

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DEL HIERRO FÉRRICO (Fe^{+3}) EN EL AGUA PARA
CONSUMO HUMANO Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DE LA
POBLACIÓN DEL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO JERUSALÉN,
DISTRITO DE CALLERÍA, REGIÓN UCAYALI, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

ÁLVARO JHAIR PINEDO RODRÍGUEZ

DAVID ABILIO TANANTA FLORES

PUCALLPA-PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 121

En la ciudad de Pucallpa a las 04:10 p.m. del día miércoles 20 de enero de 2021, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma virtual, mediante la plataforma unificada de comunicación y colaboración Microsoft Teams, los mismos que estuvo designados con Memo Múltiple N° 012-2021-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza	Presidente
Dra. Julissa Katy Bautista Valencia	Miembro
Ing. Mg. Sc. Carlos Ruiz Padilla	Miembro

Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **“EVALUACIÓN DEL HIERRO FÉRRICO (Fe^{+3}) EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DEL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO JERUSALÉN, DISTRITO DE CALLERÍA, REGIÓN UCAYALI, 2019.”**, presentado por los bachilleres **PINEDO RODRIGUEZ, ALVARO JHAIR y TANANTA FLORES, DAVID ABILIO**; asesorado por el **DR. CARLOS PANDURO CARBAJAL**, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por los sustentantes en consecuencia la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD** y con el calificativo de **BUENO**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis.

Siendo las 05:30 p.m. horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza
Presidente

Dra. Julissa Katy Bautista Valencia
Miembro

Ing. Mg. Sc. Carlos
Ruiz Padilla
Miembro

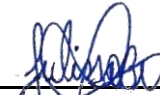
ACTA DE APROBACIÓN

La presente 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 Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Marco Antonio Chota Isuiza


Presidente


Dra. Julissa Katy Bautista Valencia


Miembro


Ing. Mg. Sc. Carlos Ruiz Padilla


Miembro

Dr. Carlos Panduro Carbajal


Asesor

Bach. Alvaro Jhair Pinedo Rodríguez


Tesisista

Bach. David Abilio Tananta Flores


Tesisista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION DE PRODUCCION INTELLECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0016-2021

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) Titulado:

“EVALUACIÓN DEL HIERRO FÉRRICO (Fe+3) EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DEL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO JERUSALÉN, DISTRITO DE CALLERÍA, REGIÓN UCAYALI, 2019”

Cuyo autor (es) : PINEDO RODRIGUEZ, ALVARO JHAIR
TANANTA FLORES, DAVID ABILIO

Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional : ING. AMBIENTAL
Asesor(a) : Dr. PANDURO CARBAJAL, CARLOS

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 09%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 12/01/2021



Dra. DINA PARI QUISPE
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, ALVARO JHAIR PINEDO RODRIGUEZ
Autor de la TESIS titulada:

EVALUACIÓN DEL HIERRO FERRICO (Fe³⁺) EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DEL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO JERUSALEN, DISTRITO DE CALLERIA, REGIÓN UCAYALI, 2019.

Sustentada el año: 2021
Con la asesoría de: Dr. CARLOS PANDURO CARBAJAL
En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Carrera Profesional de: INGENIERIA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), 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, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 07/09/2021

Email: Jhair93-alvaro@hotmail.com

Firma: 

Teléfono: 955364948

DNI: 72560494

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, DAVID ABILLO TANANTA FLORES

Autor de la TESIS titulada:

EVALUACION DEL HIERRO FERRICO (Fe⁺³) EN EL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DE LA POBLACION DEL
ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO JERUSALEN DISTRITO DE CALLERIA
REGION UCAYALI 2019

Sustentada el año: 2021

Con la asesoría de: Dr. CARLOS YANDURO CARBAJAL

En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Carrera Profesional de: INGENIERIA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), 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, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 07 / 09 / 2021

Email: DavidTF309@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 961509920

DNI: 72235293

DEDICATORIA

A Dios por darme salud para poder alcanzar mis metas.

A mis padres Adán y Sandra quienes me apoyaron en todas las decisiones tomadas, me dieron consejos, formándome con buenos valores para servir en la sociedad.

Alvaro Jhair.

A Dios por haberme dado la vida y salud para cumplir mis metas trazadas.

A mi mamá por su apoyo incondicional en todo el proceso de mis estudios.

A mi familia por la comprensión brindada y por ser el motivo de superación.

David Abilio.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali y a sus docentes, cuyos conocimientos y orientaciones lograron en nosotras una íntegra formación profesional.

A EMAPACOP S.A por brindar las facilidades para el uso de su laboratorio para realizar las pruebas respectivas a nuestras muestras.

Al Ing. Carlos Panduro por el asesoramiento, las recomendaciones y sobre todo el tiempo que dedico a la corrección y la mejora continua de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Pregunta General.....	4
1.2.2. Preguntas específicas.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVO	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	6
1.5.1. Hipotesis General.....	6
1.5.2. Variables	6
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	7
2.1.1. Internacional.....	7
2.1.2. Nacional	8
2.1.3. Local.....	8
2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	10
2.2.1. El agua	10
2.2.1.1. Fuentes de agua	11
2.2.1.2. Calidad del agua	12
2.2.1.3. Parametros microbiologicos del agua	13
2.2.1.4. Parámetros físicos del agua.....	14
2.2.1.5. Parámetros químicos del agua.....	16
2.2.1.6. Contaminación del agua.....	18
2.2.2. El Hierro	19

2.2.2.1. Funciones del hierro en el cuerpo humano.....	20
2.2.2.2. Hierro en el agua	21
2.2.3. Marco Legal.....	22
2.2.3.1. Vigilancia de la calidad de agua para consumo humano .	25
2.2.3.2. Monitoreo de parámetros de campo en zona urbana	26
2.2.3.3. Inspección sanitaria de sistemas de agua.....	26
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	27
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	30
3.1.1. Ubicación Geográfica	30
3.1.2. Límites.....	31
3.1.3. Accesibilidad	32
3.1.4. Clima	32
3.1.5. Situación actual de los pozos	32
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	34
3.3.1. Población	34
3.3.2. Muestra	35
3.4. INSTRUMENTOS MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	35
3.4.1. Materiales.....	35
3.4.2. Equipos	36
3.4.3. Programas.....	38
3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	39
3.5.1. Ubicación de las fuentes de agua subterránea utilizadas para consumo humano.....	39
3.5.2. Lugar de análisis de muestras.....	40
3.5.3. Método de muestreo.....	40
3.5.3.1. Puntos de muestreo	40
3.5.4. Método de análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.....	42
3.5.5. Toma de muestras	43
3.5.6. Diagrama de flujo de toma de muestra de agua subterránea.....	44
3.6. TRATAMIENTO DE DATOS.....	45
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	46

4.1. RESULTADOS	46
4.1.1. Análisis de calidad de agua	46
4.1.2. Influencia del hierro en la salud	59
4.1.2.1. Influencia del hierro férrico (Fe^{+3}) en el agua de consumo humano.....	60
4.1.2.2. Efecto del hierro férrico (Fe^{+3}) en la salud de la población y la cantidad presente en el agua comparando con LMP .	65
4.2. DISCUSIÓN.....	66
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1. CONCLUSIONES	73
5.2. RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	75
ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Imagen satelital de ubicación de AA. HH Nuevo Jerusalén	30
Figura 2.	Pozo de abastecimiento N° 01	33
Figura 3.	Pozo de abastecimiento N° 02	34
Figura 4.	Flujograma de proceso de elaboración del ladrillo ecológico.....	44
Figura 5.	Determinación de Turbiedad	48
Figura 6.	Determinación de Color.....	48
Figura 7.	Determinación de pH.....	49
Figura 8.	Determinación de Temperatura	49
Figura 9.	Determinación de Conductividad.....	50
Figura 10.	Determinación de Salinidad.....	50
Figura 11.	Determinación de Solidos Disueltos Totales.....	51
Figura 12.	Determinación de Alcalinidad	51
Figura 13.	Determinación de Dureza	52
Figura 14.	Determinación de Cloruros	52
Figura 15.	Determinación de Calcio.....	53
Figura 16.	Determinación de Sulfatos.....	53
Figura 17.	Determinación de Nitratos	54
Figura 18.	Determinación de Nitritos.....	54
Figura 19.	Determinación de Hierro	55
Figura 20.	Determinación de Magnesio	55
Figura 21.	Determinación de Aluminio.....	56
Figura 22.	Determinación de Coliformes totales.....	57
Figura 23.	Determinación de Coliformes Termotolerantes.....	57
Figura 24.	Determinación de Heterotróficas Viables.....	58
Figura 25.	Porcentaje del consumo de agua en el hogar.....	61
Figura 26.	Porcentaje de afección por consumo de agua.....	62
Figura 27.	Tipos de enfermedades ocasionadas por consumo de agua.....	63
Figura 28.	Porcentaje de personas que se enfermaron por consumo de agua.	64
Figura 29.	Porcentaje del uso diario del agua.....	65

Figura 30. Reunión con el comité del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén.	79
Figura 31. Toma de muestra del pozo N° 01	79
Figura 32. Determinación de hierro por el Método de Fenantrolina	80
Figura 33. Determinación de hierro por el Método de Fenantrolina	80
Figura 34. Muestra para la prueba de Manganeso	81
Figura 35. Muestras para el análisis de Alcalinidad, Dureza, Salinidad, Calcio y Cloruro.....	81
Figura 36. Reactivo para el análisis de Hierro Férrico (Fe^{+3})	82
Figura 37. Reactivo para el análisis de Hierro Férrico (Fe^{+3})	82
Figura 38. Espectrofotometría	83
Figura 39. Determinación de turbiedad.....	83
Figura 40. Muestras de agua de la vivienda 1	84
Figura 41. Muestras de agua del pozo, reservorio y vivienda N° 1	84
Figura 42. Muestras del análisis de Hierro Férrico (Fe^{+3}) en la estufa.....	85
Figura 43. Método de filtración por membrana para la determinación de coliformes totales y termotolerantes.	85
Figura 44. Muestras listas para la incubadora	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Enfermedades y síntomas producidos por bacterias.....	18
Tabla 2.	Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua.....	23
Tabla 3.	Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticas	24
Tabla 4.	Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos	25
Tabla 5.	Coordenadas geográficas de los pozos de muestro	31
Tabla 6.	Población servida en el AA. HH Nuevo Jerusalén 2018.....	35
Tabla 7.	Cantidad de pozos a muestrear	35
Tabla 8.	Método de laboratorio para análisis físico-químico	42
Tabla 9.	Método de laboratorio para análisis químico	42
Tabla 10.	Método de laboratorio para análisis microbiológico.....	43
Tabla 11.	Resultados de los Análisis Físico- Químico y Microbiológico de los pozos de abastecimiento del AA.HH. Nueva Jerusalén.....	46
Tabla 12.	Resultados de los Análisis de metales pesados de los pozos de abastecimiento del AA.HH. Nueva Jerusalén	47
Tabla 13.	Resultado de la encuesta del consumo de agua AA. HH. Nueva Jerusalén.....	59
Tabla 14.	Consumo de agua en el hogar.	60
Tabla 15.	Enfermedad adquirida por consumo del agua.....	61
Tabla 16.	Tipos de enfermedades ocasionadas por consumo de agua	62
Tabla 17.	Personas que se enfermaron por consumo de agua.....	63
Tabla 18.	Uso diario del agua	64
Tabla 19.	Efecto de la salud por consumo de agua en el AA. HH Nueva Jerusalén.....	65
Tabla 20.	LMP del Hierro en el agua según D.S. N° 031-2010- S.A.	66

RESUMEN

El presente estudio se realizó, con el objetivo principal de evaluar la influencia del Hierro Férrico (Fe^{+3}) presente en el agua en la salud de la población del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén y así poder establecer una relación de las mismas.

Para ello se procedió a recolectar las muestras de los puntos establecidos para el muestreo del agua en AA. HH. Nuevo Jerusalén, por 3 repeticiones cada 15 días y posterior a cada recolección efectuar los análisis respectivos. Así mismo se realizó una encuesta al azar en la población que se abastecen del agua de los pozos del asentamiento humano para poder determinar el nivel de relación y como afecta en su salud.

Los análisis físico – químicos y microbiológicos demostraron en los resultados que el agua no es apta para consumo humano ya que se encuentran superando de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031 - 2010-SA.

Respecto al Hierro Férrico las pruebas realizadas muestran que este supera los LMP del reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031 - 2010- SA., donde el valor más alto es 2,2 mg/L Fe^{+3} para el punto de muestreo Pozo N° 2.

En cuanto referente a la salud de la población se determinó mediante el test que el 86,1% de la población presento algún síntoma referente al consumo del agua, siendo la infección intestinal la más frecuente (32,3%)

Palabras clave: Calidad del agua, Asentamientos Humanos, Limite Máximo Permisible (LMP), Hierro Férrico

ABSTRACT

The present study was carried out, with the main objective of evaluating the influence of Ferric Iron (Fe^{+3}) present in the water on the health of the population of the New Jerusalem Human Settlement and thus be able to establish a relationship between them.

