punto 06, todas las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible que es 1500 µmho/cm, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

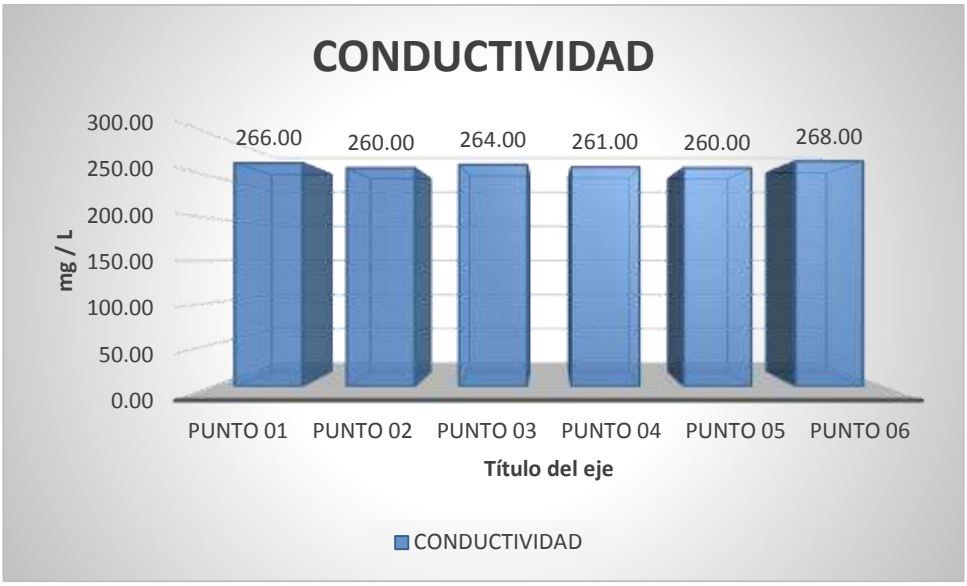


Figura 23. Determinación de conductividad en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Hierro**

En la figura 24se observa que el valor mínimo de hierro es de 0.03 mg/L en los puntos 02, 04 y 06; mientras que el valor máximo de hierro es de 0,08 mg/L en el punto 01,todas las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.3 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

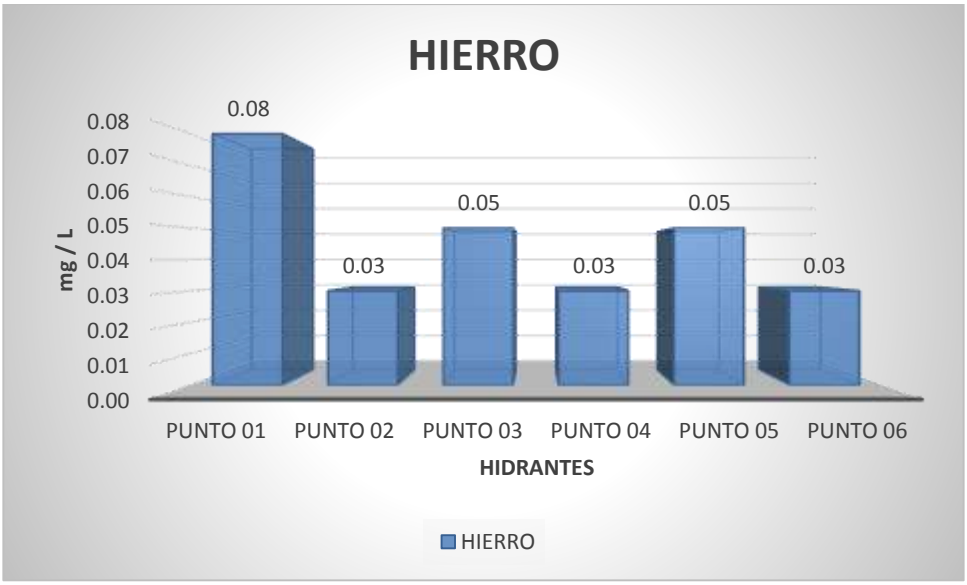


Figura 24. Determinación de hierro en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Manganeso**

En la figura 25se observa que el valor mínimo de manganeso es 0,10 mg/L en los puntos 02 y 06, mientras que el valor máximo es 0,40 mg/L en el punt 01, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.4 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

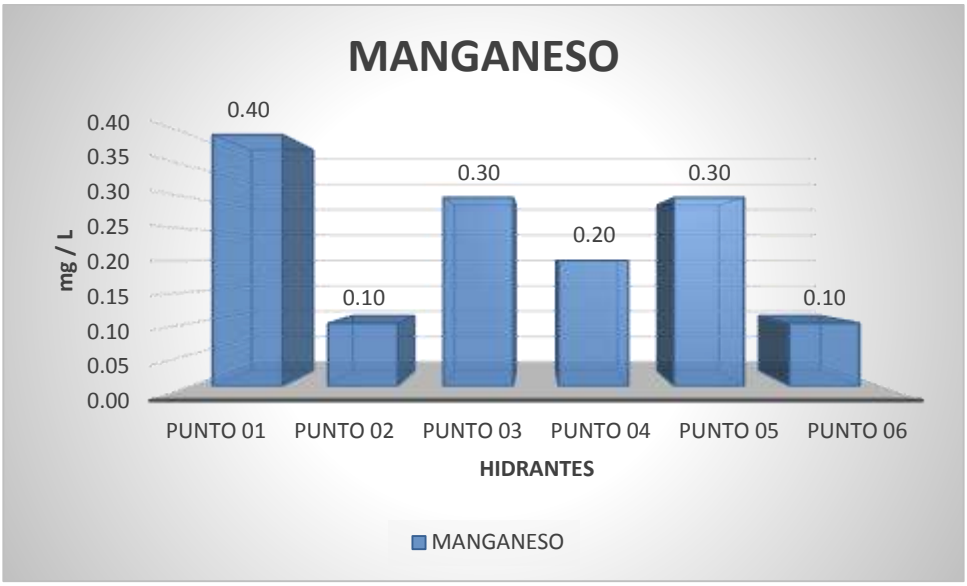


Figura 25. Determinación de manganeso en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Aluminio**

En la figura 26se observa que el valor mínimo de aluminio es 0,01 mg/L enel punto 04, mientras que el valor máximo de aluminio es 0,08 mg/L en el punto 06, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.200 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

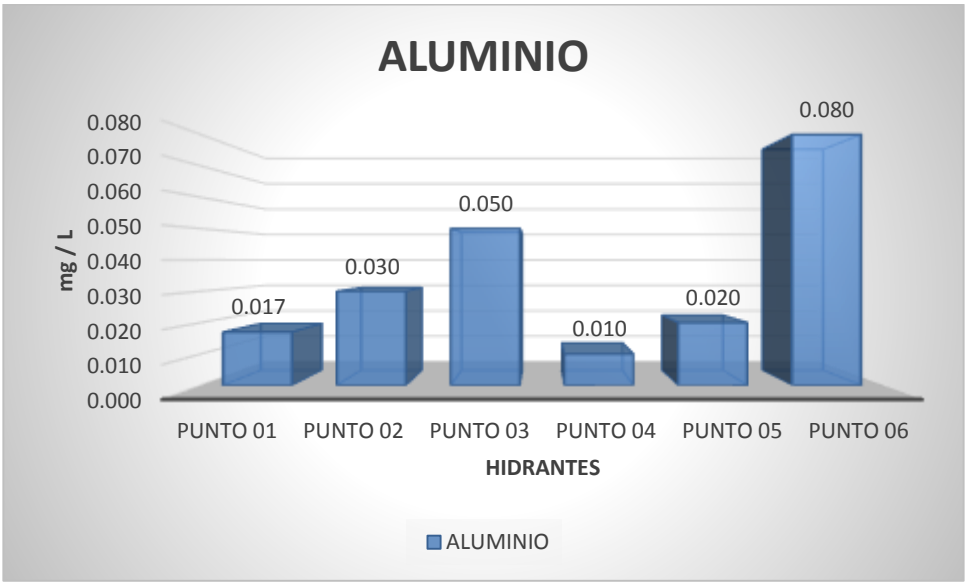


Figura 26. Determinación de aluminio en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Cloro residual**

En la figura 27se observa que el valor mínimo de cloro residual es 0,61 mg/L en el punto 04 mientras que el valor máximo de cloro residual es 0,89 en el punto 05, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, el mismo que se encuentra dentro del rango, desde 0,50 mg/L a 2,00 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

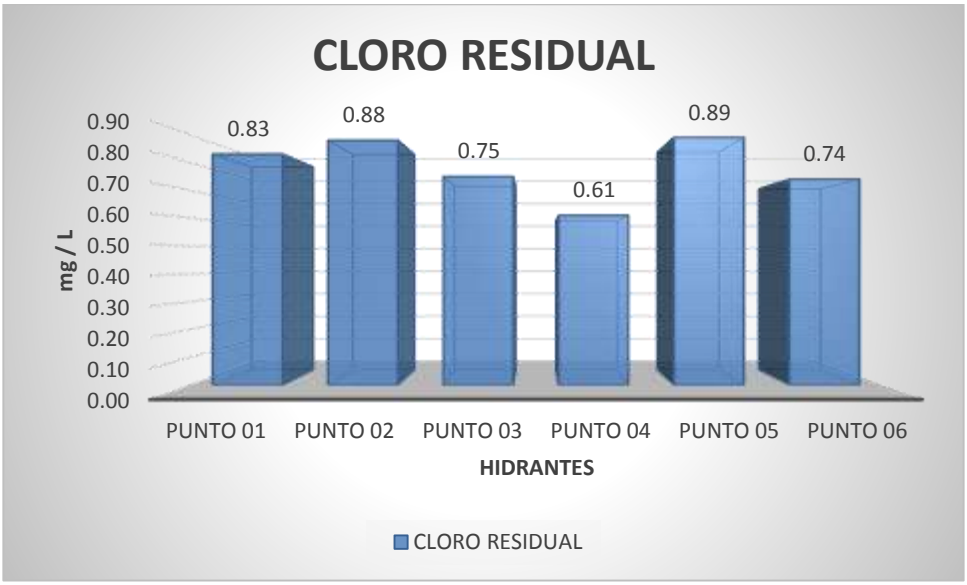


Figura 27. Determinación de cloro residual en hidrantes de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

4.1.1.2.1.2. PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1B – EL ARENAL.

- **Turbidez**

En la figura 28se observa que el valor mínimo de turbidez es de 1,97 UNT en el punto 06 y el valor máximo de turbidez es 3,30 UNT, aun asi todas las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible que es 5,00 UNT, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

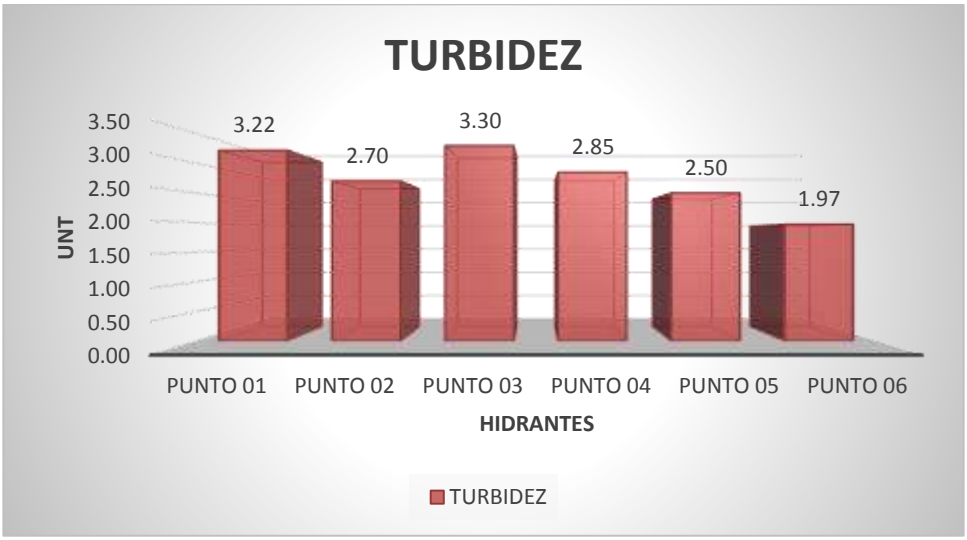


Figura 28. Determinación de turbidez en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **Color**

En la figura 29se observa que el valor mínimo de color es 9 UCV en el punto 06 mientras que el valor máximo es 25 UCV en el punto 01 sobrepasando el límite máximo permisible, la misma situación se presenta en los puntos 02 y 05, donde se observa que los valores de color también sobrepasan el límite máximo permible que es 15 UCV, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

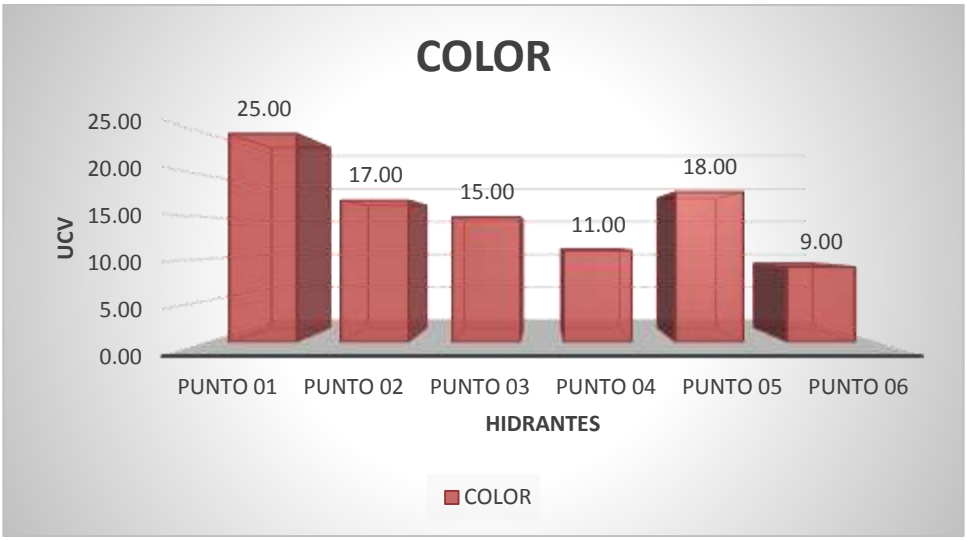


Figura 29. Determinación de color en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **Sólidos totales disueltos**

En la figura 30 se observa que el valor mínimo de solidos totales disueltos es 139,7 mg/L en el punto 02 mientras que el valor máximo de solidos totales disueltos es 149,7 mg/Len el punto 06, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisibleque es 1000mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

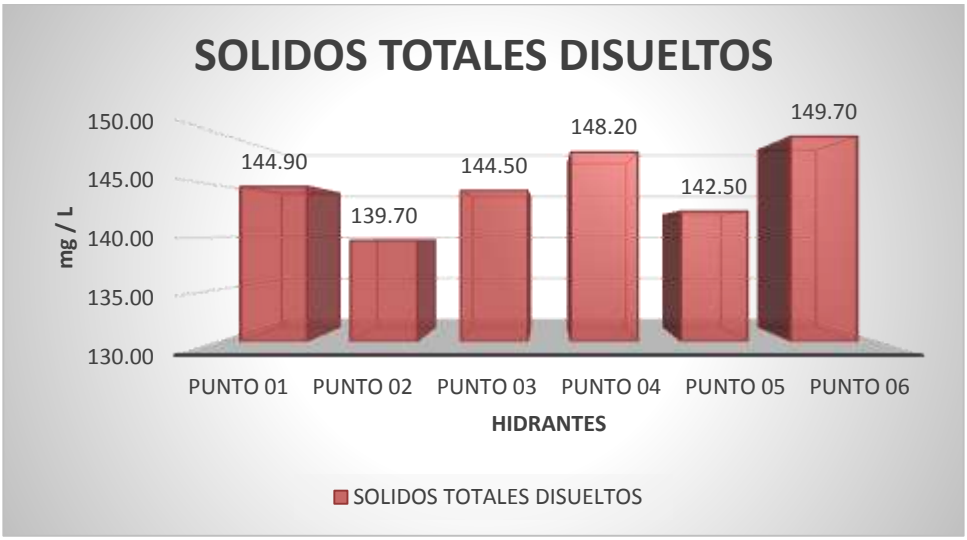


Figura 30. Determinación de sólidos totales disueltos en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **pH**

En la figura 31se observa que el valor mínimo de ph es 7,29 en el punto 03 mientras que el valor máximo de ph es 7,35 en el punto 05, las muestras analizadas cumplen con los límites máximos permisibles de ph,cuyo rango se encuentra entre 6.5 y 8.5, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

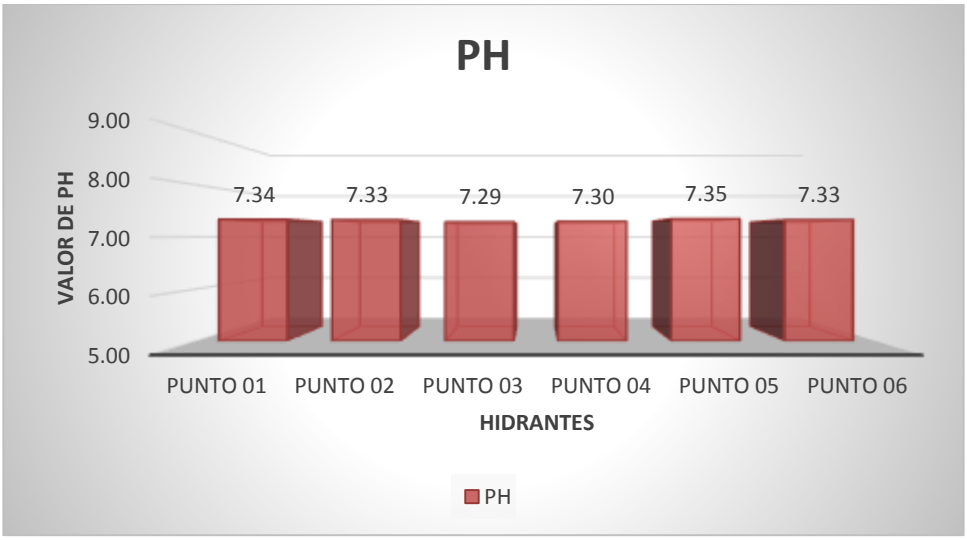


Figura 31. Determinación de pH en hidrantes de la zona 1B – El Arenal.

- **Temperatura**

En la figura 32se observa que el valor de temperatura mínima es de 24,7 °C en el punto 03 mientras que el valor de temperatura máxima es de 25,7 °C en los puntos 02 y 05.

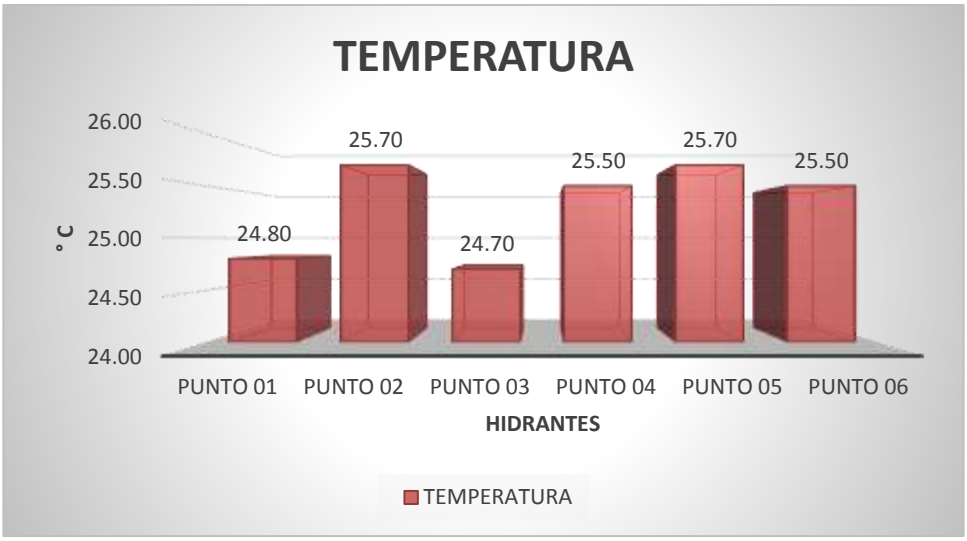


Figura 32. Determinación de temperatura en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **Conductividad**

En la figura 33se observa que el valor mínimo de conductividad es 260 µmho/cm en el punto 05 mientras que el valor máximo de conductividad es 266 µmho/cm em el punto 01, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible que es 1500 µmho/cm, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 33. Determinación de conductividad en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **Hierro**

En la figura 34se observa que el valor mínimo de hierro es 0,3 mg/L en los puntos 02 y 04, mientras que el valor máximo de herro es de 0,5 mg/L en el punto 05, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.3 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

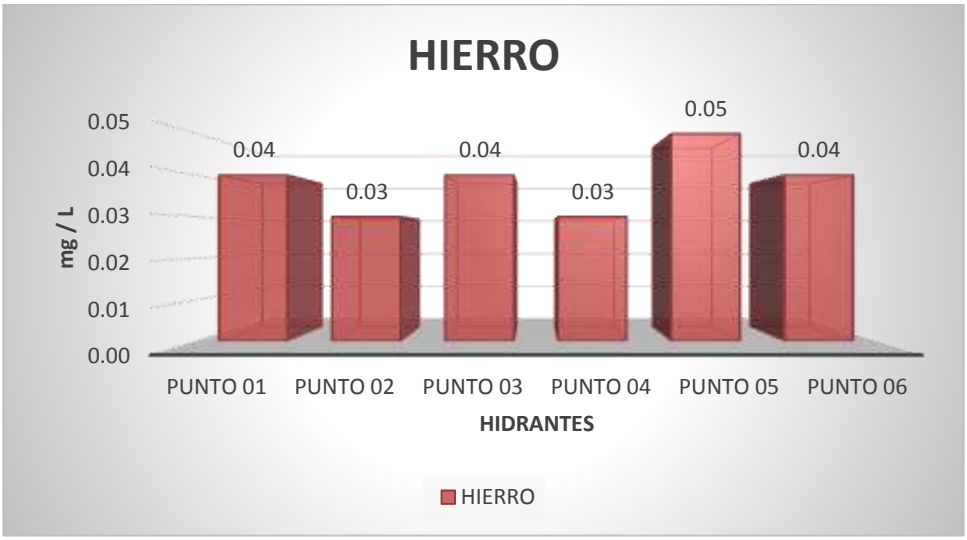


Figura 34. Determinación de hierro en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **Manganeso**

En la figura 35se observa que el valor mínimo de manganeso es 0,1 mg/L en los puntos 02 y 04, mientras que el valor máximo de manganeso es 0,4 mg/L en el punto 05, las muestras analizadas cumplen con el límites máximos permisibles, que es de 0.4 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

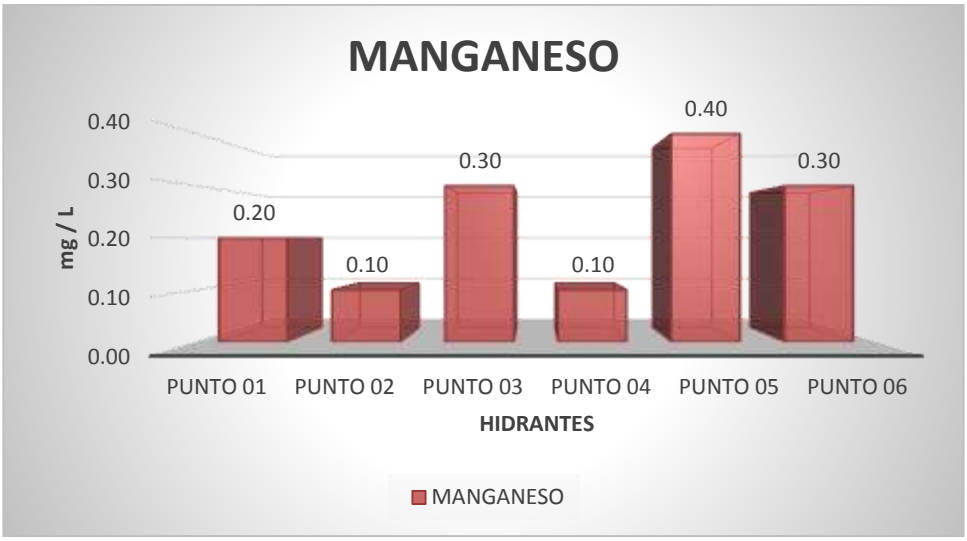


Figura 35. Determinación de manganeso en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **Aluminio**

En la figura 36se observa que el valor mínimo de aluminio es 0,04 mg/L en el punto 03 mientras que el valor máximo de aluminio es 0,08 mg/L en el punto 05, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es de 0.200 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

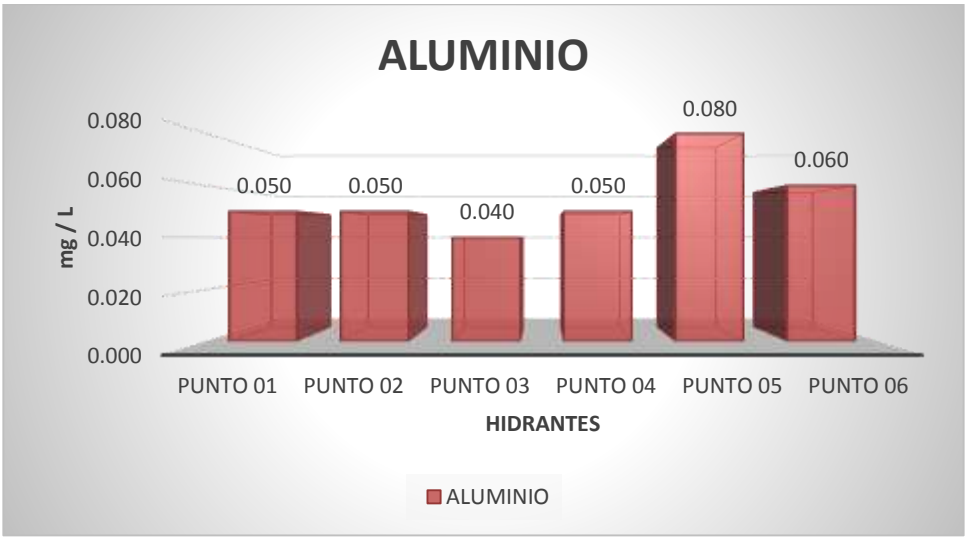


Figura 36. Determinación de aluminio en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

- **Cloro residual**

En la figura 37se observa que el valor mínimo de cloro residual es 0,58 mg/L en el punto 06, mientras que el valor máximo de cloro residual es 0,86 mg/L en el punto 03, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, dentro del rango de 0.50 mg/L a 2.00 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

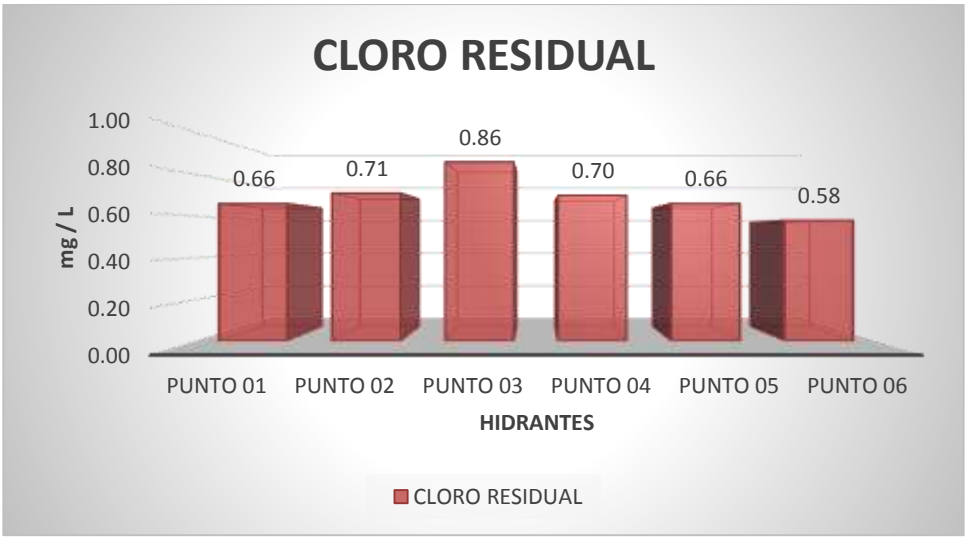


Figura 37. Determinación de cloro residual en hidrantes de la Zona 1B – El Arenal.

4.1.1.2.1.3. PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN HIDRANTES DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO.