For this, the samples were collected from the points established for sampling the water in AA.HH. New Jerusalem, for 3 repetitions every 15 days and after each collection, carry out the respective analyzes. Likewise, a random survey was carried out in the population that is supplied with water from the wells of the human settlement in order to determine the level of relationship and how it affects their health.

The physical - chemical and microbiological analysis showed in the results that water is not suitable for human consumption since they are exceeding the Maximum Permissible Limits (LMP) established in the regulation of Water Quality for Human Consumption: D.S. N ° 031 - 2010- SA.

Regarding Ferric Iron, the tests carried out show that it exceeds the LMP of the regulation of Water Quality for Human Consumption: D.S. N ° 031 - 2010- SA., Where the highest value is 2.2 mg / L Fe^{+3} for the sampling point Well N ° 2.

Regarding the population's health, it was determined through the test that 86.1% of the population presented some symptoms related to water consumption, with the intestinal infection being the most frequent (32.3%)

Keywords: Water quality, Human Settlements, LMP, Ferric Iron.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural necesario para el desarrollo de un gran número de actividades humanas. Su creciente degradación por disminución de su calidad implica la reducción del número de usos que se le da; es por ello, lo que se hace necesario la realización de estudios que permitan determinar la calidad de esa agua. En los países desarrollados, los sistemas de agua potable y alcantarillado, junto a los sistemas de distribución y de potabilización fiables, garantizan el abastecimiento generalizado de aguas salubres. (Ballesteros, M, 2009)

El agua para consumo humano debe cumplir con los parámetros de calidad y ser inocua. Por consiguiente, el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana (Calsin, K., 2016)

En cuanto al servicio de agua potable, Ucayali se ubica entre las regiones con más bajo abastecimiento, conjuntamente con Puno, Pasco, Loreto, Huánuco y Huancavelica y en particular la ciudad de Pucallpa, se enfrenta con una provisión de agua poco continua e instalaciones muy antiguas.

Según (INEI, 2007) el 32% de las viviendas de la región disponen del servicio de agua potable toda la semana, es decir, las 24 horas del día, más de la mitad de ellas sólo dispone de este servicio entre 1 y 12 horas al día. Además, en el departamento de Ucayali el 1,2% de la población del área rural cuentan con red pública dentro y fuera de la vivienda, mientras que el 97,2% del resto de la población se abastecen de agua a través de camión cisterna, pozo, acequia, manantial y otros.

En la ciudad de Pucallpa, el servicio de agua es limitada, esto se debe a que la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo S.A. (EMAPACOP S.A.), encargada de la distribución de este recurso no cuentan con suficientes redes de distribución, por tal motivo las zonas que no cuentan con este recurso municipal de agua potable se autoabastecen con sistemas de abastecimiento ubicados cerca de la fuente de agua subterránea. Estas aguas que se captan solo se cloran empíricamente en algunos hogares sin control,

asimismo no se realiza el debido control de calidad fisicoquímico y microbiológico (Guimaraes, L, 2015)

Por lo cual surge la inquietud de conocer la calidad del agua que consume que la población del AA. HH. Huevo Jerusalén y así verificar si se cumple con las expectativas requeridas acuerdo a la normatividad vigente en el país.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es el recurso natural más abundante. Según la OMS, se calcula que el 97% es agua salada y sólo el 2,5% del agua que existe en la tierra se considera dulce. Sólo el 0,007% del agua existente en la tierra es potable, y esa cantidad se reduce año tras año debido a la contaminación. Más de 1 100 millones de personas en el mundo carecen de acceso directo a fuentes de agua potable. Unos 1 400 niños menores de cinco años mueren en el mundo a diario víctimas de enfermedades diarreicas relacionadas con la falta de acceso a agua potable, saneamiento adecuado e higiene. El 90% del agua usada en países en vía de desarrollo vuelve a los ríos sin ningún tipo de tratamiento.

El hierro es un mineral necesario para el crecimiento y el desarrollo del cuerpo. Es el oligoelemento más abundante del organismo, es el componente de la hemoglobina responsable del transporte del oxígeno de los pulmones a las distintas partes del cuerpo. El hierro también es esencial en la elaboración de hormonas y los tejidos conectivos.

Según diversas investigaciones realizadas en Ucayali señalan que existe una gran presencia de hierro en el suelo y acuíferos. Esto se ha convertido en un tema de interés socio ambiental que requiere de una evaluación.

Para cumplir con el fin primordial de la supervivencia humana, el agua tiene que cumplir con ciertos requisitos; características que definen la potabilidad de la misma. Esta potabilidad permite ingerir el agua sin ocasionar efectos dañinos a la salud del consumidor, así como presentar un aspecto cristalino y agradable a los sentidos. La presencia de hierro en el agua para consumo humano en la región Ucayali ha sido confirmada, el cual supera el LMP establecido por el reglamento de calidad de agua para consumo humano por lo tanto es necesario realizar una evaluación que determine su influencia con la salud de la población.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta General

- ¿Cuál es la influencia del Hierro Férrico (Fe^{+3}) presente en el agua y su influencia en la salud en la población del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén, distrito de Callería, región Ucayali, 2019?

1.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano del asentamiento humano Nuevo Jerusalén, distrito de Callería, Región Ucayali, 2019?
- ¿Cuál es la cantidad de Hierro Férrico (Fe^{+3}) presente en el agua de los pozos del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén, distrito de Callería, Región Ucayali, 2019?
- ¿Cuáles son los efectos en la salud de la población causa del consumo de agua del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén, distrito de Callería, Región Ucayali, 2019?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La población de la región Ucayali se ha visto incrementada rápidamente la última década la misma que demanda mayores recursos para su sustento, uno de ellos el agua para su consumo la cual es de suma importancia para la vida. La empresa de agua potable y alcantarillado no se da abasto para cubrir el total de la población por lo tanto los asentamientos humanos y pueblos jóvenes se han visto de la necesidad de gestionar la construcción de sus pozos subterráneos para el abastecimiento de agua potable y mejorar sus condiciones de vida.

Los acuíferos del subsuelo de la región Ucayali presentan una característica en particular que es la presencia de hierro en niveles considerables el cual afecta a la calidad del agua de los pozos subterráneos que abastecen a la población ya que superan los límites máximos permisibles.

La tasa de morbilidad en Ucayali presenta como una de las principales enfermedades que aquejan a la población aquellas causadas por el consumo de agua contaminada como por ejemplo las enfermedades infecciosas intestinales, desnutrición, anemia etc. El agua con presencia de hierro por encima de los límites máximos permisibles sin un previo tratamiento podría ser negativo para la salud de las personas que lo consumen, por lo tanto, es necesario realizar una evaluación de los posibles efectos en la salud de las personas.

El presente proyecto tiene como finalidad dar a conocer si el agua con presencia de hierro férrico (Fe^{+3}) que consume la población del AA.HH. Nueva Jerusalén tiene relación con la salud de su población.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar la influencia del Hierro Férrico (Fe^{+3}) presente en el agua y su influencia en la salud en la población del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén, distrito de Callería, región Ucayali, 2019.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la calidad de agua para consumo humano del asentamiento humano Nueva Jerusalén de acuerdo al DS. N° 031-2010-SA.
- Determinar cuál es la cantidad de Hierro Férrico (Fe^{+3}) presente en el agua del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén, distrito de Callería, región Ucayali, 2019.
- Identificar los efectos en la salud de la población a causa del consumo de agua del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén, distrito de Callería, región Ucayali, 2019.

1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1. Hipótesis General

- La influencia del Hierro Férrico (Fe^{+3}) presente en el agua es negativa en la salud de la población del asentamiento humano Nueva Jerusalén, distrito de Callería, región de Ucayali, 2019.

1.5.2. Variables

- **Variable independiente (X):**
X: Hierro Férrico (Fe^{+3}) en el agua para consumo humano.
- **Variable dependiente (Y):**
Y: Salud de la población del asentamiento humano Nueva Jerusalén

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. Internacional

Bracho, I; Fernández, M. (2017) En su investigación menciona que tuvo el propósito de evaluar la potabilidad del agua para consumo humano en la comunidad de San Valentín, ubicada en el sector Ancón Bajo II, en el municipio venezolano de Maracaibo. Diez muestras de distintas fuentes de abasto fueron analizadas desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico. Como método de análisis se utilizó el método estándar, cuyos resultados fueron comparados con los valores establecidos como aceptables por las normas sanitarias venezolanas para la calidad del agua potable y los catálogos de calidad de agua emitidos por la Organización Mundial de la Salud. Se concluye que el agua de la tubería de aducción requiere tratamiento convencional completo para su purificación, mientras que el agua de los pozos requiere tratamiento de desalinización. La cañada Irragorry está altamente contaminada por lo que no es una opción como fuente de abastecimiento.

Guzmán, B; Nava, G y Díaz, P. (2015) Dice que la calidad del agua para consumo humano se ha asociado con la aparición de diversas enfermedades. El estudio de la relación entre estos eventos permitiría reflejar el impacto de la calidad del agua de consumo en la salud de la población, con el fin de orientar acciones de prevención y promoción en salud ambiental.

Valdivia, B; Ormachea, M; Eugenia, M. (2009) Estudiaron que la calidad de agua es otro aspecto que varía según las condiciones del clima, una manera de conocer la calidad de agua es medir la concentración de los diferentes constituyentes, como la determinación de las propiedades físicas y químicas de una muestra, utilizando técnicas y métodos instrumentales

2.1.2. Nacional

Atencio, H. (2018) Estudio que la localidad de San Antonio de Rancas, distrito de Simón Bolívar, con objetivo de realizar el análisis físico, químico y microbiológico del agua de consumo humano y la percepción local de la población. Para esto se tomó como referencia el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” D.S. N° 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

2.1.3. Local

Guimaraes, L. (2015) El objetivo de su investigación fue identificar la calidad del agua y la cultura hídrica. Para ello se procedió a realizar tres análisis a cada uno de los pozos de agua de cada Asentamiento Humano, para la cultura hídrica se realizó encuestas para determinar el nivel de conocimiento con respecto al cuidado del agua, limpieza y mantenimiento del pozo tubular y la cultura hídrica.

Los análisis físico - químicos mostraron que los resultados de ambos pozos se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA.

Los análisis microbiológicos del primer pozo se encuentran apta para el consumo humano, ya que en sus tres análisis indicaron que se encuentran por debajo de los LMP, sin embargo el segundo análisis del segundo pozo resulto con incidencia de coliformes totales y termo tolerantes, los cuales fueron subsanadas por la junta administrativa de agua, ya que en el tercer análisis resultaron los análisis microbiológicos por debajo de los LMP.

En cuanto a la cultura hídrica se determinó mediante el test d entrada que el 60% tenían conocimientos en temas de cuidado del agua, limpieza y mantenimiento del pozo tubular, y luego de haber realizado las charlas sobre los temas planteados en el test de entrada, se obtuvo

el resultado de que el 90% había comprendido y asimilado sobre la cultura hídrica a fin fortalecer sus conocimientos y mejorar su calidad de vida.

Talavera, M. (2018) Evaluó de la calidad de agua para consumo humano en los caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre, ambas ubicadas en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Para determinar la calidad del agua se evaluaron los parámetros básicos: Coliformes totales, Termotolerantes; pH, Conductividad, Turbiedad, Sólidos disueltos totales, Temperatura. Los monitoreos se llevaron a cabo en la época de vaciante en los meses de Julio y agosto. En ambos caseríos se identificó dos (02) fuentes de abastecimiento de agua, siendo la primera fuente subterránea, donde se identificó tres puntos de monitoreo realizándose tres (03) repeticiones por cada punto en un intervalo aproximado de 15 días, la segunda fuente fue superficial, conocida como la laguna de Yarinacocha, en este caso se tomaron las muestras en los puntos donde la población acude con mayor frecuencia. Como resultado de los análisis, se registró la presencia de coliformes totales y termotolerantes por encima de los límites máximos permisibles, por lo que no se considera agua apta para el consumo humano. Los parámetros fisicoquímicos determinados se encuentran por debajo de límites máximos permisibles a excepción de la turbiedad que se encuentran por encima del LMP. Para la evaluación de la calidad se empleó los límites establecidos en el D.S. N° 031-2010- SA, del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Asimismo se evaluó la percepción de la población respecto a la calidad del agua, para ello se realizó la entrevista directa y la aplicación de un cuestionario donde la población indicó, que al no contar con un sistema de abastecimiento continuo, hacen uso y consumo del agua de la laguna de Yarinacocha, sabiéndose que esta viene siendo impactada por las actividades que se desarrolla, a raíz de ello se evaluó la calidad del agua, en los puntos donde la población acude con frecuencia, dando como resultados un nivel de contaminación alta y por lo tanto no apta para el consumo humano.