- **Turbidez**

En la figura 38se observa que el valor mínimo es 2,18 UNT en el punto 03 mientras que el valor máximo de turbidez es 3,49 UNT en el punto 02, las muestras analizadas cumplen con los límites máximos permisibles que es 5.00 UNT, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

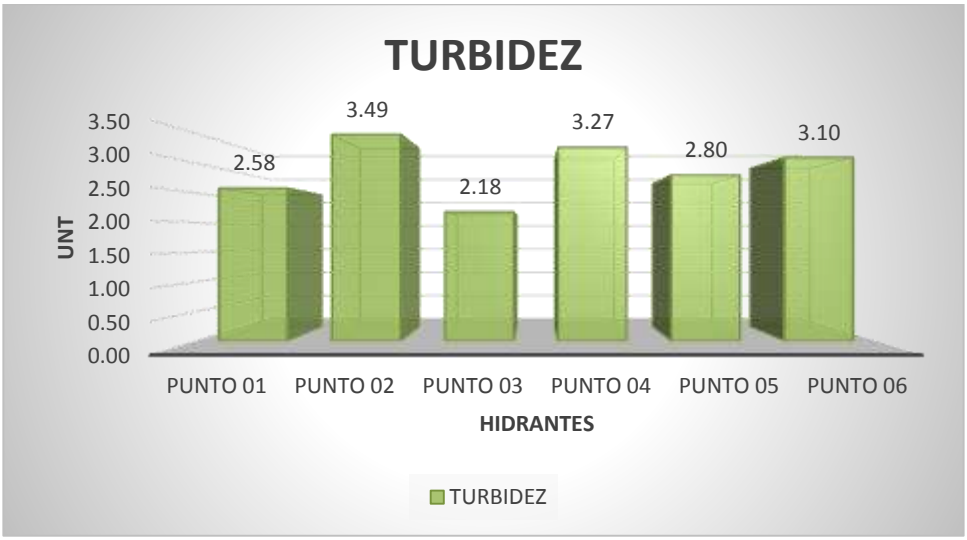


Figura 38. Determinación de turbidez en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **Color**

En la figura 39se observa que el valor mínimo de color es 16 UCV en el punto 01, mientras que el valor máximo de color es 22 UCV en el punto 04 el mismo que se encuentran por encima dellímite máximo permisible, la misma situación se presenta todos los puntos muestreados, los mismos que superan el límite máximo permisible que es 15 UCV, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

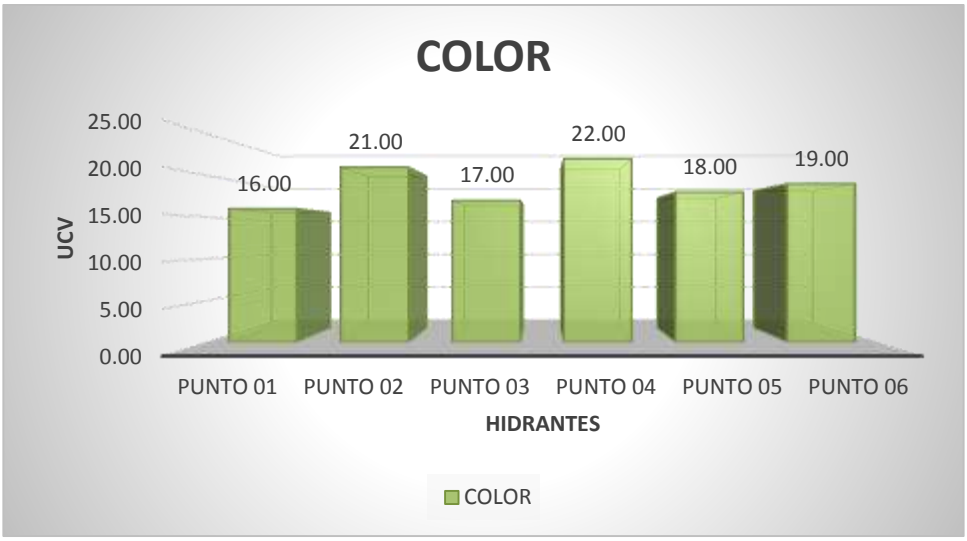


Figura 39. Determinación de color en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **Sólidos totales disueltos**

En la figura 40se observa que el valor mínimo de solidos totales disueltos es 139,7 mg/L en el punto 06, mientras que el valor máximo de solidos totales disueltos es 151,9 mg/L en el punto 03, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisibleque es 1000mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

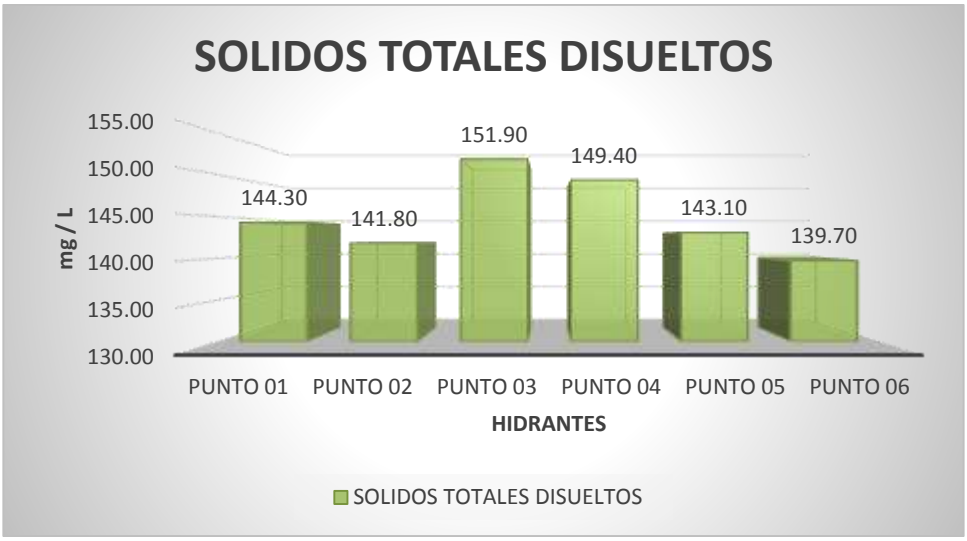


Figura 40. Determinación de sólidos totales disueltos en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **pH**

En la figura 41se observa que el valor mínimo de ph es 7,31 en el punto 06, mientras que el valor máximo de ph es 7,44 en el punto 01, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible,cuyo rango se encuentra entre 6.5 a 8.5, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

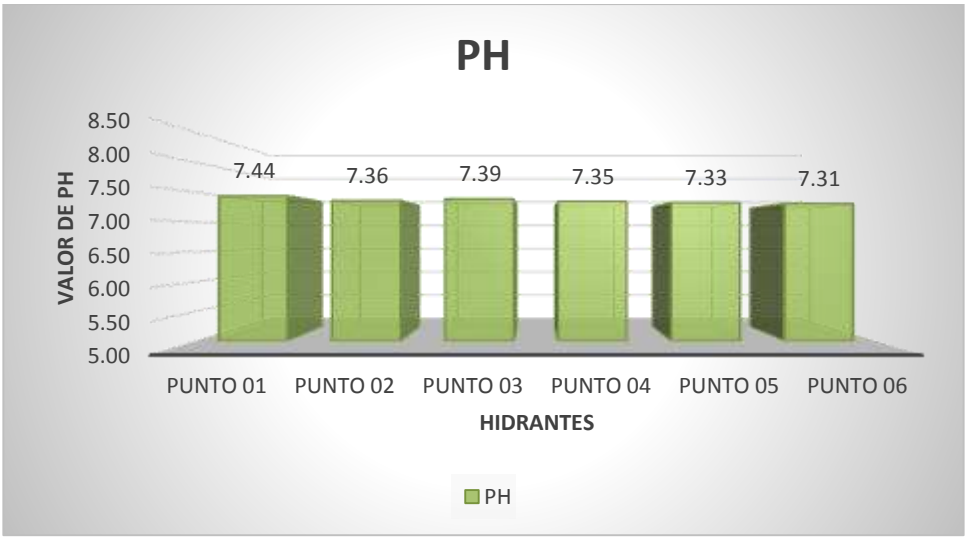


Figura 41. Determinación de pH en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **Temperatura**

En la figura 42observa que el valor mínimo de temperatura es 24,9 ºC en el punto 02, mientras que el valor máximo de temperatura es 25,8 ºC en el punto 01.

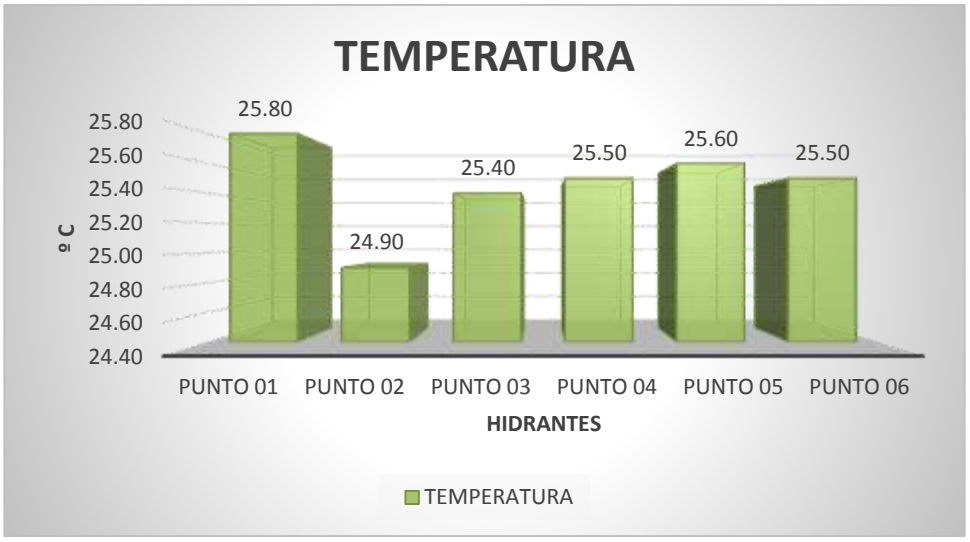


Figura 42. Determinación de temperatura en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **Conductividad**

En la figura 43se observa que el valor mínimo de conductividad es 260 µmho/cm en el punto 03, mientras que el valor máximo de conductividad es 267 µmho/cm en el punto 04, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible que es de 1500 µmho/cm, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 43. Determinación de conductividad en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **Hierro**

En la figura 44se observa que el valor mínimo de hierro es 0,03 mg/L en el punto 04, mientras que el valor máximo de hierro es 0,09 mg/L, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es de 0.3 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

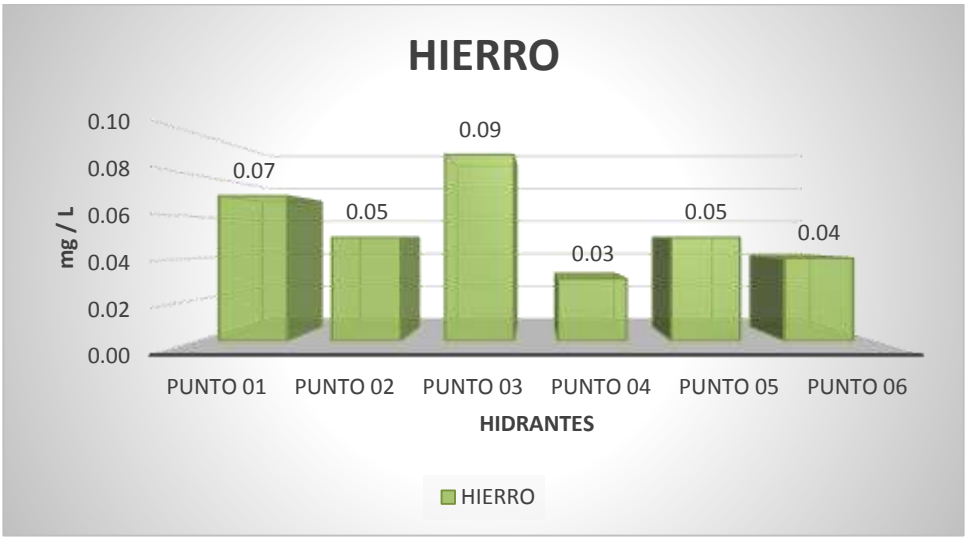


Figura 44. Determinación de hierro en hidrantes con promedio y L.M.P.

- **Manganeso**

En la figura 45se observa que el valor mínimo de manganeso es 0,1 mg/L en el punto 04, mientras que le valor máximo de manganeso es 0,4 mg/L en los puntos 01 y 03, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es de 0.4 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

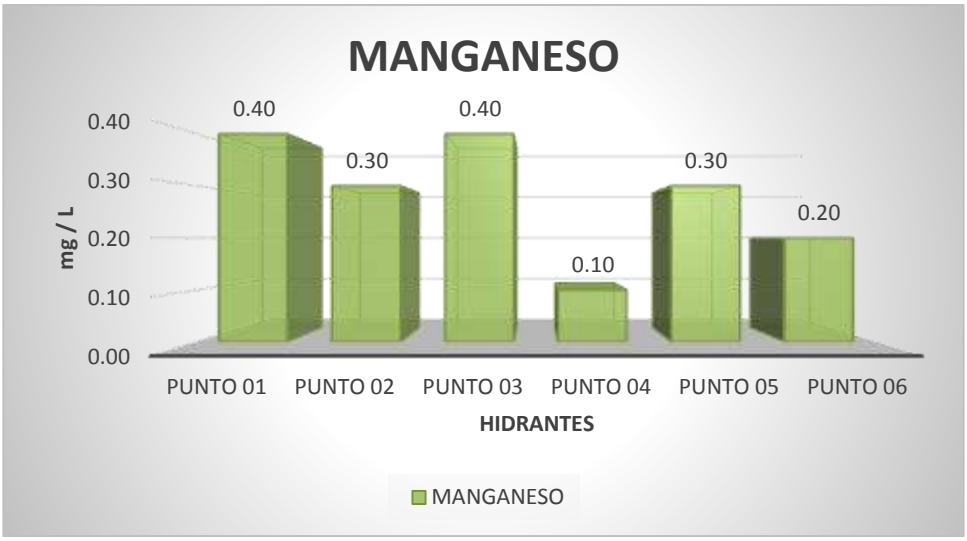


Figura 45. Determinación de manganeso en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **Aluminio**

En la figura 46se observa que el valor mínimo de aluminio es 0,03 mg/L en el punto 02, mientras que el valor máximo de aluminio es 0,08 mg/L en los puntos 04 y 06, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es de 0.200 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

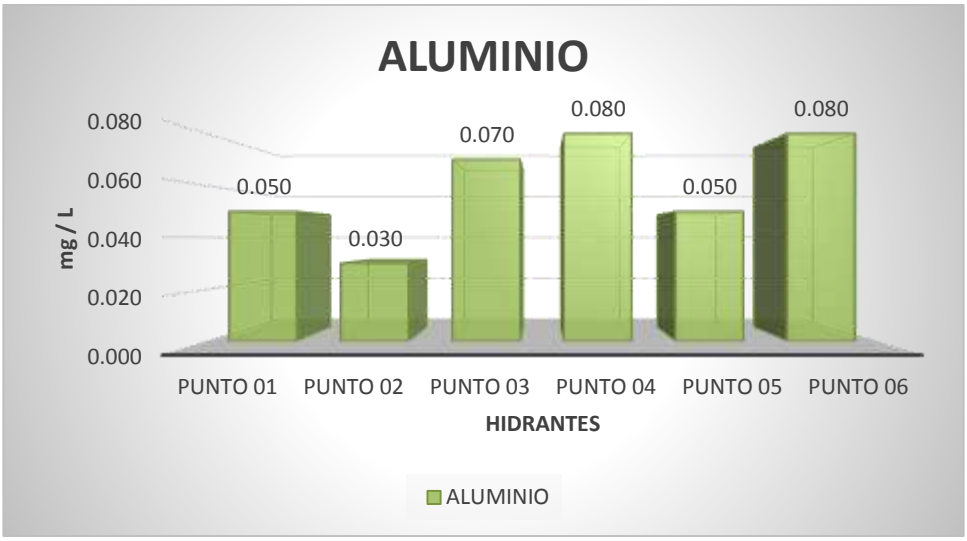


Figura 46. Determinación de aluminio en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

- **Cloro residual**

En la figura 47se observa que el valor mínimo de cloro residual es 0,58 mg/L en el punto 03, mientras que el valor máximo de cloro residual es 0,94 mg/L, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, dentro del rango de 0.50 mg/L a 2.00 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 47. Determinación de cloro residual en hidrantes de la Zona 1C – San Fernando.