Apolinario, B; Araujo M. (2018) Evaluaron la calidad de agua subterránea en 12 asentamientos humanos, las áreas de estudio comprenden los Distritos de Callería, con una superficie total de 10 937,62 Km², y el Distrito de Yarinacocha, con una superficie total de 197,81 Km²; en la Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali; el estudio se realizó entre los meses de Agosto y Setiembre; se tomó en cuenta la accesibilidad física a los pozos y las fuentes de contaminación. La investigación se realizó siguiendo el protocolo de los métodos de análisis de parámetros físico – químicos y microbiológicos establecidos para aguas en el laboratorio de la empresa EMAPACOP S.A. Los parámetros estudiados fueron: pH, temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, color, hierro, coliformes termotolerantes y coliformes totales. Los análisis fisicoquímicos mostraron que de algunos de los 12 pozos los valores sobrepasaron el límite máximo permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-S.A, las propiedades de los parámetros tales como turbiedad, color y hierro. Los análisis microbiológicos mostraron que 9 pozos no cumplieron el límite máximo permisible en coliformes totales y que 8 pozos no cumplieron el límite máximo permisible en coliformes termotolerantes establecidos en el D.S. N° 031-2010-S.A, siendo el pozo 7 el que registro altos valores en coliformes totales y termotolerantes 138 UFC/100 ml y 106 UFC/100 ml respectivamente, es decir que el agua subterránea se encuentra contaminada. En relación a las fuentes de contaminación, solo en 7 asentamientos humanos se identificaron letrinas, pozos sépticos y caños naturales que son empleados como canales de aguas negras y grises.

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

2.2.1. El agua

El agua es la base de la vida, en nuestro planeta cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre, localizada principalmente en los oceánicos donde se concentra el 96,5% del agua (agua salina) que no puede ser consumida directamente por los seres humanos, los glaciares y casquetes polares poseen el 3,74% y los depósitos subterráneos (acuíferos) los glaciares continentales poseen el 1,72% y el restante

0,04% se reparte en orden decreciente ente lagos, humedad del suelo, atmosfera, embalses, ríos y seres vivos. (Acuña, G, 2014)

Es el elemento fundamental para la vida del hombre constituyendo entre el 59 al 66% del peso del cuerpo humano, su empleo es múltiple en las actividades del hombre. Sirve como elemento líquido primordial, se emplea en la agricultura, industria, aseo personal, minería, salud pública, etc. (MINSAs - DIGESA, 2007)

2.2.1.1. Fuentes del agua

Las principales fuentes de abastecimiento provienen de aguas superficiales o subterráneas, además, las aguas pluviales pueden ser una fuente de buena calidad a considerar, esto si no presentan influencia de aerosoles provenientes de prácticas agrícolas extensivas. En caso de que no exista otra alternativa su aprovechamiento para diferentes usos es una buena práctica sobre todo en el sentido ambiental y económico (Lampoglia et al. 2008).

- Aguas subterráneas

“La mayor parte del agua subterránea se origina del agua de lluvia infiltrada hasta los acuíferos, después de fluir a través del subsuelo” ((OPS) & (CEPIS)., 2005). Las aguas subterráneas se pueden captar a partir de nacientes, pozos, galerías filtrantes y manantiales, en la mayoría de los casos el agua que proviene de este tipo de fuentes se encuentra libre y protegida de contaminantes, esto debido a que a pesar de que durante la infiltración el agua carga impurezas (partículas orgánicas, inorgánicas, microorganismos, pesticidas entre otros), durante su recorrido por el subsuelo mejora significativamente su calidad, las partículas suspendidas y microorganismos se retienen por filtración natural y las sustancias orgánicas se degradan por oxidación. Por este motivo se dice que estas aguas son de buena calidad, no obstante, siempre es preferible la desinfección como barrera de seguridad para prevenir contaminación durante el

manejo del agua ((OPS) & (CEPIS)., 2005) (Lampoglia, T; Agüero, R; Barrios, C, 2008)

Según varios estudios la profundidad de la napa freática en el distrito de Callería varía entre 2,50 y 18,00 m. La conductividad eléctrica fluctúa de 0,015 a 0,97 mmhos/cm, valores que representan aguas de baja mineralización. El pH fluctúa de 3,7 a 8,1 o valores que representan aguas muy ácidas a alcalinas.

- **Aguas superficiales**

Las fuentes de agua superficiales están constituidas por ríos, arroyos, lagos y embalses. Su origen puede ser el agua subterránea que aflora a la superficie a través de manantiales o el agua de lluvia que se transporta a largo del terreno y escurre en los cuerpos de agua. Los ríos y arroyos se caracterizan por tener rápidos cambios de calidad, durante la época de lluvias se presentan incrementos en la turbiedad y otras sustancias orgánicas e inorgánicas debido al lavado y arrastre de los suelos ((OPS) & (CEPIS)., 2005).

Es por ello que, al igual que con las aguas subterráneas, (Lampoglia et al, (2008) menciona que cuando se hace uso y aprovechamiento de una fuente superficial se debe conocer y determinar las características físico-químicas y microbiológicas de la misma, y por lo general requerirá de procesos para su potabilización, así como barreras que reduzcan algún efecto negativo en la salud de la población.

2.2.1.2. Calidad del agua

La calidad del agua es una medida crítica de las propiedades químicas y biológicas de los sistemas acuáticos que dependen del mantenimiento de una calidad del agua específica para poder sostener procesos bioquímicos necesarios para la vida de plantas y animales. Estos ecosistemas se ven influenciados por las entradas de metales, nutrientes, toxinas, erosión de la tierra,

cenizas de fuegos, aguas residuales y biomasa. Los parámetros principales de la calidad del agua reflejan la función física y biológica del medio ambiente con el que el agua tiene interacción. Los parámetros principales (temperatura, conductividad específica, turbidez, pH, oxígeno disuelto) se pueden medir fácilmente y constituyen una manera de clasificar posibles factores de estrés para la salud del sistema acuático. Además, otras medidas de calidad del agua (nutrientes primarios, sólidos disueltos totales, metales pesados, agentes patógenos, compuestos orgánicos) ayudan a caracterizar la calidad del agua y a determinar los posibles impactos en la vida acuática y en seres humanos. (Calixto, R, 2008)

La calidad del agua son atributos que presenta el agua, de tal manera, que reúna criterios de aceptabilidad para diversos usos. Que incluye todos los factores que influyen en el uso beneficioso del agua tanto físico, químico y biológico. (Chang, J, 2009)

2.2.1.3. Parámetros microbiológicos del agua.

- **Coliformes totales y termotolerantes:** No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales - que comprende la totalidad del grupo- y los coliformes fecales- aquellos de origen intestinal-. Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante puesto que permite asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta el agua es de origen fecal. (Custodio & Llamas, 2004)
- **Coliformes Termo tolerantes:** Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que

fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44,5 oc +/- 0,2 oc dentro de las 24 +/- 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es el Escherichia coli. La presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. (Custodio & Llamas, 2004)

2.2.1.4. Parámetros físicos del agua

- **Color:** Es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. No se pueden atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores de aguas naturales son indicativos de ciertos contaminantes. El agua pura sólo es azulada en grandes espesores. En general presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle color rojizo, y la del manganeso un color negro. El color afecta estéticamente la potabilidad de las aguas, puede representar un potencial de ciertos productos cuando se utiliza como material de proceso (Custodio & Llamas, 2004)
- **Sabor y olor:** El sabor y olor del agua son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva, para los que no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de los 300 ppm de Cl^- y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO_4^{2-} . El CO_2 le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos

orgánicos le confieren un color y sabor desagradables (Custodio & Llamas, 2004)

- **Conductividad eléctrica:** La conductividad es la capacidad del agua para conducir electricidad y la resistividad eléctrica se define analógicamente como el inverso de la conductividad. Las unidades son micro siemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) para la conductividad; y para la resistividad Ohmio-m (O-m). La variación de temperatura modifica notablemente la conductividad, para disoluciones diluidas se estima que el aumento de temperatura en 1°C se traduce en un aumento aproximado del 2% en la conductividad. (Custodio & Llamas, 2004)

- **Temperatura:** La temperatura es uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua, ya que a elevadas temperaturas puede ocurrir la proliferación de microorganismos. Asimismo, puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión. (Organismo Mundial de la Salud - OMS, 2008)

Es el potencial calorífico en grados Celsius de un medio o cuerpo. En las aguas subterráneas este parámetro es muy poco variable y responde a la media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar, algunos incrementos son producto de la actividad geotérmica (Custodio & Llamas, 2004)

- **Turbidez:** Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso. La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias. La medición en ppm de SiO_2 fue la más utilizada, pero, existen diferencias en los valores obtenidos según la

sílice y la técnica empleadas por un laboratorio u otro. Las aguas subterráneas suelen tener valores inferiores a 1 ppm de sílice, pero las superficiales pueden alcanzar varias decenas. Las aguas con 1 ppm son muy transparentes y permiten ver a través de él hasta profundidades de 4 o 5 m. (Custodio & Llamas, 2004)

Según (D.S. 031-2010-SA). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano la Turbiedad máximo recomendable es de 5 UNT

- **Sólidos disueltos totales:** Es la cantidad total de sólidos disueltos en el agua. Está relacionada con la conductividad eléctrica mediante la fórmula $TDS = C.E. (mmhos/cm) \times 700$; mg/L para considerarse TDS, las sustancias deben ser lo suficientemente pequeñas como para pasar una criba o filtración del tamaño de dos micras. La medida TDS tiene como principal aplicación el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Aunque el TDS no tiene la consideración de contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos, es decir, de la composición química y concentración en sales y otras del agua. (Custodio & Llamas, 2004)

2.2.1.5. Parámetros químicos del agua

- **Potencial de hidrogeno - pH:** Es el logaritmo negativo de la concentración de los iones hidrógenos ($pH = -\log [H^+]$). El pH de una solución es una medida de su acidez o más exactamente, una medida de las concentraciones de iones $[H^+]$ en la solución. Juega un papel importante en muchos procesos químicos y biológicos de las aguas subterráneas tales como el equilibrio de carbonatos, procesos redox, solubilidad de metales pesados entre otros. (Custodio & Llamas, 2004)

- **Reacciones Redox:** Los sistemas redox son los que cambian sus estados de valencia al reaccionar, oxidándose unas veces y reduciéndose otras. Es medido por el potencial redox (EH) que mide la estabilidad de un ion en un nivel de oxidación determinado y viene dado por la ecuación de Nernst. (Custodio & Llamas, 2004)
- **Oxígeno disuelto:** Es incorporado en el agua por medio de la disolución del aire al momento de la lluvia y por gases contenidos en la zona no saturada. Su presencia es causante de un medio oxidante importante en la solubilización o insolubilización de iones en el agua con capacidad de cambiar sus valencias y controlar la actividad de los microorganismos en el subsuelo. En la mayoría de las aguas subterráneas las concentraciones oscilan entre 0 y 5 mg/L⁻¹; aunque son frecuentes las concentraciones inferiores a 2 mg/L⁻¹. (Custodio & Llamas, 2004)
- **Dureza:** Mide la capacidad de un agua para consumir jabón o producir incrustaciones. En la actualidad se le identifica con el contenido en iones alcalinotérreos (Ca⁺² y Mg⁺² principalmente), con las mismas unidades que la alcalinidad. La dureza de las aguas subterráneas varía entre 10 y 300 mg/L⁻¹ de CO₃Ca pudiendo llegar a 1000 mg/L⁻¹ o más. (Custodio & Llamas, 2004)
- **Alcalinidad:** Se le conoce como la capacidad de un agua para neutralizar ácidos, usualmente es expresado como mg/L⁻¹ de CO₃Ca o meqL⁻¹. En la mayoría de las aguas naturales la alcalinidad está producida por los iones carbonato y bicarbonato, los valores están entre 100 mg/L⁻¹ y 300 mg/L⁻¹ a veces entre 50 y 500 mg/L⁻¹ de CO₃Ca excepcionalmente hasta 1000 mg/L⁻¹ (Custodio & Llamas, 2004).