4.1.1.2.2. PARÁMETROS FISICOQUIMICOS EN VIVIENDAS

4.1.1.2.2.1. PARÁMETROS FISICOQUIMICOS EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1A – CERCADO DE PUCALLPA.

- **Turbidez**

En la figura 48se observa que el valor mínimo de turbidez es 0,36 UNT en la vivienda 07, mientras que el valor máximo de turbidez es 1,21 UNT en la vivienda 09, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisibleque es 5.00 UNT, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

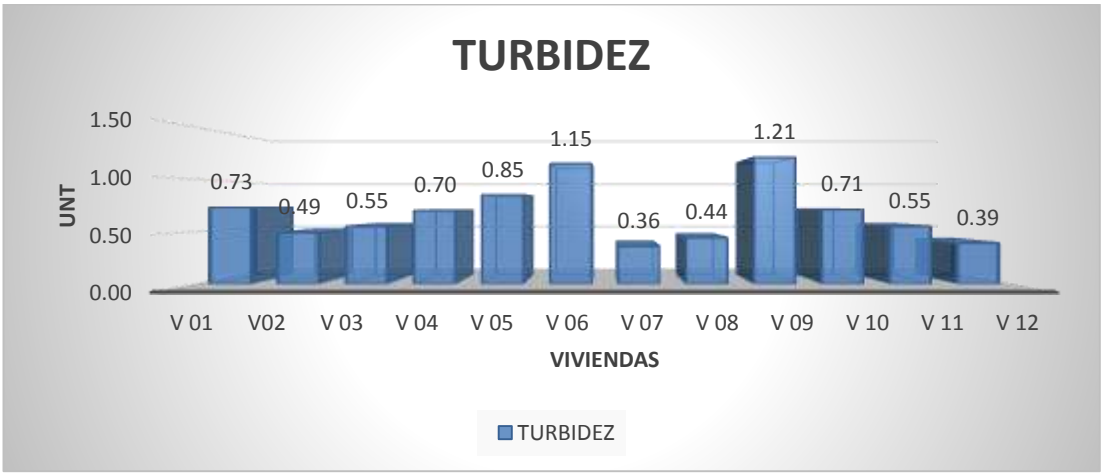


Figura 48. Determinación de turbidez en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Color**

En la figura 49se observa que el valor mínimo de color es 4 UCV en la vivienda 04, mientras que el valor máximo de color es 29 UCV en la vivienda 09 el mismo que sobrepasa el límite máximo permisible, la misma situación se presenta en la vivienda 06, donde el valor de color también sobrepasa el

límite máximo permisible que es de 15.00 UCV, según lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

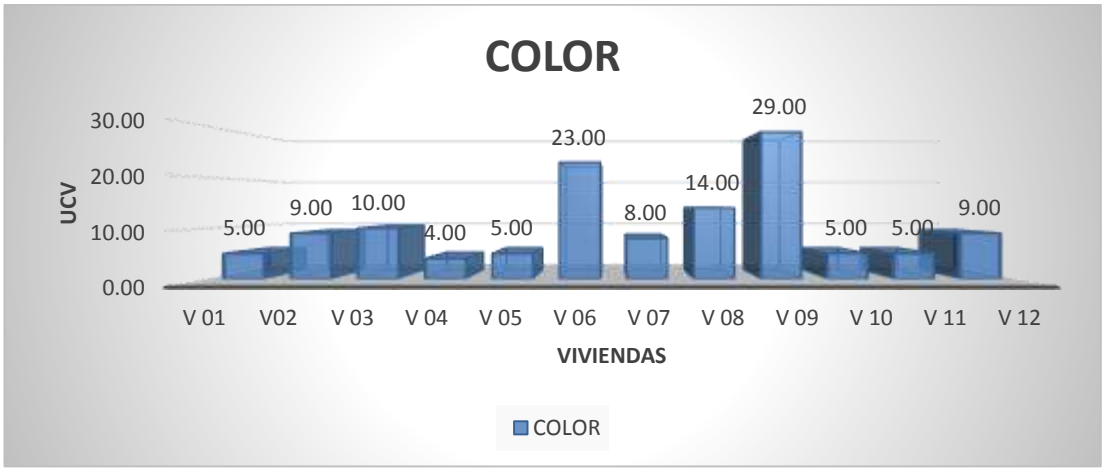


Figura49. Determinación de color en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Sólidos totales disueltos**

En la figura 50se observa que el valor mínimo de solidos totales disueltos es 140,2 mg/L en la vivienda 12, mientras que el valor máximo de solidos totales disueltos es 149,6 mg/L en la vivienda 05, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible que es 1000 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

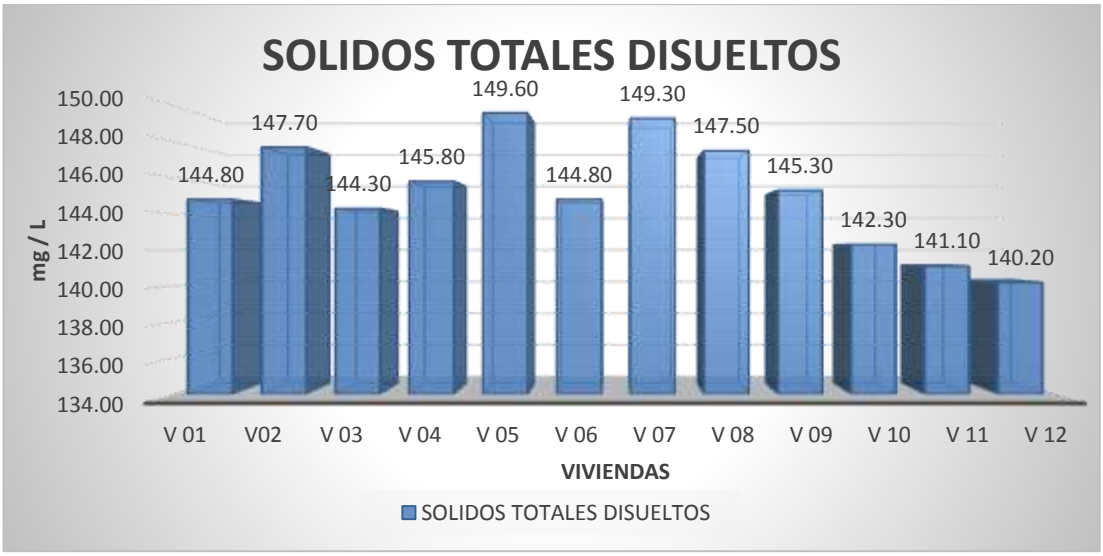


Figura 50. Determinación de sólidos totales disueltos en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **pH**

En la figura 51se observa que el valor mínimo de ph es 6,66 en la vivienda 05, mientras que el valor máximo de ph es 7,15 en la vivienda 08, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, dentro del rango de 6.50 a 8.50, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

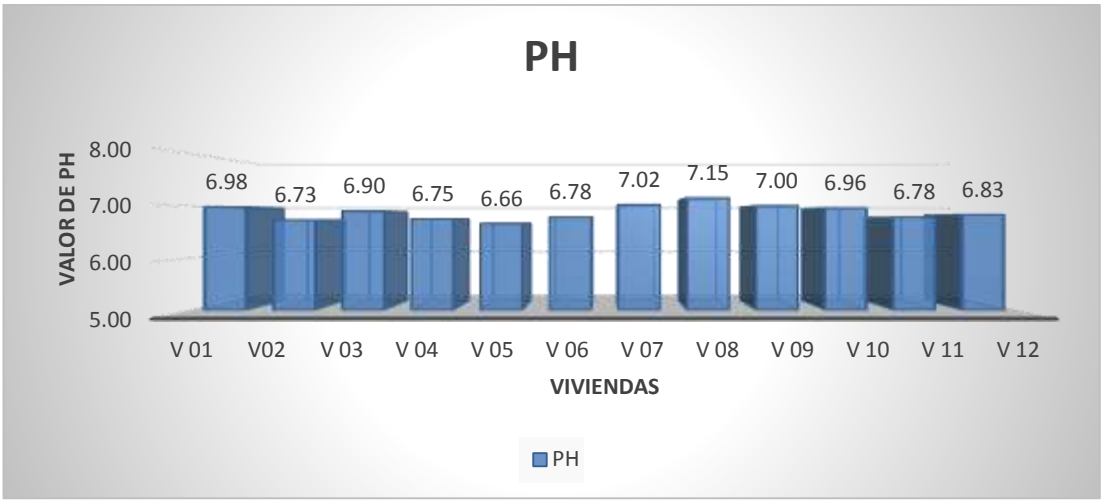


Figura 51. Determinación de pH en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Temperatura**

En la figura 52se observa que el valor mínimo de temperatura es 21,1 °C en la vivienda 01, mientras que el valor máximo de temperatura es 22,4 °C en la vivienda 10.

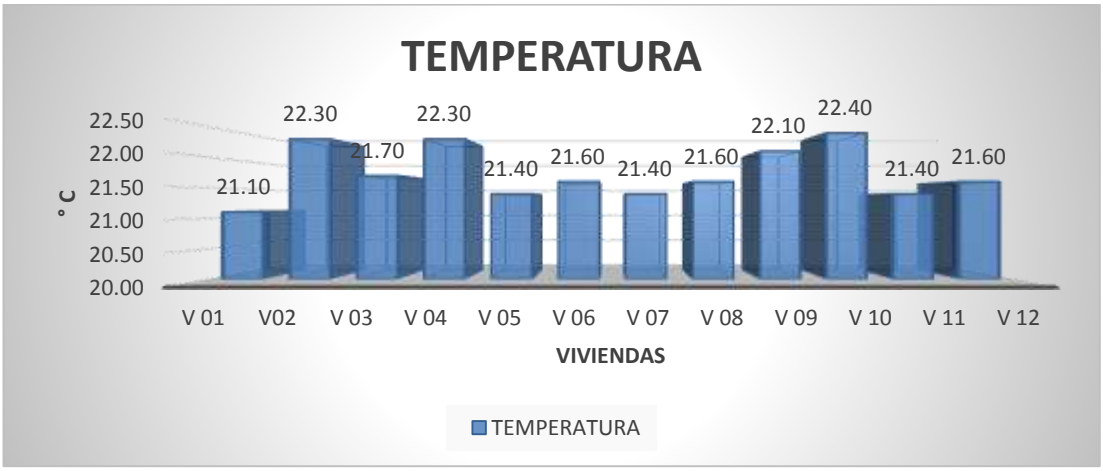


Figura 52. Determinación de temperatura en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Conductividad**

En la figura 53se observa que el valor mínimo de conductividad es 250 µmho/cm, mientras que el valor máximo de conductividad es 266 µmho/cm,

las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible que es de 1500 µmho/cm, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 53. Determinación de conductividad en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Hierro**

En la figura 54se observa que el valor mínimo de hierro es 0,01 mg/L en las viviendas 03 y 05, mientras que el valor máximo de hierro es 0,07 mg/L en la vivienda 09, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.3 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

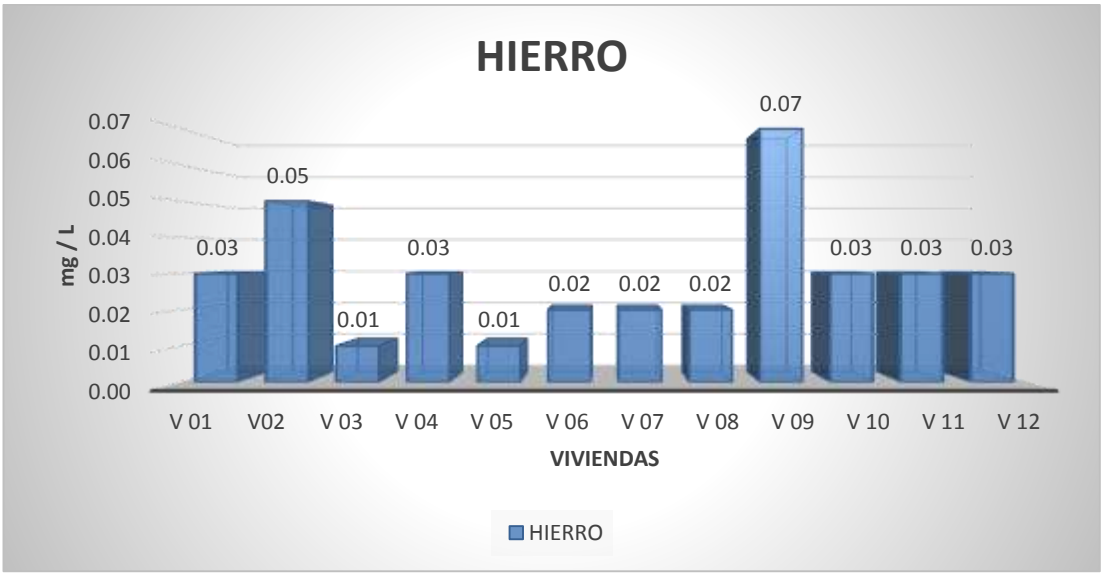


Figura 54. Determinacion de hierro en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Manganeso**

En la figura 55se observa que el valor mínimo de manganeso es 0 mg/L en las viviendas de la 03 a la 08 y de la 10 a la 12, mientras que el valor máximo de manganeso es 0,4 mg/L en la vivienda 09, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible de 0.4 mg/L.