2.2.1.6. Contaminación del agua

Es la alteración en la composición química, propiedades físicas y bacteriológicas, de tal manera que resulta menos apta para los propósitos en los cuales es empleada como consumo humano, riego para la producción agropecuaria, la industria, generación de energía, etc. (Coronel, B; Jimenez, P, 2006)

La contaminación del agua se origina a través de actividades tan simples y a las ves significativas como tirar desperdicios, lavar ropa, etc., pues tienen un gran impacto en las características naturales que presenta el agua. (Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), 2005)

- **Enfermedades producidas por la contaminación del agua.**

En general las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por factores como agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua. (Organización Mundial de la Salud - OMS, 2010)

Tabla 1. Enfermedades y síntomas producidos por bacterias

ENFERMEDAD		SINTOMAS
- Aeromonas sp.		Diarrea muy líquida, con sangre y moco.
- Enteritis		
- Campylobacter jejuni		Gripe, diarreas, dolor de cabeza y estómago, fiebre, calambres y náuseas.
- Campilobacteriosis		
- Escherichia coli		Diarrea acuosa, dolores de cabeza, fiebre, uremia, daños hepáticos.
- Entorocolitis		
- Plesiomonas shigelloides		Náuseas, dolores de estómago y diarrea acuosa, a veces fiebre, dolores de cabeza y vómitos.
- Plesiomonas-infección		
- Salmonella typhi		Fiebre
- Fiebre tifoidea		

- Salmonella sp.	Mareos, calambres intestinales, vómitos, diarrea
- Salmonelosis	y a veces fiebre leve.
- Streptococcus sp.	Dolores de estómago, diarrea y fiebre, a veces vómitos.
- Vibrio cholerae. Cólera (forma leve)	Fuerte diarrea

Fuente: (Organización Mundial de la Salud - OMS, 2010)

2.2.2. El Hierro

Elemento químico de símbolo Fe, número atómico 26 y peso atómico 55,847 gmol. El hierro en la corteza terrestre ocupa un cuarto lugar de los elementos más abundantes que representa un (5%). El segundo metal más abundante y componente de la corteza terrestre (cerca del 4,7% de la corteza de la Tierra es hierro). La Tierra al moverse genera un campo magnético ya que su núcleo está formado principalmente por hierro y níquel. El metal hierro tiene propiedades ferromagnéticas, de color negro lustroso o gris azulado, es dúctil, maleable, tenaz, es considerablemente duro y pesado, asimismo se oxida al contacto con el aire. Los minerales principales del hierro son la hematita (Fe_2O_3) y la limonita, ($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$). La pirita (FeS_2) se explotan como minerales de azufre. En otros minerales el hierro es localizado también en las aguas freáticas inclusive en la hemoglobina roja de la sangre. El desarrollo del hierro (fierro) más conocido es en la producción de aceros estructurales, también en producciones grandes de hierro fundido y de hierro forjado. (Gunnar, N., 1998)

El hierro es un elemento esencial para los seres vivos. Es necesario para una adecuada oxigenación de los tejidos y para el metabolismo de las células. En el cuerpo el hierro está en dos formas: El 70% como hierro funcional en los glóbulos rojos, mioglobinas y algunos enzimas; El 30% como hierro en forma de depósito.

Este micro mineral u oligoelemento, interviene en la formación de la hemoglobina y de los glóbulos rojos, como así también en la actividad enzimática del organismo. Dado que participa en la formación de la

hemoglobina de más está decir que transporta el oxígeno en sangre y que es importante para el correcto funcionamiento de la cadena respiratoria, las reservas de este mineral se encuentran en el hígado, el bazo y la médula ósea.

2.2.2.1. Funciones del hierro en el cuerpo humano

- **Transporte y depósito de oxígeno en los tejidos:**El grupo hemo o hem que forma parte de la hemoglobina y mioglobina está compuesto por un átomo de hierro. Estas son proteínas que transportan y almacenan oxígeno en nuestro organismo. La hemoglobina, proteína de la sangre, transporta el oxígeno desde los pulmones hacia el resto del organismo. La mioglobina juega un papel fundamental en el transporte y el almacenamiento de oxígeno en las células musculares, regulando el oxígeno de acuerdo a la demanda de los músculos cuando entran en acción. (Hierro en la Nutrición)
- **Metabolismo de energía:** Interviene en el transporte de energía en todas las células a través de unas enzimas llamadas citocromos que tienen al grupo hemo o hem (hierro) en su composición.
- **Antioxidante:** Las catalasas y los peróxidos son enzimas que contienen hierro que protegen a las células contra la acumulación de peróxido de hidrógeno (químico que daña a las células) convirtiéndolo en oxígeno y agua. (Hierro en la Nutrición)
- **Síntesis de ADN:** El hierro interviene en la síntesis de ADN ya que forma parte de una enzima (ribonucleótido reductasa) que es necesaria para la síntesis de ADN y para la división celular. (Hierro en la Nutrición)
- **Sistema nervioso:** El hierro tiene un papel importante en sistema nervioso central ya que participa en la regulación los mecanismos bioquímicos del cerebro, en la producción de

neurotransmisores y otras funciones encefálicas relacionadas al aprendizaje y la memoria como así también en ciertas funciones motoras y reguladoras de la temperatura. (Hierro en la Nutrición)

- **Detoxificación y metabolismo de medicamentos y contaminantes ambientales:** El Citocromo p450 es una familia de enzimas que contienen hierro en su composición y que participa en la degradación de sustancias propias del organismo (esteroides, sales biliares) como así también en la detoxificación de sustancias exógenas, es decir la liberación sustancias que no son producidas por nuestro organismo. (Hierro en la Nutrición)
- **Sistema inmune:** La enzima mieloperoxidasa está presente en los neutrófilos que forman parte de las células de la sangre encargadas de defender al organismo contra las infecciones o materiales extraños. Esta enzima, que presenta en su composición un grupo hemo (hierro), produce sustancias (ácido hipocloroso) que son usadas por los neutrófilos para destruir las bacterias y otros microorganismos. (Hierro en la Nutrición)

2.2.2.2. Hierro en el agua

El hierro en los suministros de aguas procedentes del subsuelo en zonas rurales es muy frecuente: los niveles de concentración van entre rangos de 0 a 50 mg/L, mientras la OMS recomienda niveles de <0,3mg/L. El hierro ocurre de manera natural en acuíferos, pero los niveles de aguas subterráneas pueden aumentar por disolución de rocas ferrosas. Las aguas subterráneas que tienen hierro son normalmente de color naranja y provoca el destiño en las ropas lavadas, y además tienen un sabor desagradable, que se puede notar en el agua y en la cocina.

El hierro disuelto en las aguas subterráneas se reduce a su forma hierro II. Esta forma es soluble y normalmente no causa ningún problema por sí misma. El hierro II se oxida a formas de hierro III que son hidróxidos insolubles en agua. Estos son compuestos rojos corrosivos que tiñen y provocan el bloqueo de pantallas, bombas, tuberías y sistemas de recirculación, etc. Si los depósitos de hidróxido de hierro se producen por bacterias del hierro entonces son pegajosos y los problemas de manchas y bloqueo de sistemas son todavía más graves. La presencia de bacterias de hierro puede venir indicada por sustancias limosas corrosivas dentro de lugares de distribución, la reducción del flujo del agua, olor desagradable del agua bombeada del agujero, depósitos limosos y pegajosos que bloquean líneas de distribución principales y laterales, manchas en el pavimento, caída de paredes.

La eliminación de hierro biológico significa la eliminación del hierro de las aguas subterráneas dentro de filtros de aguas. Los microbiólogos reconocen por muchos años que ciertas bacterias son capaces de oxidar e inmovilizar el hierro. Las bacterias responsables de este proceso se encuentran naturalmente en el medio.

2.2.3. Marco Legal

Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo: D.S. N° 031-2010-S.A/Ministerio de Salud

El presente Reglamento establece 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, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. El presente Reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley

o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo; no se encuentran comprendidas en el ámbito de aplicación del presente Reglamento:

- a) Las aguas minerales naturales reconocidas por la autoridad competente.
- b) Las aguas que, por sus características físicas y químicas, sean calificadas como productos medicinales.

Este reglamento tiene límites sugeridos y si estos pasan se sabe que afectan de manera adversa a los humanos; el hecho de que se excedan los límites sugeridos puede ser razón suficiente para rechazar el abasto de agua.

Requisitos de calidad microbiológicos

Tabla 2. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias coliformes totales	UFS/100 mL a 35° C	0 (*)
2. E. Coli	UFS/100 mL a 44,5° C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes termotolerantes o fecales	UFS/100 mL a 44,5° C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFS/mL a 35° C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
6. Virus	UFS/mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios,	N° org/L	0

copépodos, rotíferos,
 nemátodos en todos
 sus estadios
 evolutivos.

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Fuente: (D.S. 031-2010-SA)

Requisitos de calidad físicos y químicos

Tabla 3. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticas

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
1. Olor	-----	Aceptable
2. Sabor	-----	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt /Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. Ph	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25 °C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg/L	1 000
8. Cloruros	mg/L Cl ⁻	250
9. Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁼	250
10. Dureza total	mg/L Ca CO ₃	500
11. Amoniaco	mg/L N	1,5
12. Hierro	mg/L Fe	0,3
13. Manganeso	mg/L Mn	0,4
14. Aluminio	mg/L Al	0,2
15. Cobre	mg/L Cu	2,0
16. Zinc	mg/L Zn	3,0
17. Sodio	mg/L Na	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: (D.S. 031-2010-SA, 2011)

Tabla 4. Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
1. Antimonio	mg/L de Sb	0,020
2. Arsénico <small>(nota1)</small>	mg/L de As	0,010
3. Bario	mg/L de Ba	0,700
4. Boro	mg/L de B	1 500
5. Cadmio	mg/L de B	1 500
6. Cianuro	mg/L de CN ⁻	0,070
7. Cloro <small>(nota2)</small>	mg/L	5
8. Clorito	mg/L	0,7
9. Clorato	mg/L	0,7
10. Cromo total	mg/L de Cr	0,050
11. Flúor	mg/L de P	1 000
12. Mercurio	mg/L de Hg	0,001
13. Níquel	mg/L de Ni	0,020
14. Nitratos	mg/L de NO ⁻³	50,00
15. Nitritos	mg/L de NO ⁻²	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg/L de Pb	0,010
17. Selenio	mg/L de Se	0,010
18. Molibdeno	mg/L de Mo	0,07
19. Uranio	mg/L de U	0,015

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los planes de adecuación sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mg/L.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mg/L.

Fuente: (D.S. 031-2010-SA, 2011)

2.2.3.1. Vigilancia de la calidad de agua para consumo humano.

La vigilancia de la calidad del agua para consumo humano es realizada por los establecimientos de salud según su categoría. El personal que desarrolla la actividad requiere de capacitación permanente (no menor de 30 horas por año) la capacitación de personal de salud es de responsabilidad del equipo de gestión regional y unidades ejecutoras. La metodología (talleres prácticos), duración y frecuencia depende de los contenidos

temáticos. Como contenido temático mínimo la capacitación debe contener los temas de: Calidad del agua, enfermedades hídricas, saneamiento, evaluación de sistemas, vigilancia sanitaria, fiscalización de la norma sanitaria, impacto en la salud, riesgo sanitario, etc.

2.2.3.2. Monitoreo de parámetros de campo en zona urbana

Comprende evaluar en las redes de distribución de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano el cumplimiento de los valores (LMP) establecidos en la Norma Sanitaria D.S. N° 031-2010. SA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, con respecto a cada parámetro de campo: Cloro Residual Libre, Turbiedad, Conductividad, pH y Temperatura a fin de verificar su inocuidad y aceptabilidad del agua que se suministra a la población. Mediante esta actividad se efectúa el seguimiento de las medidas correctivas y preventivas indicadas en la inspección del sistema, además de tomas de muestras de agua para análisis bacteriológico (siempre y cuando el valor de cloro este por debajo del LMP ($< 0,5$ mg/L) y turbiedad por encima del LMP (>5 UNT), fisicoquímico y de metales pesados (de requerirse). Acciones que son desarrolladas por un profesional competente y/o técnico capacitado acreditado. (Custodio & Llamas, 2004)

2.2.3.3. Inspección sanitaria de sistemas de agua

La inspección sanitaria de un sistema de abastecimiento de agua implica la ejecución de una evaluación de las condiciones físicas de cada uno de los componentes que conforman el sistema de abastecimiento, su estado de higiene, operación y mantenimiento a fin de identificar con antelación los factores de riesgos que conllevan a la contaminación del agua para consumo humano, así como fallas en la operación o mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua. Acciones que son desarrolladas por un profesional competente y/o técnico

capacitado acreditado, cuyos resultados son comunicados al proveedor del sistema para la ejecución de las medidas correctivas y preventivas a fin de eliminar los factores que pongan en riesgo las condiciones de la calidad sanitaria del agua de consumo humano en protección de la salud de las personas.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- Acuífero

Tipo de formación geológica o grupo de formaciones, que almacenan agua y permiten el movimiento de determinado volumen bajo condiciones naturales, suministrando agua en cantidades significativas (Collazos & Montaña, 2012)

- Asentamiento humano

Ocupación de tierra que realizan sin contar con requerimientos mínimos de agua y/o servicios básicos para una calidad de vida adecuada (Organización de las Naciones Unidas , 2016)

- Agua

Se define como un líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas que están formadas por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los 3 organismos vivos (Formula H₂O) (Diccionario de la Real Academia española).

- Agua potable

Agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgada por las autoridades locales e internacionales. (D.S. 031-2010-SA, 2011)

- Agua tratada

Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.

- **Agua de Consumo Humano**

Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal. (D.S. 031-2010-SA, 2011)

- **Agua subterránea**

El agua subterránea o subsuperficial es aquella que se filtra a través de la superficie de la tierra y es almacenada en los espacios porosos de las rocas o materiales aluviales (arcilla, limo, arena y grava), así como en las grietas formadas entre las rocas duras fracturadas. (Yoshinaga, S y Albuquerque, G, 2002)

- **Calidad**

Característica de un producto o servicio que le proporcionan actitud para satisfacer las necesidades del cliente (OMS, 2003).

- **Contaminación**

Son agentes físicos, químicos y biológicos, extraña a la composición natural del producto. (Organización Mundial para la Salud (OMS), 2003)

- **Límite máximo permisible – LMP**

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológico, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. (D.S. 031-2010-SA, 2011)

- **Metal pesado**

Metal que tiene una densidad de 5 o mayor y elevado peso elemental. La mayoría son tóxicos para el ser humano, incluso a bajas concentraciones. (Gilbert & Wendell, 2008)

- **Parámetro**

Una variable, propiedad medible cuyo valor está determinado por las características del sistema en el caso del agua, por ejemplo, estas pueden ser la temperatura, la presión, la densidad, etc. (Gilbert & Wendell, 2008)

- **Zona Rural**

Espacio geográfico no urbano, que se caracteriza por mayores espacios y, generalmente, se relaciona con menores condiciones de tipo económico como sucede con las poblaciones rurales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación geográfica

El estudio se realizó en el pozo de abastecimiento de agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, la cual se encuentra ubicada en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región de Ucayali, una altitud 154 m.s.n.m, con coordenadas UTM: 5 409840 mE; 9 075290 mN.

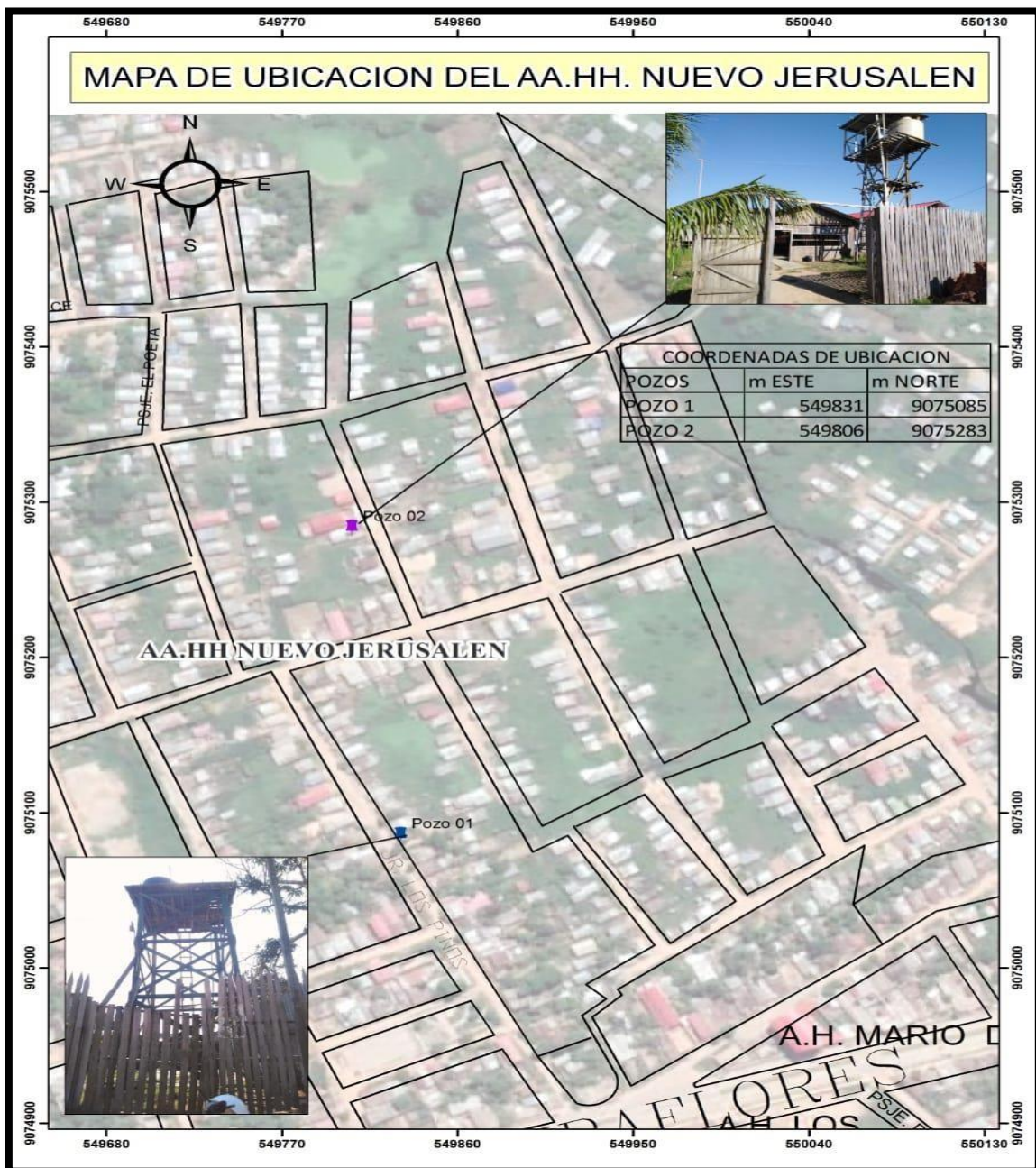


Figura 1. Imagen satelital de ubicación de AA. HH Nuevo Jerusalén.
Fuente: Google Maps

Las coordenadas geográficas de los pozos de muestreo son las siguientes:

Tabla 5. Coordenadas geográficas de los pozos de muestro.

Pozos	Coordenas UTM de los pozos	
	Este (m)	Sur(m)
Pozo N° 01	549831	9 075085
Pozo N° 02	549806	9 075283

3.1.2. Limites

El Asentamiento Humano donde se encuentran ubicados los pozos de muestreo tienen los siguientes límites:

Límites del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén.

Por el norte: AA. HH. Jorge Barrantes

Por el Sur: AA.HH. Mario Dolce

Por el Este: Caño Natural

Por el Oeste: AA. HH. José Olaya

El pozo N° 01 del Asentamiento Humano se encuentra ubicado en el Lote 15 de la Mz “C”, el cual tiene las siguientes colindancias (límites):

- Pozo Tubular N° 01:

Por el Frente: Jr. Los Pinos

Por la derecha: con una vivienda

Por la izquierda: con una vivienda

Por el Fondo: caño natural

El pozo N° 02 del Asentamiento Humano se encuentra ubicado en el Lote 6 de la Mz. “E”, el cual tiene las siguientes colindancias (límites):

- Pozo Tubular N° 02:

Por el Frente: Jr. Los Jardines

Por la derecha: con una vivienda

Por la izquierda: con una vivienda

Por el Fondo: caño natural

3.1.3. Accesibilidad

Se accede a través de la Av. Miraflores respectivamente, se ingresa por un camino afirmado de aproximadamente 300 m hacia el Pozo N°1 del Asentamiento Humano y de igual manera se ingresa por un camino afirmado de aproximadamente 700 m hacia el Pozo N° 2.

3.1.4. Clima

El clima es tropical, con temperatura cálida todo el año, clasificada como clima ecuatorial según el sistema de Köppen. La temperatura promedio es de 26 °C, con picos que pueden alcanzar 34 °C en los días más calurosos. A mediados del 2008, la temperatura alcanzó los 37 °C. Las precipitaciones se producen entre los meses de octubre y diciembre. Durante este período, la temperatura desciende hasta los 21,5 °C aproximadamente. Se han llegado a reportar más de 40 °C, siendo de los registros más calurosos de la selva baja. El caudal de las lluvias llega a alcanzar 1 570 mm. En el 2009 la precipitación máxima fue de 12,2 cm. (marzo) y la mínima de 3,44 cm. (agosto) (MPCP, 2012)

3.1.5. Situación actual de los pozos

a) POZO N° 01

- El pozo de este asentamiento humano se perforó y construyó en el año 2005, mediante financiamiento del Gobierno Regional de Ucayali (GOREU) la profundidad de captación del agua es de 80 metros.
- Cuenta con una capacidad de reservorio de 2 000 litros y hasta la fecha abastece de agua a un total de 30 familias, el cual representa el 17% del total de familias del asentamiento humano.
- El consumo promedio de agua mensual de las 30 familias es de 45 000 litros de agua.
- La altura del reservorio es de 9 m. y el funcionamiento del pozo es a base de energía eléctrica.

- Horas de servicio: 24 horas. - Administrado por el comité de agua del asentamiento humano para el pago de limpieza, mantenimiento y consumo de energía eléctrica.



Figura 2. Pozo de abastecimiento N° 01

b) POZO N° 02

- El pozo de este asentamiento humano se perforó y construyó en el año 2011, mediante financiamiento de la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo (MPCP) la profundidad de captación del agua es de 100 metros.
- Cuenta con una capacidad de reservorio de 2 000 litros y hasta la fecha abastece de agua a un total de 28 familias, el cual representa el 16% del total de familias del asentamiento humano.
- El consumo promedio de agua mensual de las 28 familias es de 42 000 litros de agua.
- La altura del reservorio es de 9 m. y el funcionamiento del pozo es a base de energía eléctrica.

- Horas de servicio: 24 horas. Administrado por el comité de agua del asentamiento humano para el pago de limpieza, mantenimiento y consumo de energía eléctrica.



Figura 3. Pozo de abastecimiento N° 02

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación por su finalidad es aplicada; por su profundidad u objetivo es descriptiva; por el tratamiento de datos es cuantitativa y por el lugar es de Campo y laboratorio

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La presente investigación considera como área de estudio, a la población que consume el agua potable de las dos fuentes subterráneas del AA. HH Nuevo Jerusalén, perteneciente al distrito de Callería, región Ucayali, para la recopilación de datos in situ.

Tabla 6. Población servida en el AA. HH Nuevo Jerusalén 2018.

Nº de Fuente	Nombre del sector	Usuarios	Conexiones activas	Población estimada
1	Pozo N° 01	30 viviendas	30	150
2	Pozo N° 02	28 viviendas	28	140
TOTAL		58 viviendas	58	290

3.3.2. Muestra

Criterios de Selección del número de puntos a muestrear: El número de muestras se estableció en base al criterio del número de pozos encontrados en la zona.

Tabla 7. Cantidad de pozos a muestrear

Tamaño del lote de pozos (N.º DE POZOS)	Cantidad de pozos a muestrear (N.º DE POZOS)
2 a 15	2
16 a 25	3
26 a 90	5
91 a 150	8
151 a 280	13
281 a 500	20

Fuente: (Norma Regional Armonizada CAPRE (Comité Coordinador de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana))

Dentro del AA. HH. Nueva Jerusalén se encuentran 2 pozos de abastecimiento, y siguiendo la norma Regional Amazónica CAPRE, se tomarán como muestra los 2 sistemas de abastecimiento. En las cuales se realizarán 3 mediciones: análisis físico, químico y microbiológico con el fin de obtener confiabilidad y sustentabilidad estadística; incluido el análisis de metales pesados (Hierro), en el cual no se utilizó ningún método estadístico.

3.4. INSTRUMENTOS MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

3.4.1. Materiales

a) Materiales para la encuesta

- Tablero, tamaño A4

- Materiales de escritorio.
- Cámara digital.
- GPS.
- Formatos de recolección de datos

b) Materiales de laboratorio

- Agar plate count,
- Caldo brilla
- Caldo lauril sulfato triptosa
- Caldo M-FC
- AGAR M-FC
- DPD en polvo para cloro libre en muestras de 5ml,
- Cloroplatinato de potasio (K_2PtCl_6)
- Cloruro de cobalto ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- Ácido Clorhídrico (HCl)
- Reactivo para hierro
- Preservante para muestras: Ácido nítrico (HNO_3)

3.4.2. Equipos

a) Equipos de laboratorio para análisis físicos, químicos y microbiológicos:

- Incubadora.
- Horno.
- Balanza analítica.
- Destilador de agua.
- Estufa.
- Bomba de vacío.
- Baño de María.
- Refrigeradora.
- Autoclave.
- Contador de colonias.

- Tubos de Nessler
- Bureta.
- Erlenmeyer.

- Probeta.
- Vasos de precipitación.
- Fiola
- Pipeta.
- Bureta.
- Placas Petri.
- Capsulas de porcelana.
- Equipo de filtración de membrana, incluye: embudo, frasco matraz para filtración, bomba manual, mangueras, pinzas de acero inoxidable.

b) Equipos portátiles para medición de parámetros de campo:

- pH metro
- Turbidímetro digital portátil.
- Multiparámetro
- Colorímetro portátil digital.
- Muestreadores: Frascos de vidrio de 250 mm con tapa rosca, esterilizables; y frascos de plástico de 1 litro, con tapa rosca o hermética.
- Neveras de icopor o poliuretano con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4°C.

3.4.3. Programas

- ArcGIS 10.0
- Google Earth Map source
- SPSS
- Microsoft Excel

3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El procedimiento de recolección de datos consistió en lo siguiente:

3.5.1. Ubicación de las fuentes de agua subterránea utilizadas para consumo humano.

Para ubicar las fuentes de aguas subterráneas utilizadas para consumo humano se tomó la recomendación hecha por la Organización Meteorológica Mundial (1994); que para determinar la calidad de agua recomiendan realizar un inventario de pozos, manantiales, ríos y todas las fuentes que tenga interacción con el acuífero en estudio, así mismo el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, (2007); dentro del esquema general de manejo de recurso hídrico subterráneo considera como primer componente el reconocimiento regional e inventario de pozos.