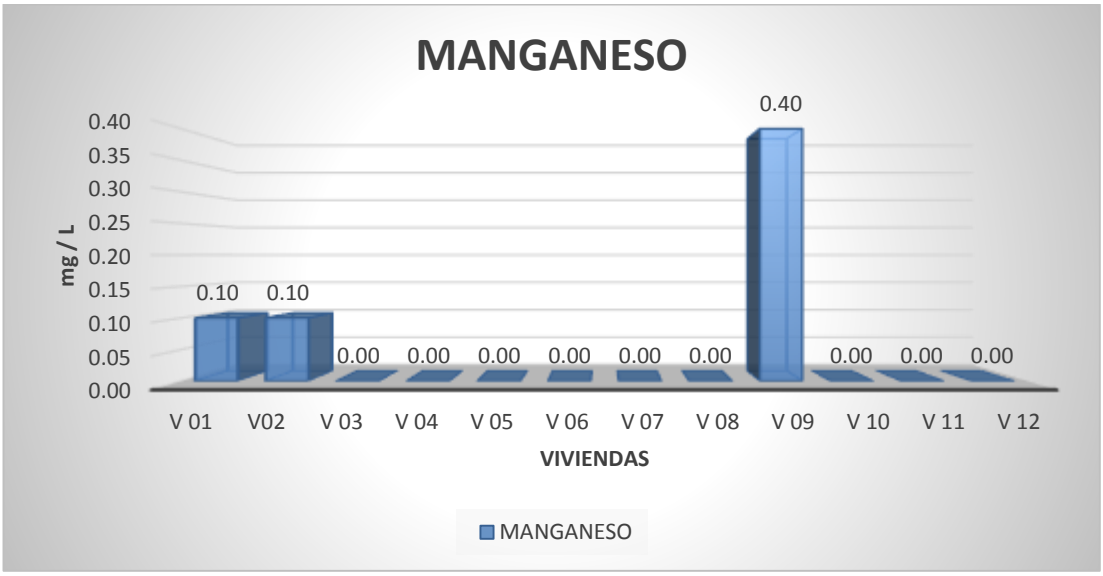


Figura 55. Determinación de manganeso en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa

- **Aluminio**

En la figura 56se observa que el valor mínimo de aluminio es 0,011 mg/L en las viviendas 03, 09 y 11, mientras que el valor máximo de aluminio es 0,036 mg/L en la vivienda 07, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.200 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

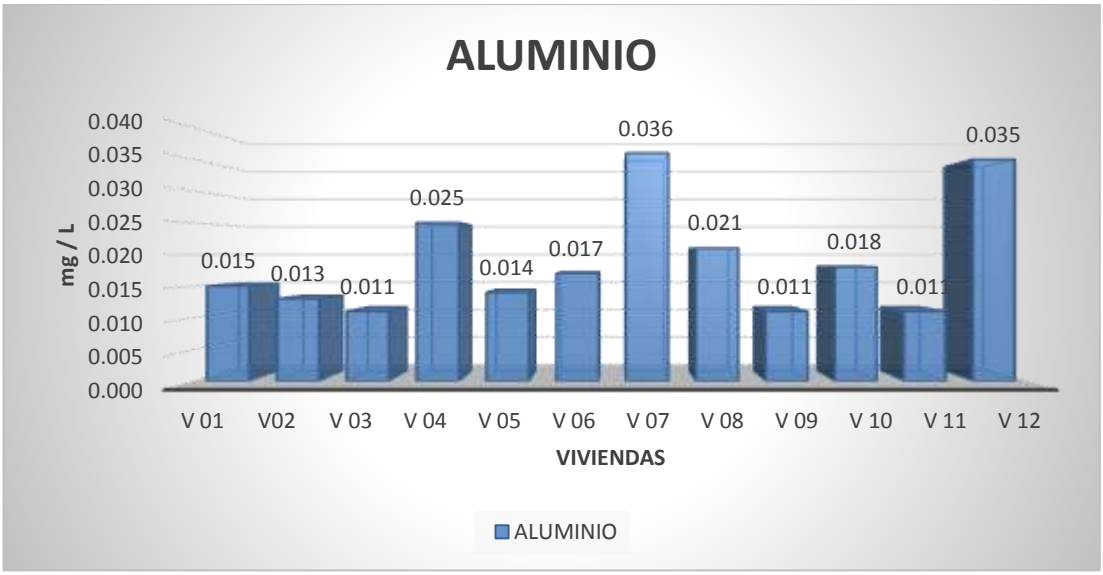


Figura 56. Determinación de aluminio en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

- **Cloro residual**

En la figura 57se observa que el valor mínimo de cloro residual es 0,50 mg/L en la vivienda 05, mientras que el valor máximo de cloro residual es 0,71 mg/L en la vivienda 04, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, dentro del rango de 0.50 mg/L a 2.00 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

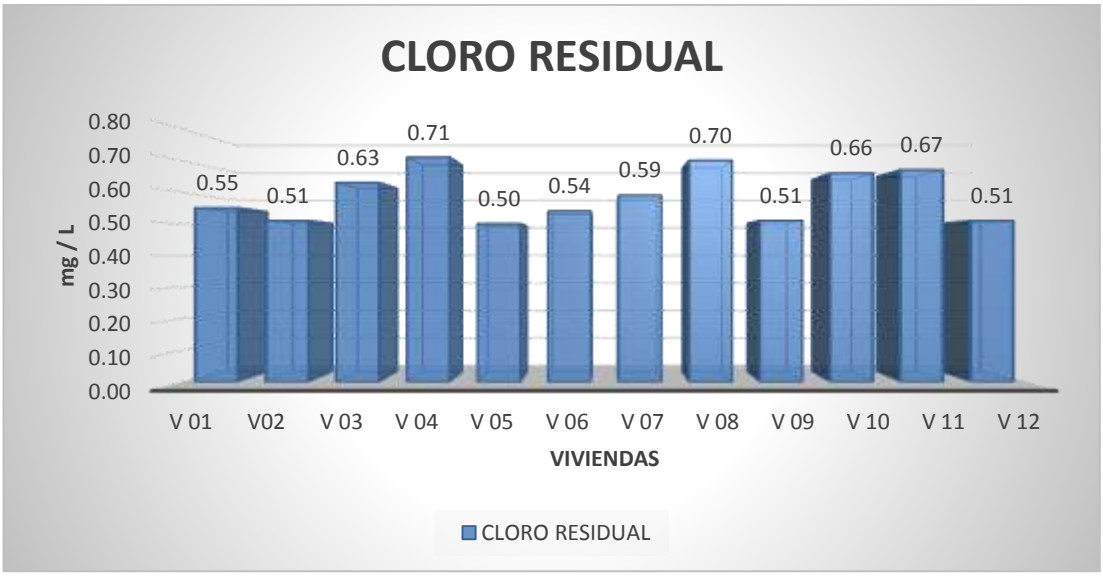


Figura 57. Determinación de cloro residual en viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa.

4.1.1.2.2.2. PARÁMETROS FISICOQUIMICOS EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1B – EL ARENAL.

- **Turbidez**

En la figura 58se observa que el valor mínimo de turbidez es 0,25 UNT en la vivienda 08, mientras que el valor máximo de turbidez es 1,01 UNT en la vivienda 04, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es de5.00 UNT, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

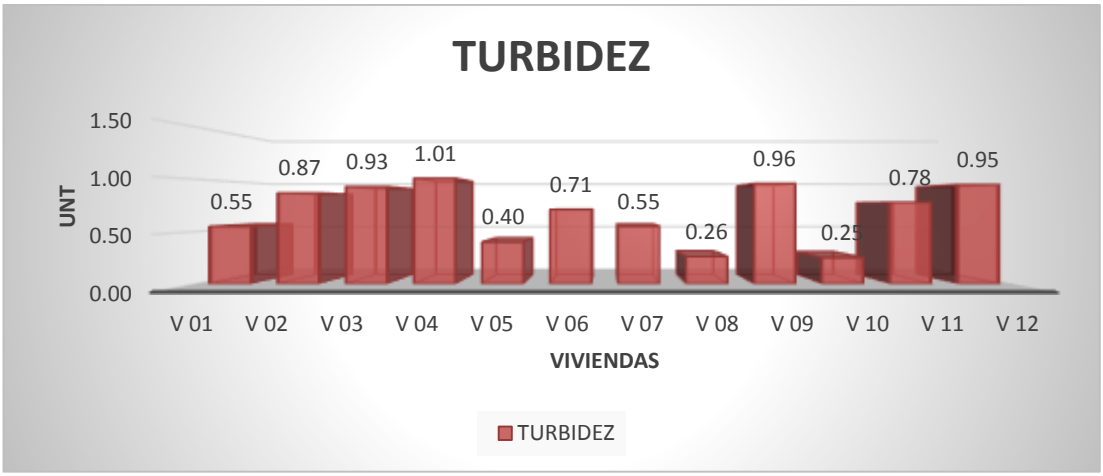


Figura 58. Determinación de turbidez en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Color**

En la figura 59se observa que el valor mínimo de color es 0 UCV en la vivienda 08, mientras que el valor máximo de color es 20 UCV en la vivienda 04, que sobrepasa el límite máximo permisible, la misma situación se observa en la vivienda 02, que también sobrepasa el límite máximo permisible, que es de 15.00 UCV, según lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

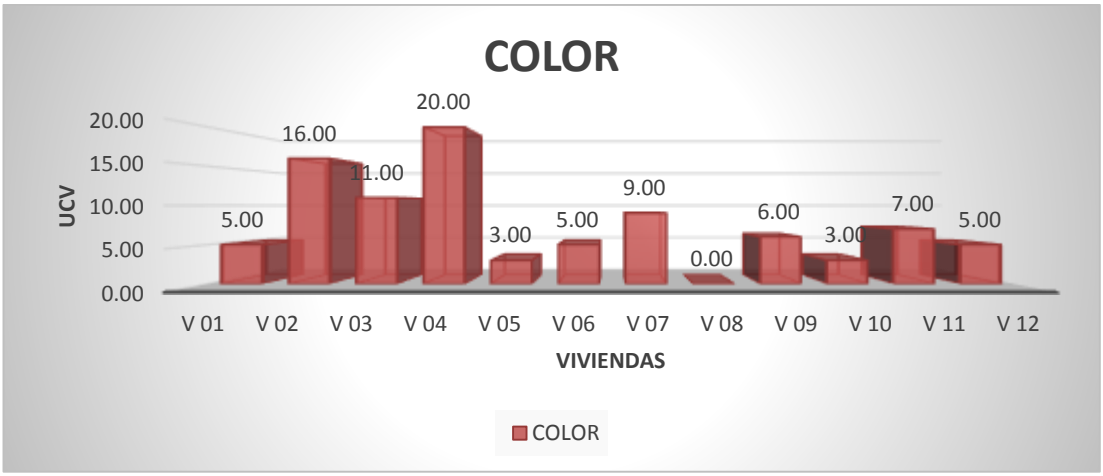


Figura 59. Determinación de color en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Sólidos totales disueltos**

En la figura 60se observa que el valor mínimo de solidos totales disueltos es 143,2 mg/L en la vivienda 07, mientras que el valor máximo de solidos totales disueltos es 158,6 mg/L en la vivienda 11, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible que es 1000 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

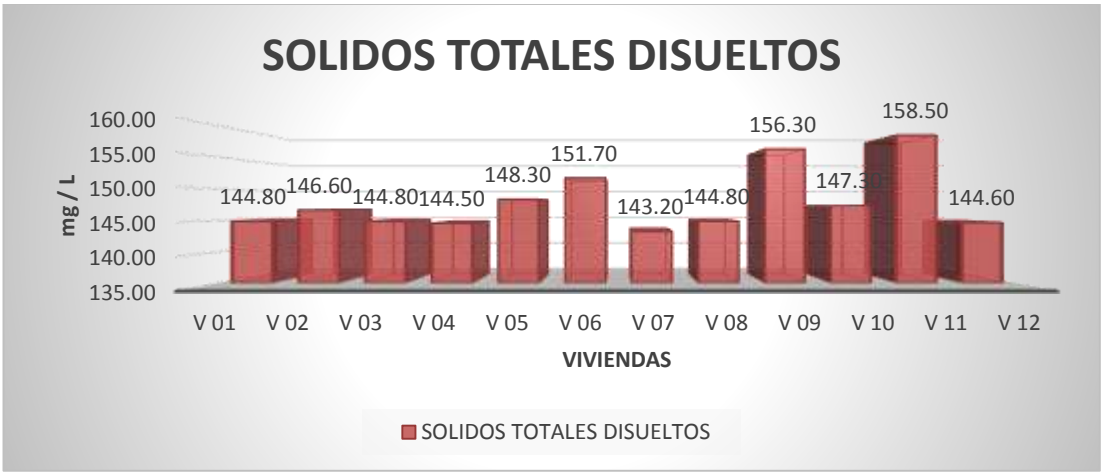


Figura 60. Determinación de sólidos totales disueltos en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **pH**

En la figura 61se observa que el valor mínimo de ph es 6,53 en la vivienda 07, mientras que el valor máximo de ph es 7,45 en la vivienda 10, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, dentro del rango de 6.50 a 8.50, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

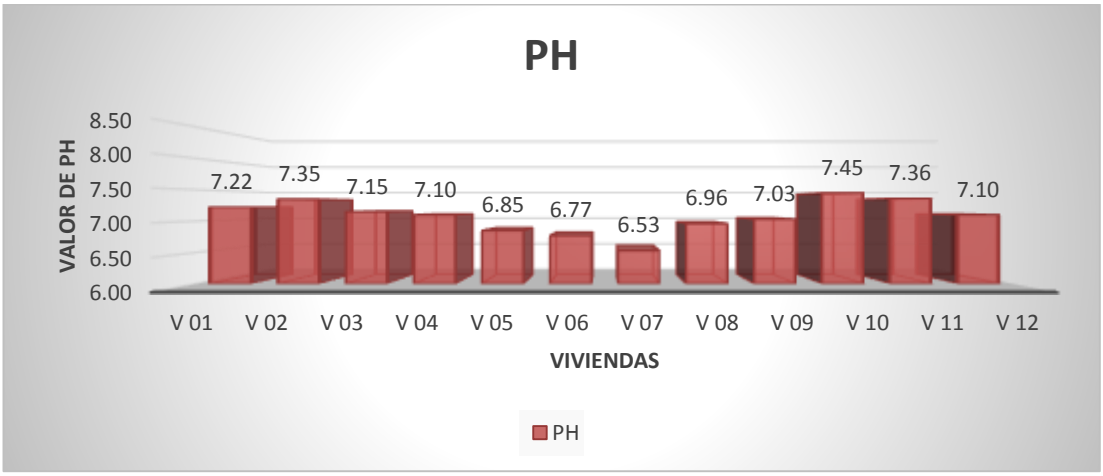


Figura 61. Determinación de pH en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Temperatura**

En la figura 62se observa que el valor mínimo de temperatura es 21,3 ºC en las viviendas 08, 09 y 11, mientras que el valor máximo de temperatura es 23,5 ºC en la vivienda 04.

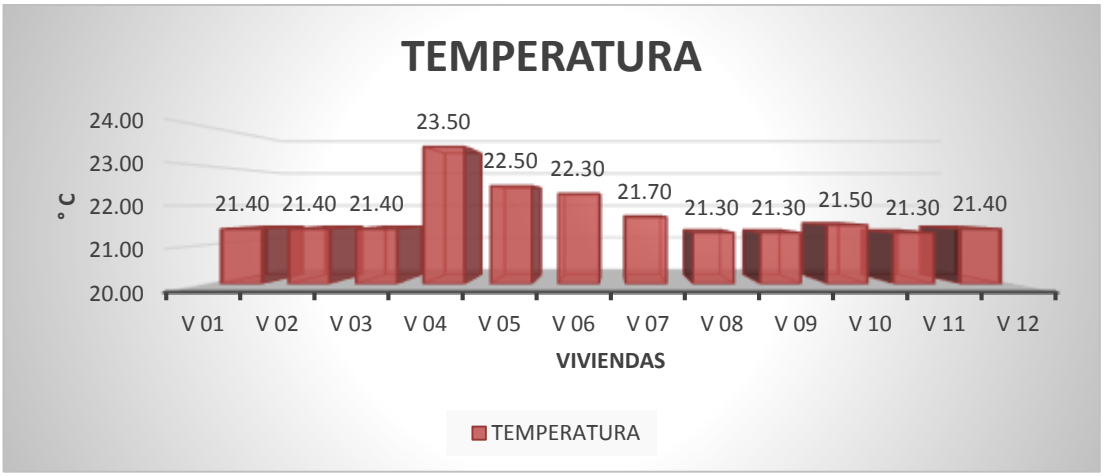


Figura 62. Determinación de temperatura en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Conductividad**

En la figura 63se observa que el valor mínimo de conductividad es 250 µmho/cm en la vivienda 04, mientras que el valor máximo es 268 µmho/cm en las viviendas 05 y 11, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisibles que es de 1500 µmho/cm, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 63. Determinación de conductividad en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Hierro**

En la figura 64se observa que el valor mínimo de hierro es 0,01 mg/L en las viviendas 01, 02, 04 y 12, mientras que el valor máximo de hierro es 0,07 mg/L en la vivienda 06, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.3 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

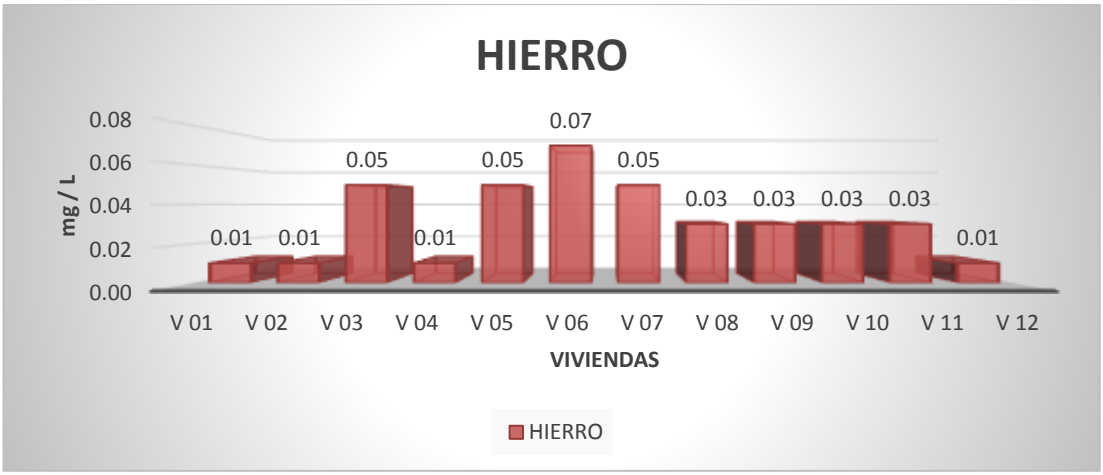


Figura 64. Determinacion de hierro en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Manganeso**

En la figura 65se observa que el valor mínimo de manganeso es 0 mg/L en las viviendas 01, 02, 04 y 05, mientras que el valor máximo de manganeso es 0,40 mg/L en la vivienda 06, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.4 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

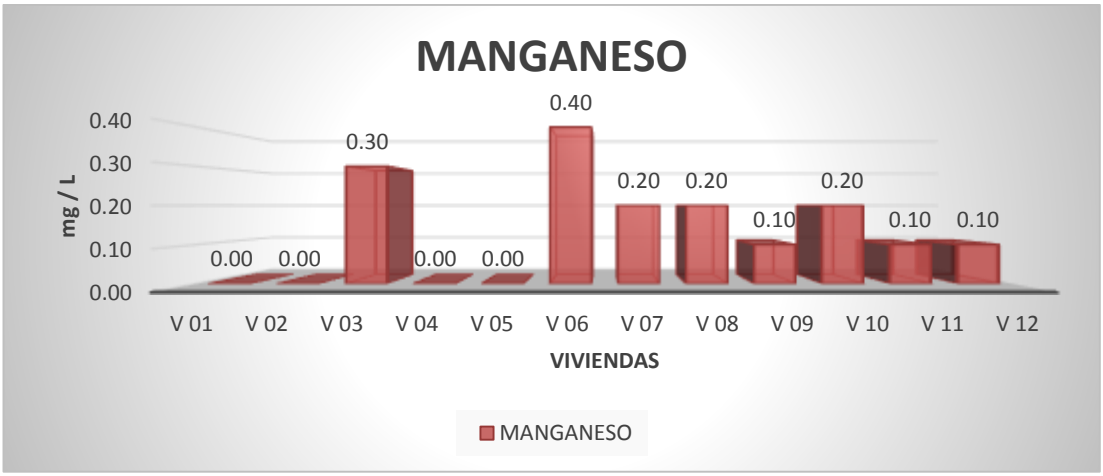


Figura 65. Determinación de manganeso en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Aluminio**

En la figura 66se observa que el valor mínimo de aluminio es 0,009 mg/L en la vivienda 11, mientras que el valor máximo de aluminio es 0,033 mg/L en la vivienda 10, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.200 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

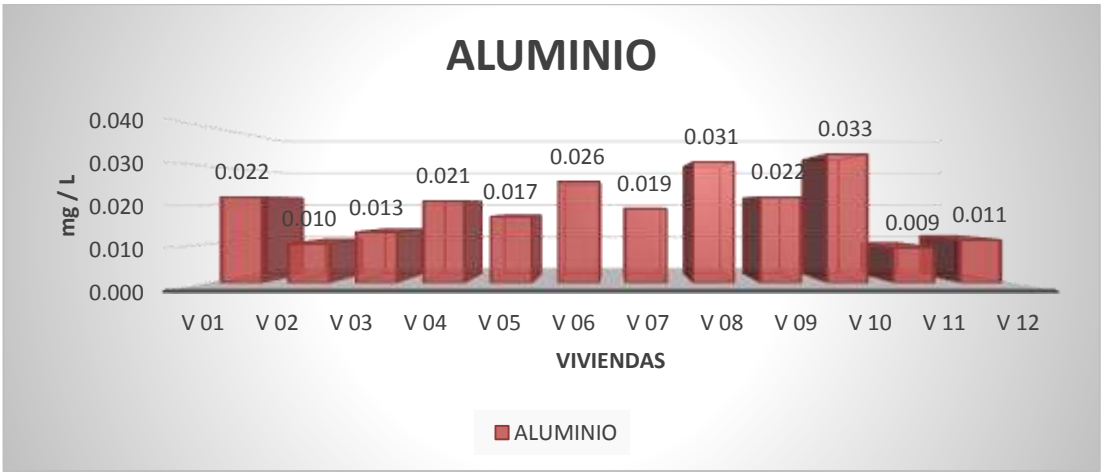


Figura 66. Determinación de aluminio en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

- **Cloro residual**

En la figura 67se observa que el valor mínimo de cloro residual es 0,50 mg/L en las viviendas 03, 08 y 09, mientras que el valor máximo de cloro residual es 0,64 mg/L en la vivienda 12, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, dentro del rango de 0.50 mg/L a 2.00 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 67. Determinación de cloro residual en viviendas de la Zona 1B – El Arenal.

4.1.1.2.2.3. PARÁMETROS FISICOQUIMICOS EN VIVIENDAS DE LA ZONA 1C – SAN FERNANDO

- **Turbidez**

En la figura 68se observa que el valor mínimo de turbidez es 0,14 UNT en la vivienda 11, mientras que el valor máximo de turbidez es 1,35 UNT en la vivienda 02, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 5.00 UNT, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

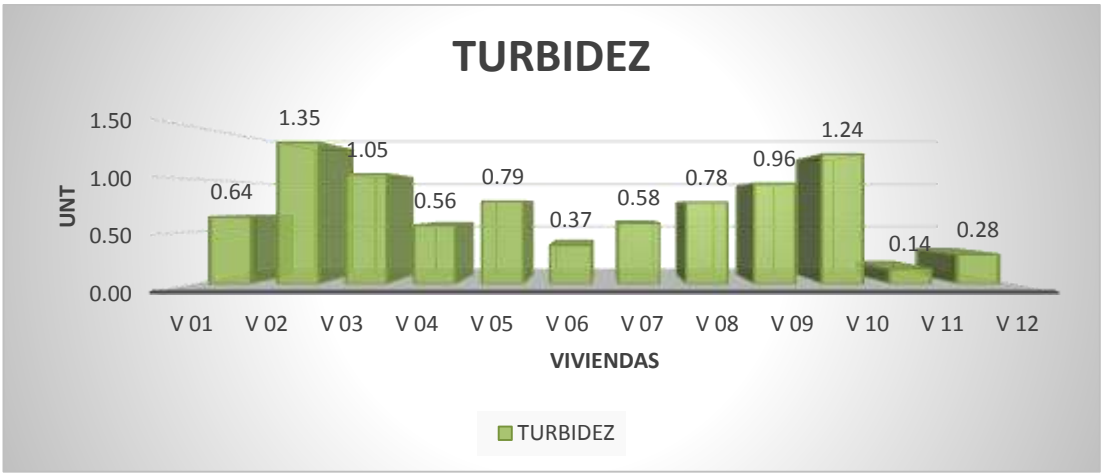


Figura 68. Determinación de turbidez en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Color**

En la figura 69se observa que el valor mínimo de color es 03 UCV en la vivienda 07, mientras que el valor máximo de color es 22 UCV en la vivienda 10, que sobrepasa el limite máximo permisible, la misma situación se observa en las viviendas 21 y 18 cuyos valores de color también sobrepasan el límite máximo permisible, que es de 15.00 UCV, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

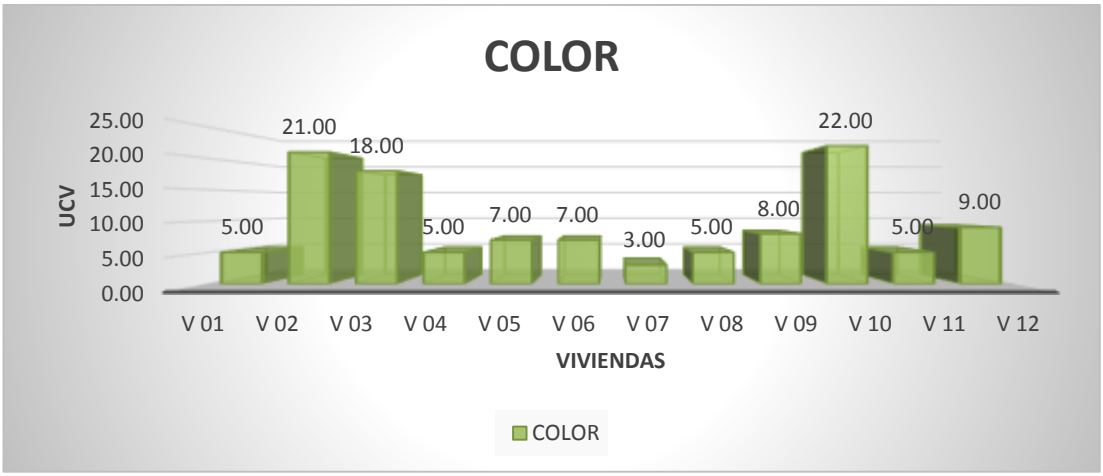


Figura 69. Determinación de color en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Sólidos totales disueltos**

En la figura 70se observa que el valor mínimo de solidos totales disueltos es 139,80 mg/L en la vivienda 06, mientras que el valor máximo de solidos totales disueltos es 161,30 mg/L en la vivienda 01, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 1000 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

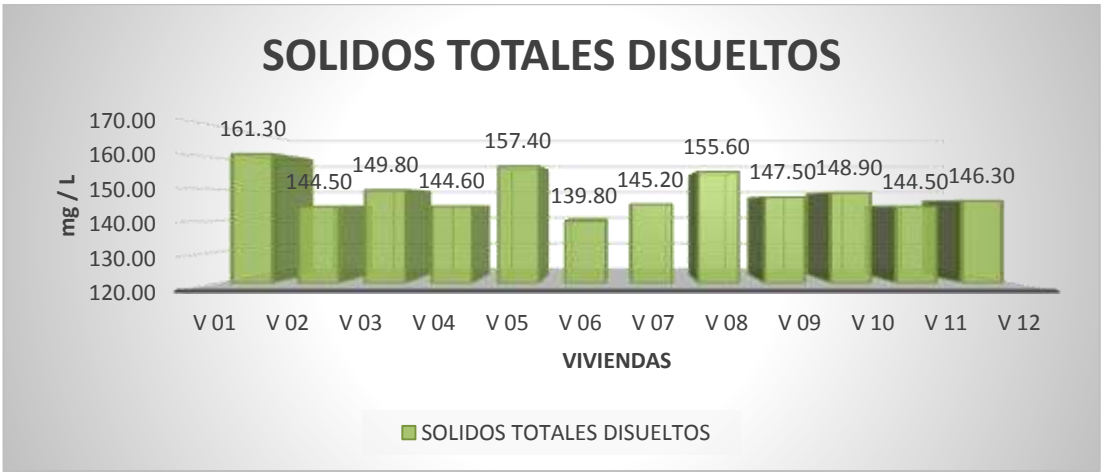


Figura 70. Determinación de sólidos totales disueltos en viviendas de la Zona 1C- San Fernando.

- **pH**

En la figura 71se observa que el valor mínimo de ph es 6,53 en la vivienda 06, mientras que el valor máximo de ph es 7,47 en la vivienda 11, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, dentro del rango de 6.50 a 8.50, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

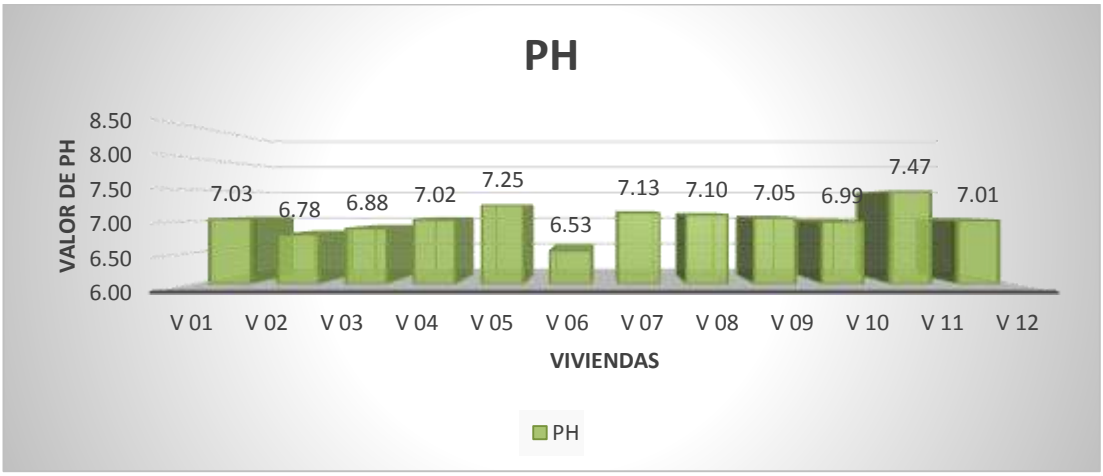


Figura 71. Determinación de pH en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Temperatura**

En la figura 72se observa que el valor mínimo de temperatura es 21,3 °C enm la vivienda 12, mientras que el valor máximo de temperatura es 22,7 °C en la vivienda 03.