Los parámetros de análisis se seleccionaron de acuerdo al reglamento de la calidad de agua para consumo humano teniendo como parámetros de control obligatorio:

- Parámetro Físico-Químico
 - Turbiedad
 - Color
 - Temperatura
 - Conductividad
 - Salinidad
 - pH
 - Sólidos totales disueltos
 - Alcalinidad
 - Dureza
 - Calcio
 - Cloruro
 - Sulfato
 - Nitrato
 - Nitrito
 - Hierro

- Manganeso
- Aluminio
- Parámetro Microbiológico
 - Coliformes totales
 - Coliformes termotolerantes
 - Bacterias heterotróficas

3.5.2. Lugar de análisis de muestras

El análisis de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos se efectuó en el laboratorio con los equipos proporcionados por la Empresa Municipal de Agua potable y Alcantarillado de Coronel Portillo (EMAPACOP S.A.)

3.5.3. Método de muestreo

3.5.3.1. Puntos de muestreo

En esta investigación solo se tomarán los puntos de muestreo fijos que están conformados por grifos o caños instalados en puntos determinados de la red primaria de distribución. Lo cual se recolecto de la siguiente manera:

- a) Limpieza del Grifo
 - Remover del grifo todos los dispositivos que puedan producir salpicaduras.
- b) Apertura del Grifo
 - Abrir cuidadosamente el grifo y dejar correr el agua en forma moderada durante 2 a 3 minutos.
 - Realización del análisis de cloro residual.
- c) Toma de muestra
 - Se realiza en frascos estériles los cuales se pueden almacenar por solo 1 mes.
 - Se usan frascos con tiosulfato para muestras con cloro residual (0,25 ml de TS al 3% para 250 ml).
 - Cerrar un poco el grifo.

- Destapar el frasco teniendo cuidado de no tocar la boca del frasco ni la tapa.
- Sostener la tapa de tal forma que no haya contaminación del mismo.
- Se acerca el frasco al chorro de agua sin pérdida de tiempo.
- Dejar un espacio de aire en el frasco para facilitar la agitación en el momento del análisis.
- Si la limpieza parece insuficiente, se puede aplicar Hipoclorito de Sodio (100 mg. Para 1 litro) a la boca del grifo o flamear el mismo.
- Se coloca la tapa con el papel kraft protector y el pabilo.

Los envases y frascos se transportaron en un Koulter de plástico con refrigerante que permite que la muestra se conserve a temperatura de 2 a 8°C. En el interior del Koulter se colocó las muestras etiquetadas con el nombre de muestra de agua y en la parte interior se detalla un formulario con los siguientes datos:

- Identificación del lugar de muestreo
- Lugar de procedencia
- Numero de muestra o código
- Fecha de la toma de muestra
- Hora exacta de la recolección de muestra
- Volumen enviado
- Temperatura
- Nombre y firma de la persona que realizo el muestreo
- Observaciones: (se incluirá alguna característica saltante fuera de lo común).

Las muestras de agua para los análisis microbiológicos serán colectadas en frascos de vidrio con capacidad de 1L. y preservadas a bajas temperaturas en termos con hielo, luego serán llevadas al laboratorio de EMAPACOP.S.A. para su inmediato análisis.

3.5.4. Método de análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

a) Calibración del equipo.

Antes de iniciar los análisis físicos, químicos y microbiológicos el laboratorio de la EMAPACOP S.A procedió a calibrar cada instrumento de medición de acuerdo al manual del usuario.

b) Análisis físico-químico

En el laboratorio de EMAPACOP S.A se utilizó el método que se menciona a continuación:

Tabla 8. Método de laboratorio para análisis físico-químico

PARÁMETROS	MÉTODOS	NTP
Sólidos totales disueltos	Nefelométrico	-

Fuente: (Reglamento de calidad del agua para consumo humano)

c) Método de laboratorio para análisis químico.

Tabla 9. Método de laboratorio para análisis químico

PARÁMETROS	MÉTODOS	EPA
Hierro, Manganeso, Aluminio	Espectrofotometría de absorción	EPA 200.7

Fuente: (Reglamento de calidad del agua para consumo humano)

La metodología usada se basó en los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América. Los resultados obtenidos están dentro del intervalo de confianza del 95%.

d) Análisis microbiológico

El laboratorio de EMAPACOP S.A utilizó los métodos que se menciona a continuación:

Tabla 10. Método de laboratorio para análisis microbiológico.

PARÁMETRO	MÉTODO	NTP
Coliformes Totales	Filtración por membrana	NTP 214.031
Coliformes Termotolerantes	Filtración por membrana	NTP 214.032
Bacterias - Heterotróficas	Conteo directo	-

Fuente: (Reglamento de calidad del agua para consumo humano)

3.5.5. Toma de muestras

Los análisis físico-químico y microbiológico fueron colectadas y preservadas siguiendo la metodología implementada en la EPA 200.7, NTP 214.005 y NTP ISO 5667-3.

- **Análisis Físico - Químico:** Antes de ir al campo se realizó el rotulado de los envases para el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. La información básica registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar. Las muestras de agua fueron colectadas en frascos de plásticos de 1 L y preservados a bajas temperaturas en termos con hielo y otras con 1 ml ácido nítrico (HNO₃) concentrado, luego fueron llevadas al laboratorio de EMAPACOP S.A para su inmediato análisis.
- **Análisis microbiológicos:** Antes de ir al campo se realizó el rotulado de los envases para el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. La información básica registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar. Las muestras de agua para los análisis microbiológicos fueron colectadas en frascos de vidria con capacidad de 1 L. y preservadas a bajas temperaturas en termos con hielo, luego fueron llevadas al laboratorio de EMAPACOP S.A para su inmediato análisis.

3.5.6. Diagrama de flujo de toma de muestra de agua subterránea.

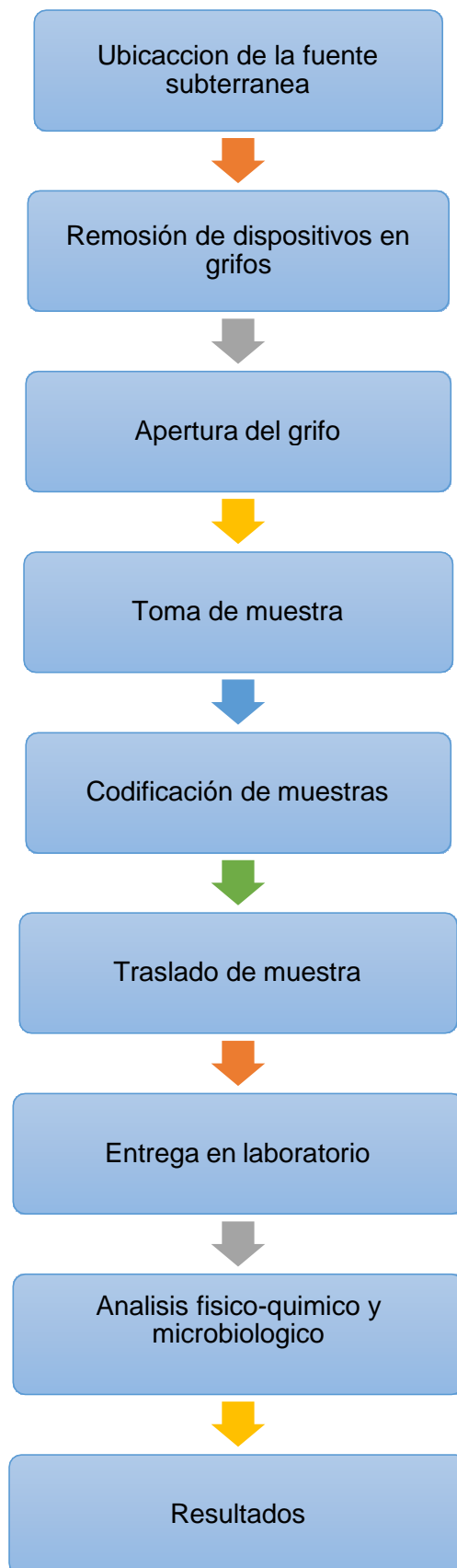


Figura 4. Flujograma de proceso de elaboración del ladrillo ecológico.
Fuente: Elaboración propia

3.6. TRATAMIENTO DE DATOS

- Etapa de gabinete.

Se determinó las pruebas que se realizarán tomando en cuenta el (D.S. 031-2010-SA) Reglamento de calidad del agua para consumo humano y estas se compararán para determinar si estos superan los LMP establecidos.

- Etapa de análisis de datos

Se utilizará el análisis estadístico descriptivo y los datos serán procesados en el programa estadístico SPSS.

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$T = (X - u) / (s / \sqrt{n})$$

Donde:

- X= Media.
- S= Desviación estándar.
- N= Número de la Muestra.
- U= Valor del LMP del parámetro a evaluar.

Para el procedimiento estadística se empleó 6 muestras por 3 repeticiones, haciendo un total de 18 repeticiones.

- Características de las muestras:
 - Número de muestras: 6
 - Número de repeticiones: 3
 - Total: 18

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

A continuación, la presente investigación da a conocer los resultados de las evaluaciones correspondientes a la calidad de agua y el contenido de hierro férrico (Fe^{+3}), consumida en el agua del AA. HH Nuevo Jerusalén y la influencia que esta ejerce en la salud de la población que la consume.

4.1.1. Análisis de calidad de agua.

Tabla 11. Resultados de los Análisis Físico- Químico y Microbiológico de los pozos de abastecimiento del AA.HH. Nueva Jerusalén

Parámetros Analizados	Unidad	Pozo N° 1	Pozo N° 2	Reservorio N° 1	Reservorio N° 2	Vivienda N° 1	Vivienda N° 2	LMP
Cloro Residual	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	> 0,5
Turbiedad	UNT	16,13	20,27	19,70	17,10	8,24	19,55	5
Color	UC	160,50	223,00	196,50	218,50	73,50	126,00	20
pH		7,25	7,19	7,90	7,41	7,32	7,09	7
Temperatura	°C	24,60	24,60	24,80	25,20	25,55	24,85	ND
Conductividad	µS/cm	494,67	378,67	511,33	377,33	505,33	367,67	1 500
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	292,67	220,47	297,33	221,20	290,00	216,57	1 000
Salinidad	Ppt	0,29	0,22	0,30	0,22	0,29	0,22	300
Alcalinidad	mg/L	345,33	265,33	346,67	274,67	349,33	262,67	250
Dureza	mg/L	168,80	122,00	158,00	122,00	154,00	126,00	500
Calcio	mg/L	37,33	96,33	47,67	102,47	44,00	108,33	150
Cloruros	mg/L	32,97	6,30	15,10	5,72	10,33	11,33	250
Sulfatos	mg/L	3,33	5,33	3,67	5,33	2,00	5,00	250
Nitratos	mg/L	0,07	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	50
Nitritos	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,2
Coliformes Totales	UFC	136,50	8,33	110,50	36,67	81,50	82,00	> 1^(*)
Coliformes Termotolerantes	UFC	10,00	1,33	6,50	6,33	1,50	3,00	> 1^(*)
Heterotróficas Viables	UFC	17,50	6,00	17,50	16,67	71,00	35,67	500

Nota 1: En los resultados Microbiológicos, un resultado “< 1” es equivalente a “0” indicando como LMP en el D.S N° 031-2010-SA.

Nota 2: (*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031 - 2010 - SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I y II.

Tabla 12. Resultados de los Análisis de metales pesados de los pozos de abastecimiento del AA.HH. Nueva Jerusalén

Parámetros Analizados	Unidad	Pozo N° 1	Pozo N° 2	Reservorio N°1	Reservorio N°2	Vivienda N° 1	Vivienda N° 2	LMP
Hierro	mg/L	1,11	2,02	1,22	1,08	1,58	1,94	0,3
Manganeso	mg/L	0,66	0,50	0,58	0,37	0,48	0,27	0,4
Aluminio	mg/L	0,00	0,00	0,011	0,0047	0,00	0,00	0,2

Nota: Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031 - 2010 - SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

4.1.1.1. Resultados de análisis físico-químico

En los resultados obtenidos de los pozos de abastecimiento N° 01 y N° 02 del AA.HH. Nuevo Jerusalén se obtuvo que los parámetros físico-químicos concluyendo que *no es apto para el consumo humano*, por no contar con cloro residual libre de acuerdo a lo indicado en la norma técnica sanitaria DS. N° 031-2010-SA. (Reglamento de la calidad del agua para consumo humano) en los siguientes graficas se puede observar los resultados de las pruebas realizadas con las muestras tomadas.

- **Turbiedad**

En la figura 5 nos muestra la turbiedad existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo superan los Límites Máximos Permisible establecidos en el DS. N° 031-2010-SA., siendo del más alto el del Pozo N° 2 (20,27 UNT).