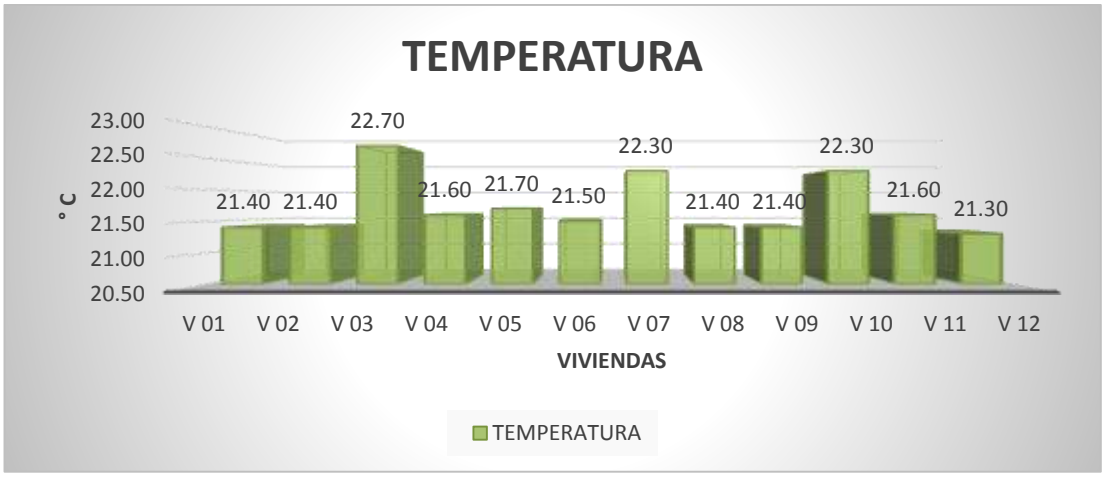


Figura 72. Determinación de temperatura en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Conductividad**

En la figura 73se observa que el valor mínimo de conductividad es 237 µmho/cm en la vivienda 06, mientras que el valor máximo de conductividad es 266 µmho/cm en las viviendas 04 y 10, todas las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible que es 1500 µmho/cm, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 73. Determinación de conductividad en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Hierro**

En la figura 74se observa que el valor mínimo de hierro es 0,01 mg/L en las viviendas 04 y 08, mientras que el valor máximo de hierro es 0,09 mg/L en las viviendas 06 y 07, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.3 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 74. Determinacion de hierro en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Manganeso**

En la figura 75se observa que el valor mínimo de manganeso es 0 mg/L en las viviendas 04, 08, 11 y 12, mientras que el valor máximo de manganeso es 0,50 mg/L en la vivienda 06, sobrepasando el límite máximo permisible, mientras que el resto de muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.4 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

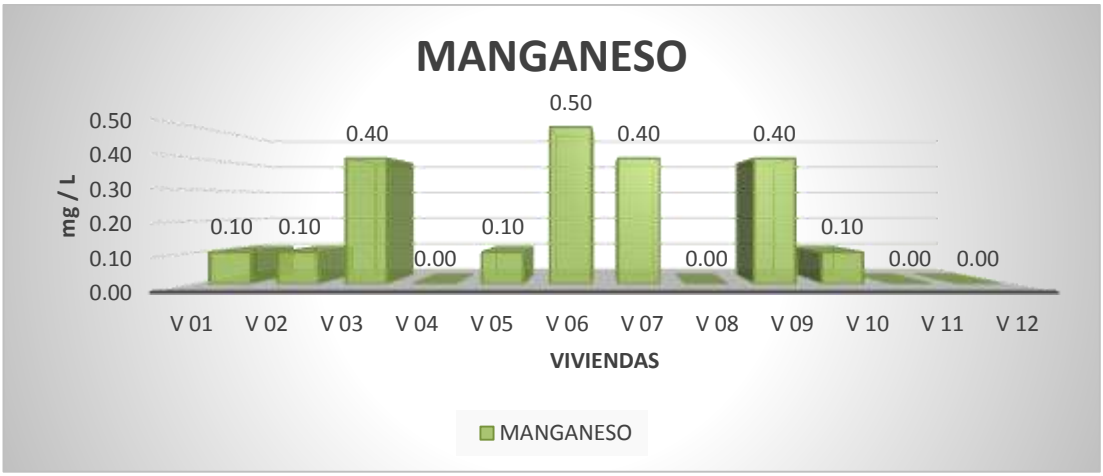


Figura 75. Determinación de manganeso en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Aluminio**

En la figura 76 se observa que el valor mínimo de aluminio es 0,005 mg/L en la vivienda 11, mientras que el valor máximo de aluminio es 0,044 mg/L en la vivienda 01, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, que es 0.200 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

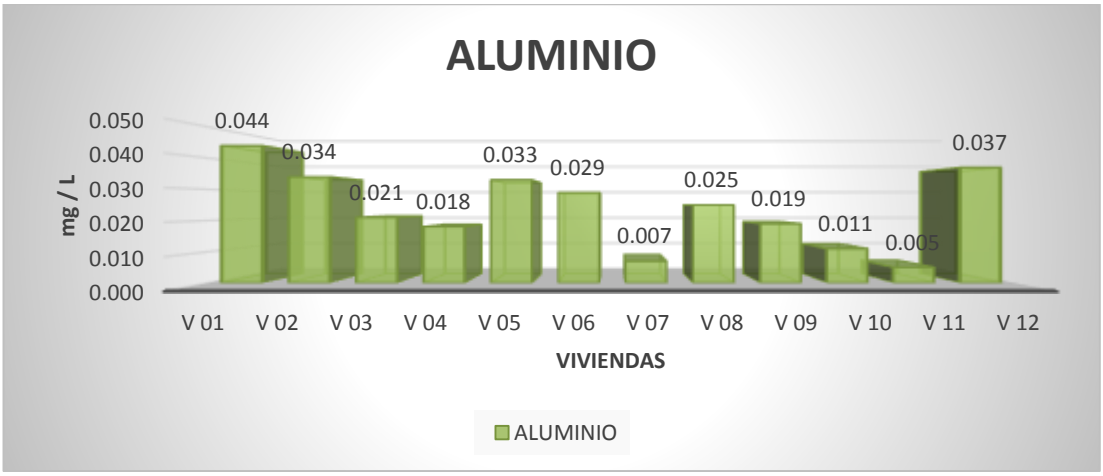


Figura 76. Determinación de aluminio en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

- **Cloro residual**

En la figura 77se observa que el valor mínimo de cloro residual es 0,50 mg/L en la vivienda 03, mientras que el valor máximo de cloro residual es 0,75 mg/L en la vivienda 07, las muestras analizadas cumplen con el límite máximo permisible, dentro del rango de 0.50 mg/L a 2.00 mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.



Figura 77. Determinación de cloro residual en viviendas de la Zona 1C – San Fernando.

4.1.2 DISCUSIONES

Coliformes totales y coliformes termotolerantes

Como se observan en las figuras 12, 13, 14, 15, 16 y 17, no existe presencia de coliformes totales ni coliformes termotolerantes debido a la adecuada desinfección del agua con el cloro y según Mata, A. & Mora, D (2003) indican es el desinfectante de uso mas común por su costo relativamente bajo, su eficacia, el cloro, por su facilidad de medición y que deja un residuo desinfectante que contribuye a prevenir una nueva contaminación durante el almacenamiento y distribución del agua. Premisa con la que se respaldan los resultados de los parámetros de coliformes totales y termotolerantes, ya que al existir cloro residual en el agua de los hidrantes y viviendas no permite el crecimiento bacteriano y evita su contaminación.

Turbidez

En las figuras 18, 28, 38, 48, 58 y 68, se muestran que los valores de turbidez en los hidrantes y viviendas de las zonas 1A, 1B y 1C, se encuentran dentro del límite máximo permisibleque es de 5 UNT, establecido en el D.S. N° 031-2010-SA, y que según EMAPACOP S.A. (2015) la turbidez en el utlimo punto de almacenamiento antes de la distribución deberá ser de 1,5 UNT, para garantizar la calidad organoléptica del agua, sin embargo esto no se cumple en su totalidad, pues se observa que en algunos hidrantes y viviendas la turbidez es mayor a 1,5 UNT pero no logran sobrepasar el límite máximo permisible.

Color

En las figuras 19, 29, 39, 49, 59 y 69 se observa que el color en algunos hidrantes y viviendas de los sectores 1A, 1B y 1C sobrepasan el límite máximo permisible que es 15 UCV, establecido en el D.S. N° 031-2010-SA, y según la OPS (2004) se debe a la presencia de iones metálicos (hierro, manganeso), humus, lodo, arcilla y/o residuos industriales, lo mismo que se confirma con lo que menciona EMAPACOP S.A. (2005) que el alto color en algunas muestras analizadas podría ser asociada al desgaste de las tuberías de distribución debido a la antigüedad que estas presentan.

Sólidos totales disueltos

En las figuras 20, 30, 40, 50, 60 y 70 se observa que los valores de solidos totales disueltos se encuentran dentro del límite máximo permisible que es 1000 mg/L establecido en el D.S. N° 031-2010-SA; según menciona Espinoza (2005) las aguas que contienen menos de 500 mg/L de sólidos totales disueltos son aptas para uso doméstico y uso industriales como es el caso de estas muestras de agua.

Ph

En las figuras 21, 31, 41, 51, 61 y 71 se observa que los valores de pH se encuentran dentro del límite máximo permisible en el rango de 6,5 a 8,5 de valor de ph, establecido en el D.S. N° 031-2010-SA, según la OPS (2004), los valores de ph deben mantenerse en el rango de 6,5 a 8,5 para garantizar el buen efecto de floculación de los productos encargados de remover las

partículas de lodo del agua, asi mismo, para garantizar la eficiencia de desinfección del cloro.

Conductividad

En las figuras 23, 33, 43, 53, 63 y 73 se observa que los valores de conductividad se encuentran dentro del límite máximo permisible que es 1500 µmho/cm establecido en el D.S. N° 031-2010-SA; según Rigola (1999), indica que el agua que presenta mayor conductividad tiene mayor numero de iones disueltos y según los análisis realizados a las muestras de agua contienen bajas cantidades de iones disueltos y según Garcia & Molano (2015) estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango de conductividad de agua dulce, que ocila entre 100 y 2000 µmho/cm.

Hierro

En las figuras 24, 34, 44, 54, 64 y 74 se observa que los valores de hierro en el agua analizada se encuentran dentro del límite máximo permisible que es 0,30 mg/L establecido en el D.S. N° 031-2010-SA; según McFarland m. & Dozier M. (1914) el hierro en el abastecimiento de agua potable no es peligroso para la salud, pero si puede ser un fastidio y dañar la ropa y otros utensilios, de igual manera Valencia C. (2018) indica que los límites para hierro han sido establecidos por consideraciones estéticas y económicas mas que por el peligro fisiológico.

Manganeso

En las figuras 25, 35, 45, 55, 65 y 75 se observa que los valores de manganeso se encuentran dentro de los limites máximos permisibles que es

0,4 mg/L establecido en el D.S. N° 031-2010-SA, excepto en una vivienda del Sector 1C – San Fernando, en el cual se observa que el valor de manganeso es 0,5 mg/L; según Valencia C. (2018) el manganeso se encuentra en pocas cantidades en el agua, en caso se observaran valores por encima de 1 mg/L en un tiempo prolongado, podría tener efectos neurotóxicos.

Aluminio

En las figuras 26, 36, 46, 56, 66 y 76 se observa que los valores de aluminio en el agua se encuentran dentro de los límites máximos permisibles que es 0,2 mg/L establecido en el D.S. N° 031-2010-SA; según EMAPACOP S.A (2015), la presencia de aluminio en el agua potable tratada por esta EPS, es como consecuencia de la utilización de sulfato de aluminio y policloruro de aluminio, encargados de la floculación de lodos provenientes del agua de rio para su sedimentación en la etapa de tratamiento.

Cloro residual

En las figuras 27, 37, 47, 57, 67 y 77 se observa que los valores de cloro residual se encuentran dentro del rango del limite máximo permisible que es de 0,5 mg/L a 2 mg/L; según Barnechea A. & De Vargas L. (2008) desinfectar el agua con cloro es eliminar los organismos existentes capaces de producir enfermedades, es por ello que en las muestras de agua analizadas en hidrantes y viviendas no existe formación de colonias de bacterias coliformes totales ni coliformes termotolerantes, debido a que el

residual de cloro esta por encima del rango minimo de los limites máximos permisibles, lo que asegura, la sanitizacion del agua y su consumo humano.

V. CONCLUSIONES

1. Las 18 muestras de agua provenientes de la red de distribución secundaria (hidrantes) y las 36 muestras de agua provenientes de la red de distribución domiciliaria (viviendas), todas cumplen con los limites máximo permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, respecto a los parámetros de coliformes totales y coliformes termotolerantes, siendo consideradas microbiológicamente aptas para el consumo humano.
2. Las 18 muestras de agua provenientes de la red de distribución secundaria (hidrantes) y las 36 muestras de agua de la red de distribución domiciliaria (viviendas), el agua proveniente de 04 hidrantes y 02 viviendas de la Zona 1A – Cercado de Pucallpa, 03 hidrantes y 02 viviendas de la Zona 1B – El Arenal, 06 hidrantes y 03 viviendas de la Zona 1C – San Fernando, presentaron valores de color por encima del límite máximo permisible, de igual forma en 01 vivienda de la Zona 1C – San Fernando, sobprepasa el límite máximo permisible para el parámetro manganeso.El parámetro color solo afecta a la calidad organoléptica del agua, mientras que el parámetro manganeso, sobrepasa el limite establecido, pero no representa una amenaza para la salud de la población ni para la calidad fisicoquímica del agua, por lo que se considera que todas las muestras analizadas son fisicoquímicamente aptas para el consumo humano.
3. Los valores de los parámetros microbiológicos de las muestras de agua analizadas de las redes de distribución secundaria tienden a mantenerse respecto a las muestras de agua analizadas de las redes

de distribución domiciliaria, debido a la ausencia de bacterias coliformes totales y termotolerantes. Los valores de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua analizadas de las redes de distribución secundaria tienden a disminuir conforme avanzan hacia las redes de distribución domiciliaria, excepto en algunas muestras con respecto al parámetro color y manganeso, en los que se incrementan en algunos puntos, pero aún asi no representa riesgo para el consumo humano.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una purga prolonganda en el tiempo antes de tomar las muestras de agua provenientes de las redes de distribución secundaria de la EPS, puesto que, en muchos lugares de la ciudad existen acumulación de solidos en las redes, que darían como resultado un dato falso en la lectura de los parámetros.
2. Se recomienda identificar los puntos cuyo análisis de sus muestras de agua evidencien valores por encima de los límites máximos permisibles respecto a los parámetros fisicoquímicos y/o microbiológicos, para implementar un sistema de consecución y constantemente dar solución a los problemas de calidad de agua presentes en esas zonas.
3. Se recomienda realizar un estudio con un mayor numero de muestras para fortalecer los resultados obtenidos, incorporando no solo a las redes de distribución que son abastecidas por la planta de tratamiento, sino también, a las redes de distribución abastecidos por los pozos subterráneos que administra la empresa, ya que podrían presentarse problemas de calidad de agua, por ser una fuente de agua diferente a la de la planta de tratamiento.
4. Se recomienda conformar e implemetar un equipo de respuesta rápida para dar solución a roturas de tuberías, puesto que la infiltración de solidos, arena y/o tierra en las tuberías producto de las roturas, pueden contaminar el agua potable y presentar problemas en su calidad microbiológica, fisicoquímica y organoléptica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ander-egg, E. (1998). Tecnicas de investigacion social. Humanitas. Buenos Aires, Argentina. Pags. 178-190.

Andía, Y. (2000). Tratamiento de agua: coagulacion y floculacion. Evaluacion de Plantas y Desarrollo Tecnológico. SEDAPAL. Lima, Perú. 44 pags.

Araujo, R. & Benito, H. (2017). Nivel de contaminacion biologica en agua de consumo humano en el sector sequia alta, santa barbara, huancavelica 2017. Tesis. Huancavelica, Perú. 134 pags.