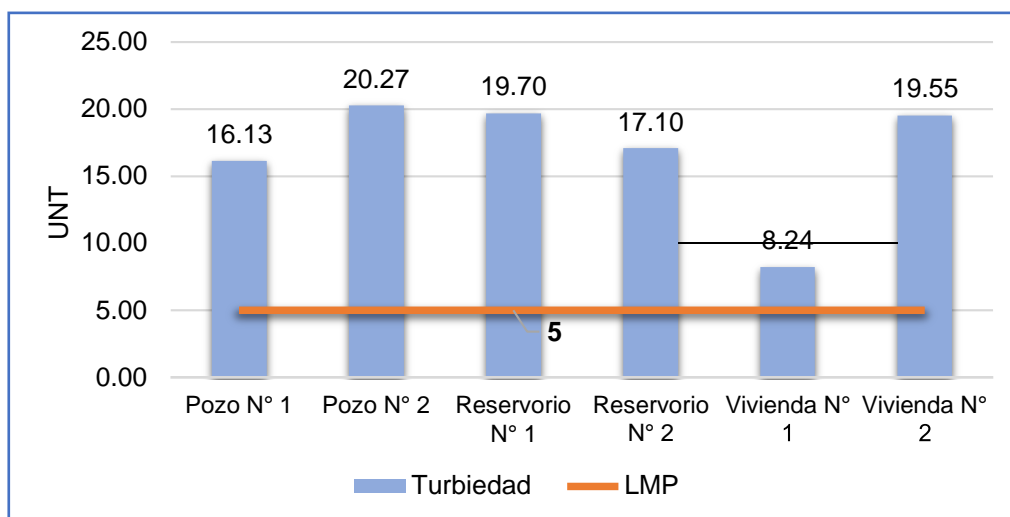


Figura 5. Determinación de Turbiedad.

- **Color**

En la figura 6 nos muestra el color existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 – SA., siendo del más alto el Punto del Pozo N° 2 (223,00 UC).

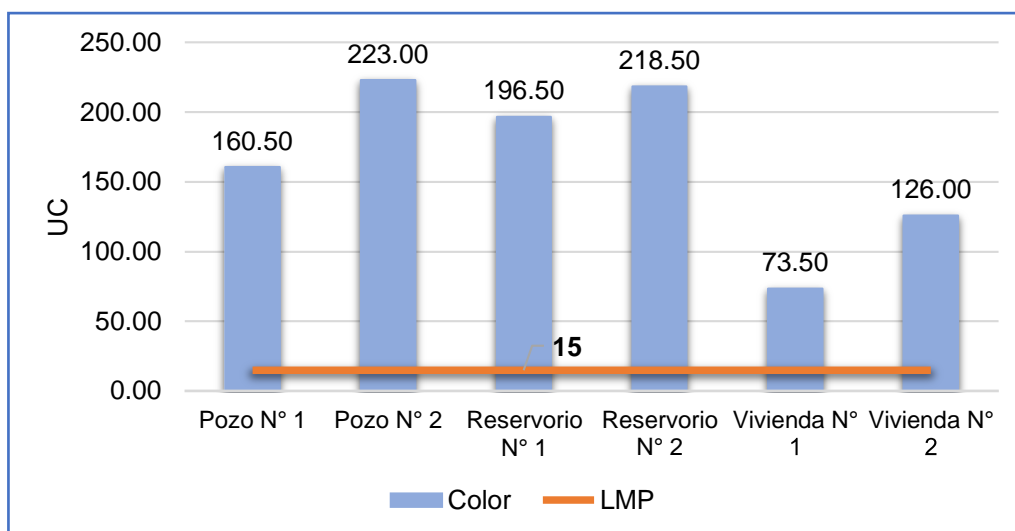


Figura 6. Determinación de Color.

- **pH**

En la figura 7 nos muestra el pH existente en el agua AA. HH. Nuevo Jerusalén es intermedia, ya que todos los puntos de muestreo están dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

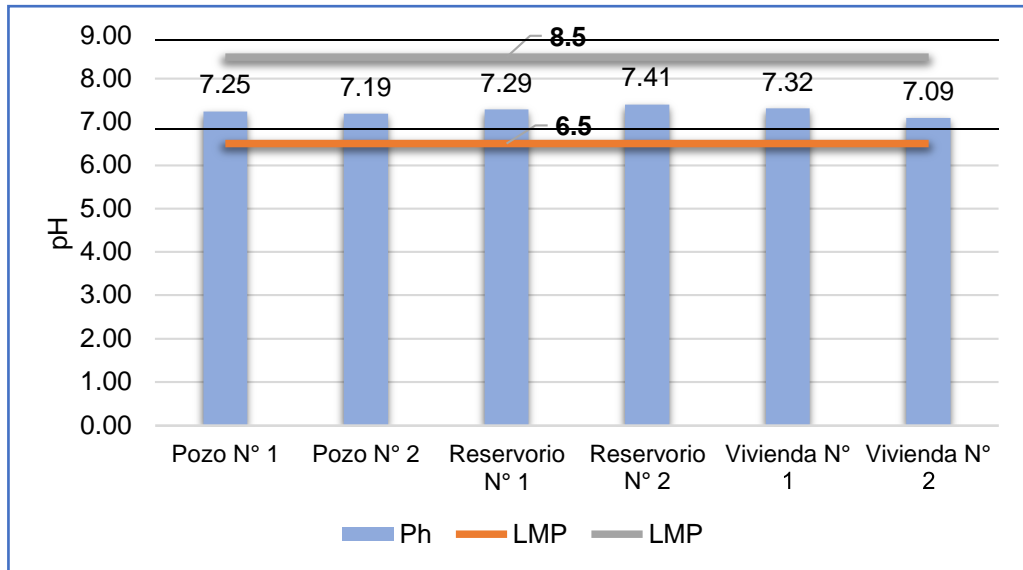


Figura 7. Determinación de pH

- **Temperatura**

En la figura 8 nos muestra la Temperatura existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo poseen una temperatura normal, siendo el más alto el de la Vivienda N° 1 (25,55 °C)

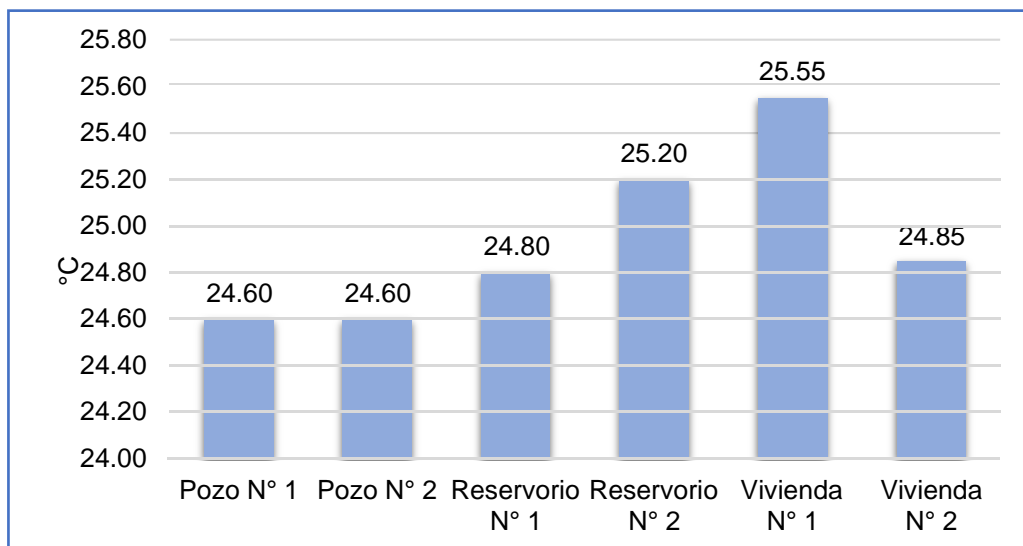


Figura 8. Determinación de Temperatura

- Conductividad

En la figura 9 nos muestra la Conductividad existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que los puntos de muestreo no superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

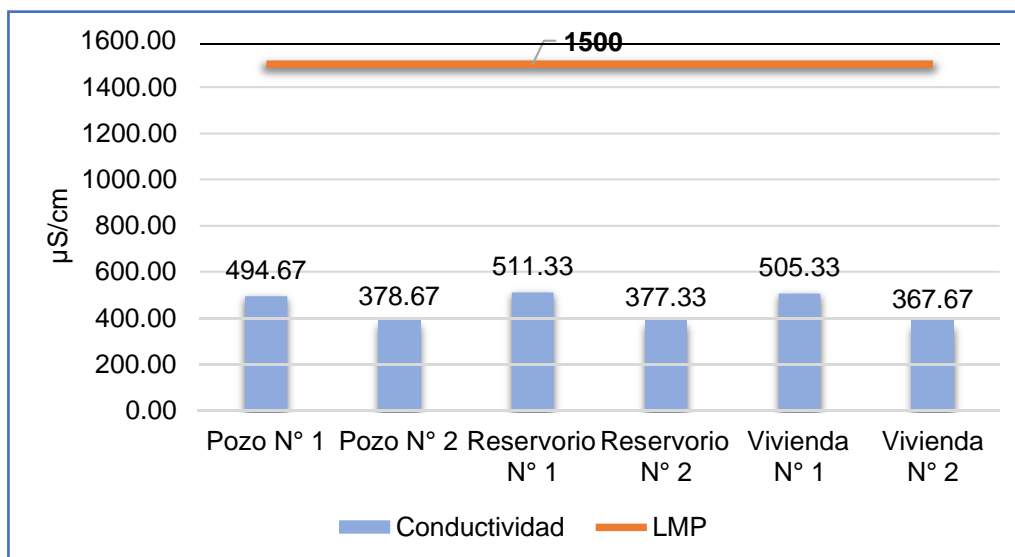


Figura 9. Determinación de Conductividad.

- Salinidad

En la figura 10 nos muestra la Salinidad existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que los puntos de muestreo no superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

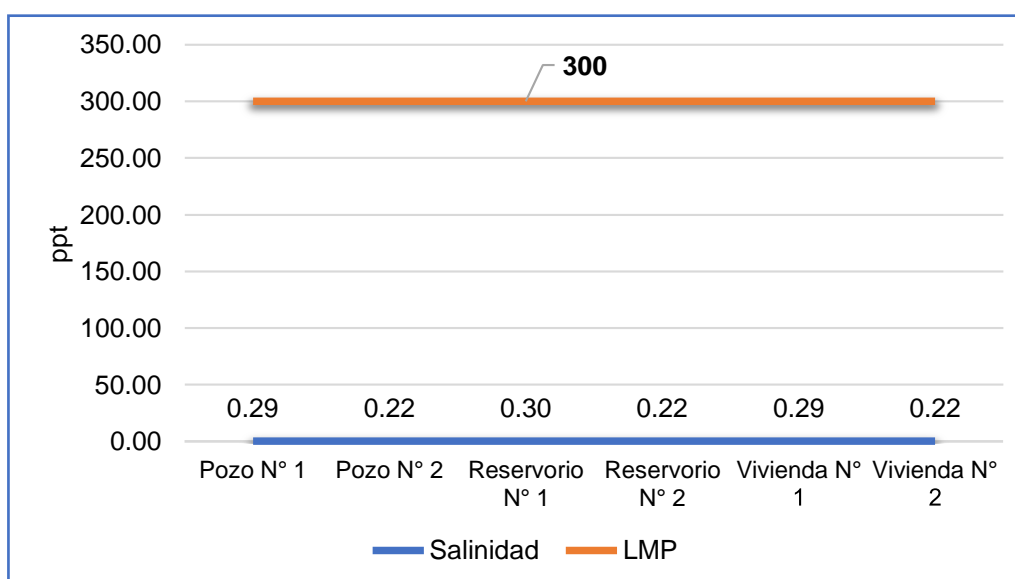


Figura 10. Determinación de Salinidad

- **Sólidos disueltos totales**

En la figura 11 nos muestra los Sólidos Disueltos Totales existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que los puntos de muestreo no los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

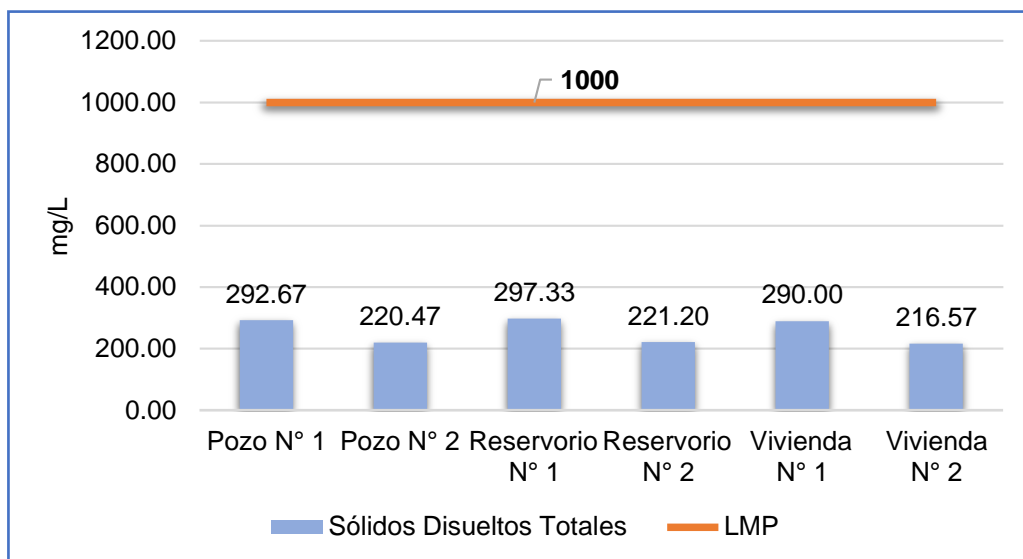


Figura 11. Determinación de Sólidos Disueltos Totales.