Arroyo, M. (2017). Importancia de la calidad de agua y su manejo. Universidad de la Ciénega del Estado de Mochoacán de Ocampo. Curso. Michoacan, Mexico. 3 pags.

Auge, M. (2007). Agua fuente de vida. La Plata, Argentina. 31 pags.

Barrenechea, A. (2008). Desinfeccion. Manual I: Teoria. Plantas de filtracion rapida. Tratamiento de agua para consumo humano. Organización Panamericana de la Salud. Lima, Perú. 61 pags.

Calderon, C. & Orellana, V. (2015). Control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: central, hospitalidad, balzay, paraiso, yanuncay y las granjas de iriquis y romeral pertenecientes a la universidad de cuenca. Tesis. Cuenca, Ecuador. 145 pags.

Carbajal, A. & Gonzales, M. (2012). Propiedades y funciones biologicas del agua. Agua para la salud: pasado, presente y futuro. Universidad Complutense de Madrir. Ingestigacion. Madrid, España. p. 33-45.

Catalán, J. (1969). Quimica del agua. Editorial Blumer. España

Chang, J. (2009). Calidad de agua. Obtenido de http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201,2,3.pdf

D.S. N° 031-2010-SA, (2010). Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Direccion General de Salud Ambiental. Ministerio de Salud. Lima, Perú. 46 pags.

De Vargas, L. (2008). Floculacion. Manual I: Teoria. Plantas de filtracion rapida. Tratamiento de agua para consumo humano. Organización Panamericana de la Salud. Lima, Perú. 43 pags.

Deza, S.; Saavedra, J.; Rebaza, C. & Rebaza, M. (2000). Diagnostico de la pesqueria en la Region Ucayali. Informe Final 2000. Programa de Ecosistemas Acuáticos. IIAP. Ucayali. 106 pags.

Ecofluidos Ingenieros S.A. (2012). Estudio de la calidad de efluentes utilizadas para el consumo humano y plan de mitigacion por contaminacion por uso domestico y agroquimicos en Apurimac y Cusco. Organización Panamericana de la Salud. Lima, Perú. 105 pags.

EMAPACOP S.A., (2015). Documento de Gestion: Manual de Procedimientos. Pucallpa, Perú.

Flores, J.; Suarez, G.; Franco, M. & Vivas, M. (1995). Calidad bacteriologica del agua potable en la ciudad de Mérida, México. Salúd Pública de México. Vol. 37

GESTA AGUA. (2006). Parametros Organolepticos, Fisicoquimicos y Microbiologicos. Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA. Perú. 145 pags.

Gomez, R. (1995). Contaminacion ambiental en la amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. Octubre. Documento Técnico N° 20. 63 pags.

Hernandez, R.; Fernandez, C. & Baptista, P. (2007). Fundamentos de la metodologia de la investigacion. México, D.F., México. McGraw Hill Interamericana.

Hernandez, R.; Fernandez, C. & Baptista, P. (2010). Metodologia de la investigacion. México, D.F., México. McGraw Hill.

Johnson, L. (2012). Evaluacion fisicoquimica y bacteriologica en las cuencas del Rio Porcón y Rio Grande, Cajamarca - Perú, entre noviembre 2011 y febrero 2012. Tesis. Cajamarca, Perú. 110 pags.

Lopez, P. (2004). Poblacion, muestra y muestreo. Punto Cero N° 08. Universidad Catolica Boliviana San Pablo. Revista. Bolivia.

Madigan, M. (1997). Biologia de los microorganismos. Prentice Hall. Madrid. Octava edición. 986 pags.

Marchand, E. (2002). Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis. Lima, Perú. p. 5-7

McFarland, M. & Dozier, M. (1914). Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso. Water and the Earth Resources. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Texas, Estados Unidos. 6 pags.

Mora, D. & Mata, A. (2003). Conceptos basicos de agua para consumo humano y disposicion de aguas residuales. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado. Costa Rica. 30 pags.

Mozaquites, L. (2010). Mecanismos e instrumentos para el monitoreo de la calidad de agua - Gestion del agua en cuencas transfronterizas. Pag. 16.

Norma Tecnica Peruana 214.031. (2001). Agua para consumo humano. Deteccion y recuento de coliformes totales. Metodo de filtracion por membrana. INDECOPI - 1ra edicion.

Norma Tecnica Peruana 214.032. (2001). Agua para consumo humano. Deteccion y recuento de coliformes termotolerantes. Metodo de filtracion por membrana. INDECOPI - 1ra edicion.

OPS (2005). Guia para el mejoramiento de la calidad del agua a nivel casero. Organización Panamericana de la Salud. Lima. Perú. 59 pags.

Pajares, M. & Orlando, E. (2000). Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano. Facultad de Ciencias Biologicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

Ramirez, Y. (2015). Determinación de la calidad de agua del centro poblado chicama, distrito de chicama, la libertad. Tesis. La Libertad, Perú. 26 pags.

Romero, J. (2002). Calidad de agua. Escuela Colombiana de Ingenieria. Bogotá, Colombia. Cap. 4.

SEDALORETO S.A., (2015). Manual de Operación - Procedimientos - Proceso de Tratamiento de Agua Potable de la EPS SEDALORETO S.A. PTAP NUEVA. Iquitos, Perú. 169 pags.

Severiche, C. & Gonzáles, H. (2012). Evaluacion analitica para la determinacion de sulfatos en agua por metodo turbidimetrico modificado. Aguas de Cartagena. Ingestigacion. Cartagena, Colombia. 6 pags.

Singler, A. & Bauder, J. (2012). Alcalinidad, Ph y Solidos totales disueltos. Programa de Extension en Calidad del Agua. Departamento de Recursos de la Tierra y Ciencias Ambientales. Universidad Estatal de Montana. Presentacion. 1 pag.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (1963). Metodos de eriocromo cianina r. 11va edicion. España.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (1963). Metodos de la fenantrolina. 11va edicion. España.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (1963). Metodos del DPD. 11va edicion. España.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (1963). Metodos del Persulfato de Amonio. 11va edicion. España.

Trejo, R. & Hernández, V. (2004). Riesgos a la salud por presencia de aluminio en el agua potable. Conciencia Tecnológica. Instituto Tecnologico de Aguascalientes. Aguascalientes, México. p. 2-3.

Valencia, C. (2011). Quimica del hierro y manganeso en el agua, metodos de remocion. Tesis. Cuenca, Ecuador. 52 pags.

Vargas, C. (1996). Control de Calidad del Agua en la Red de Distribucion. CEPIS. 6 pags.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 4. Límites máximos permisibles de Parámetros de Calidad Microbiologicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permisible
Bacterias Coliformes Totales	UFC / 100 ml a 35°C	0(*)
E. Coli	UFC / 100 ml a 44.5°C	0(*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC / 100 ml a 44.5°C	0(*)
Bacterias Heterotroficas	UFC / 100 ml a 35°C	500
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org / L	0
Virus	UFC / ml	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadíos evolutivos	N° org / L	0
UFC = Unidad formadora de colonias (*) En caso de analizar por la técnica de NMP con tubos multiple = < 1,8 / 100 ml		

Fuente: Decreto Supreno N° 031-2010-SA. Anexo I

Anexo 2

Tabla 5. Limites máximos permisibles de Parámetros de Calidad Organoleptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permisible
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color	UCV escala Pt / Co	15
Turbiedad	UNT	5
Ph	Valor de Ph	6,5 a 8,5
Conductividad (25 °C)	µmho / cm	1 500
Sólidos totales disueltos	mg L^{-1}	1 000
Cloruros	mg Cl L^{-1}	250
Sulfatos	mg SO_4 L^{-1}	250
Dureza total	mg CaCO3 L^{-1}	500
Amoniaco	mg N L^{-1}	1,5
Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
Manganeso	mg Mn L^{-1}	0,4
Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
Sodio	mg Na L^{-1}	200
UCV = Unidad de color verdadero UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad		

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Anexo II

Anexo 3

Tabla 6. Ficha de inspección ocular Zona 1A – Cercadp de Pucallpa.

Puntos de muestreo: Red de distribución secundaria (hidrantes) y domiciliaria (viviendas).
Distrito: Calleria
Provincia: Coronel Portillo
Departamento: Ucayali
Tipo de agua: Superficial
Fecha de muestreo: 09/04/2018
Hora de muestreo: 08:30 am

N°	Punto de muestreo	Tipo de red de distribución	Coordenadas UTM		Estado de conexion
1	Av. San Martín / Jr. 28 de Julio	Secundaria	552010	9073709	Hidrante en estado regular
2	Av. San Martín 296B	Domiciliaria	552007	9073694	Conexión en buen estado
3	Jr. 28 de Julio 286	Domiciliaria	552072	9073677	Conexión en buen estado
4	Jr. Luis Escavino / Jr. Diego de Almagro	Secundaria	551515	9074251	Hidrante en estado regular
5	Jr. Luis Escavino 355	Domiciliaria	551502	9074238	Conexión en buen estado
6	Jr. Diego de Almagro 153	Domiciliaria	551571	9074176	Conexión en buen estado
7	Jr. Cahuide / Jr. José del Carmen Cabrejos	Secundaria	551975	9074321	Hidrante en buen estado
8	Jr. Cahuide 488	Domiciliaria	551962	9074333	Conexión en buen estado
9	Jr. Jose del Carmen Cabrejos 671	Domiciliaria	551959	9074291	Conexión en buen estado
10	Jr. Bolognesi / Jr. Aríca	Secundaria	552186	9073743	Hidrante en estado regular
11	Jr. Bolognesi 690	Domiciliaria	552226	9073732	Conexión en buen estado
12	Jr. Aríca 420	Domiciliaria	552196	9073778	Conexión en buen estado
13	Jr. Inmaculada / Jr. Independencia	Secundaria	551666	9073688	Hidrante en buen estado
14	Jr. Inmaculada 568	Domiciliaria	551655	9073658	Conexión en buen estado
15	Jr. Independencia 142	Domiciliaria	551640	9073704	Conexión en buen estado
16	Jr. Salaverry / Jr. Mariscal Nieto	Secundaria	551283	9073711	Hidrante en estado regular
17	Jr. Salaverry 417	Domiciliaria	551272	9073699	Conexión en buen estado
18	Jr. Mariscal Nieto 168	Domiciliaria	551261	9073745	Conexión en buen estado

Anexo 4

Tabla 7. Ficha de inspección ocular Zona 1B – El Arenal.

Puntos de muestreo: Red de distribución secundaria (hidrantes) y domiciliaria (viviendas).
Distrito: Calleria
Provincia: Coronel Portillo
Departamento: Ucayali
Tipo de agua: Superficial
Fecha de muestreo: 16/04/2018
Hora de muestreo: 09:00 am

N°	Punto de muestreo	Tipo de red de distribución	Coordenadas UTM		Estado de conexion
1	Jr. Leticia / Jr. Oscar R. Benavides	Secundaria	550358	9073434	Hidrante en buen estado
2	Jr. Leticia 309	Domiciliaria	550341	9073427	Conexión en buen estado
3	Jr. Oscar R. Benavides 210	Domiciliaria	550364	9073470	Conexión en buen estado
4	Av. Amazonas / Calle Lambayeque	Secundaria	549912	9073495	Hidrante en buen estado
5	Av. Amazonas 988	Domiciliaria	549856	9073493	Conexión en buen estado
6	Calle Lambayeque 117	Domiciliaria	549877	9073544	Conexión en buen estado
7	Jr. Eduardo del Aguila / Jr. Aguarico	Secundaria	550456	9073714	Hidrante en estado regular
8	Jr. Eduardo del Aguila 449	Domiciliaria	550442	9073728	Conexión en buen estado
9	Jr. Aguarico 288	Domiciliaria	550483	9073736	Conexión en buen estado
10	Jr. Pucallpa / Jr. Cerro de Pasco	Secundaria	550046	9074275	Hidrante en buen estado
11	Jr. Pucallpa 577	Domiciliaria	550043	9074297	Conexión en buen estado
12	Jr. Cerro de Pasco 188	Domiciliaria	550080	9074273	Conexión en buen estado
13	Jr. Octavio Monteverde / Jr. Puerto Maldonado	Secundaria	550557	9074379	Hidrante en buen estado
14	Jr. Octavio Monteverde 596	Domiciliaria	550580	9074362	Conexión en buen estado
15	Jr. Puerto Maldonado 287	Domiciliaria	550532	9074356	Conexión en buen estado
16	Jr. Cesar Calvo de Araujo / Jr. Ramirez Hurtado	Secundaria	551282	9074332	Hidrante en estado regular
17	Jr. Cesar Calvo de Araujo	Domiciliaria	551260	9074349	Conexión en buen estado
18	Jr. Ramirez Hurtado 218	Domiciliaria	55102	9074351	Conexión en buen estado

Anexo 5

Tabla 8. Ficha de inspección ocular Zona 1C – San Fernando.

Puntos de muestreo: Red de distribución secundaria (hidrantes) y domiciliaria (viviendas).
Distrito: Calleria
Provincia: Coronel Portillo
Departamento: Ucayali
Tipo de agua: Superficial
Fecha de muestreo: 23/04/2018
Hora de muestreo: 08:30 am

N°	Punto de muestreo	Tipo de red de distribución	Coordenadas UTM		Estado de conexion
1	Jr. Comandante Barrera / Jr. Raymondi	Secundaria	551312	9072505	Hidrante en buen estado
2	Jr. Comandante Barrera 358	Domiciliaria	551332	9072503	Conexión en buen estado
3	Jr. Raymondi 1066	Domiciliaria	551311	9072550	Conexión en buen estado
4	Jr. Sucre / Pasaje Lagunas	Secundaria	551262	9072853	Hidrante en buen estado
5	Jr. Sucre 788	Domiciliaria	551277	9072872	Conexión en buen estado
6	Pasaje Lagunas 788	Domiciliaria	551280	9072820	Conexión en buen estado
7	Jr. Julio C. Delgado / Jr. Salaverry	Secundaria	550857	9073121	Hidrante en buen estado
8	Jr. Julio C. Delgado 170	Domiciliaria	550882	9073103	Conexión en buen estado
9	Jr. Salaverry 788	Domiciliaria	550888	9073131	Conexión en buen estado
10	Jr. Revolución / Jr. Gonzáles Prada	Secundaria	550930	9072301	Hidrante en buen estado
11	Jr. Revolución 346	Domiciliaria	550951	9072309	Conexión en buen estado
12	Jr. Gonzáles Prada 155	Domiciliaria	550919	9072261	Conexión en buen estado
13	Jr. 28 de Julio / Jr. Atahualpa	Secundaria	550325	9072474	Hidrante en buen estado
14	Jr. 28 de Julio 407	Domiciliaria	550313	9072429	Conexión en buen estado
15	Jr. Atahualpa 140	Domiciliaria	550998	9072473	Conexión en buen estado
16	Jr. 09 de Octubre / Jr. Huáscar	Secundaria	550020	9072280	Hidrante en estado regular
17	Jr. 09 de Octubre 520	Domiciliaria	549998	9072196	Conexión en buen estado
18	Jr. Huáscar 230	Domiciliaria	549966	9072283	Conexión en buen estado