- **Alcalinidad**

En la figura 12 nos muestra la alcalinidad existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA., siendo el más alto de la Vivienda N° 2. (349,33 mg/L).

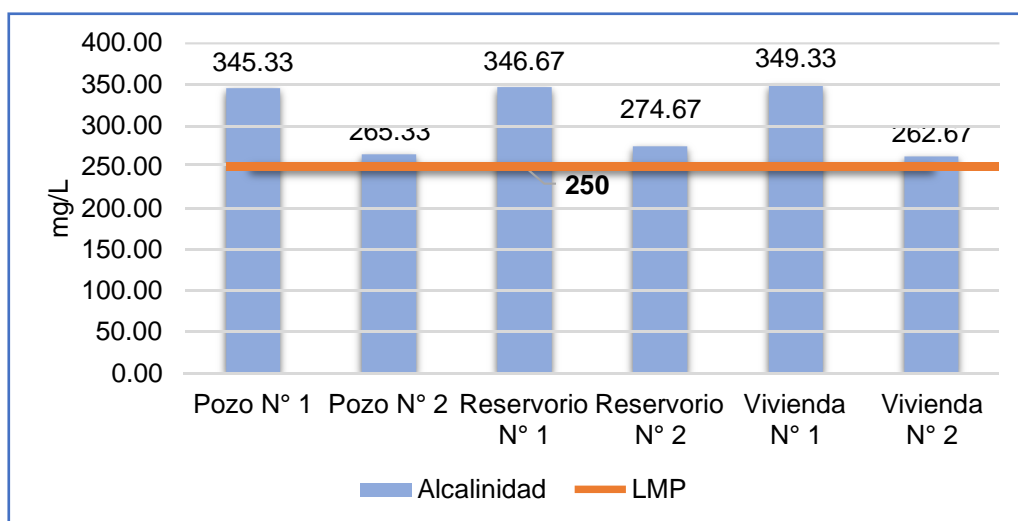


Figura 12. Determinación de Alcalinidad.

- **Dureza**

En la figura 13 nos muestra la dureza existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo del no los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

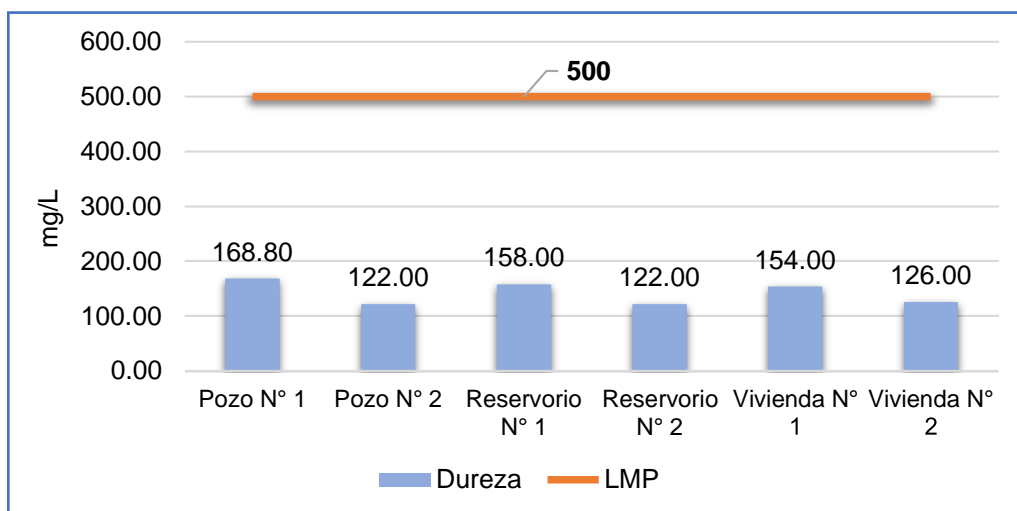


Figura 13. Determinación de Dureza.

- **Cloruros**

En la figura 14 nos muestra el cloruro existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo del no los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031-2010-SA.

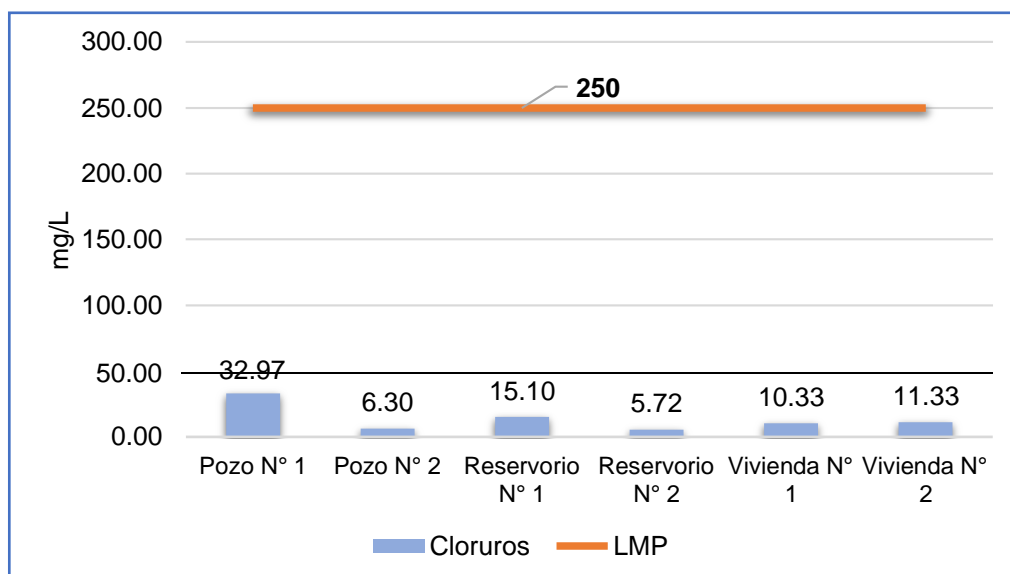


Figura 14. Determinación de Cloruros.

- **Calcio**

En la figura 15 nos muestra el calcio existente en el agua del AA.HH. Nueva Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo del no los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

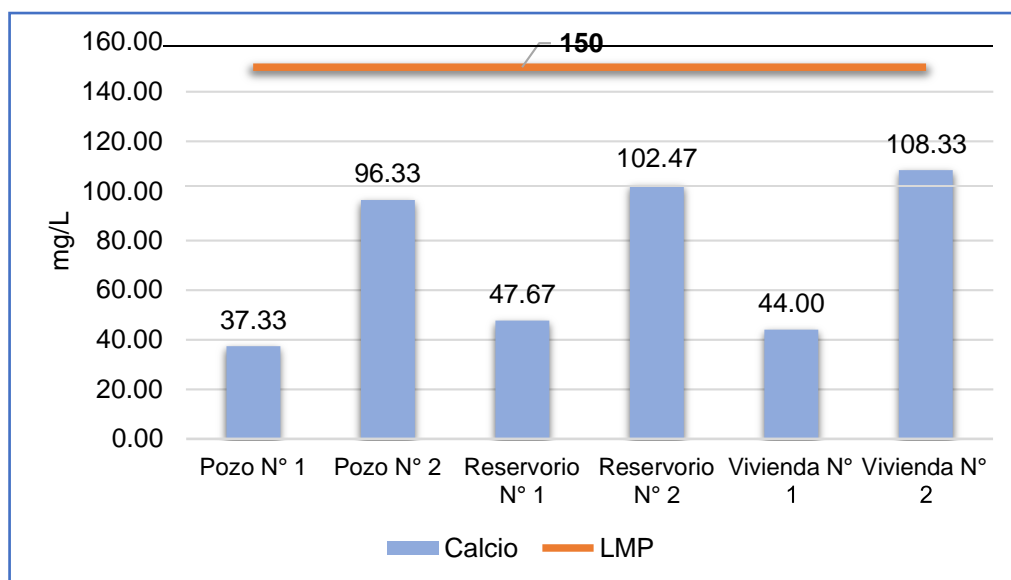


Figura 15. Determinación de Calcio.

- **Sulfatos**

En la figura 16 nos muestra el sulfato existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo no superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

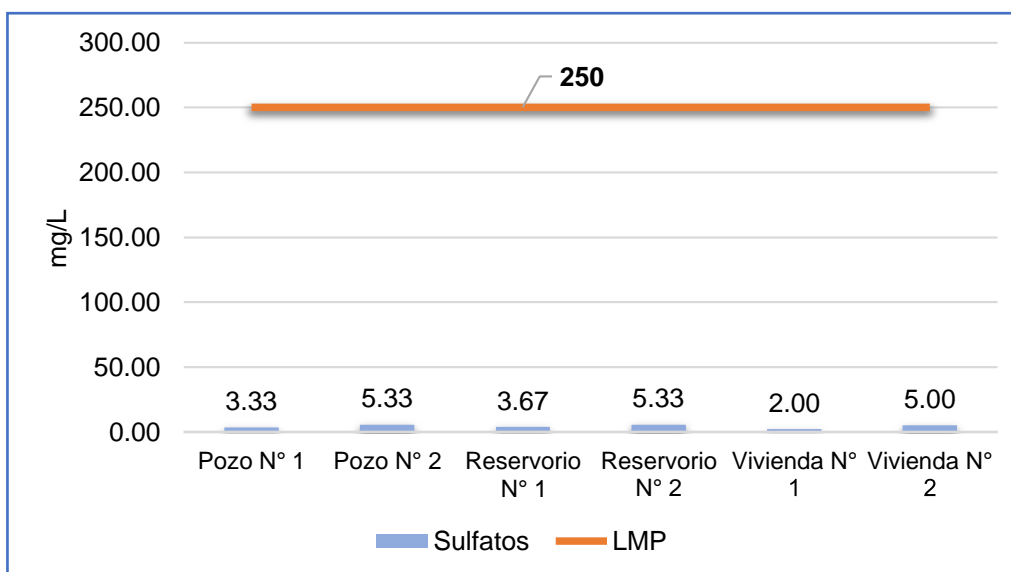


Figura 16. Determinación de Sulfatos

- **Nitratos**

En la figura 17 nos muestra el nitrato existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo no superan los Límites Máximos Permisible del DS. N° 031 - 2010 - SA.

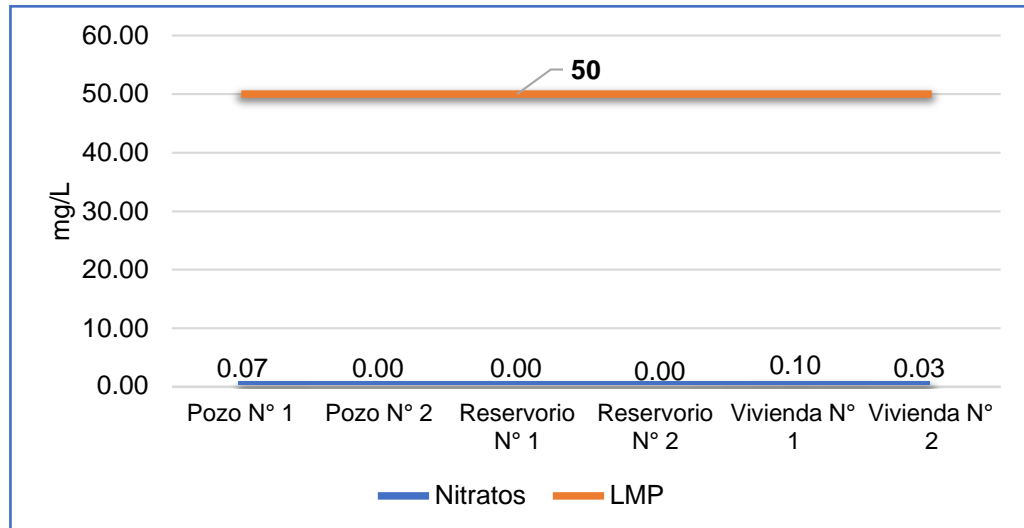


Figura 17. Determinación de Nitratos

- **Nitritos**

En la figura 18 nos muestra el nitrito existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo no superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

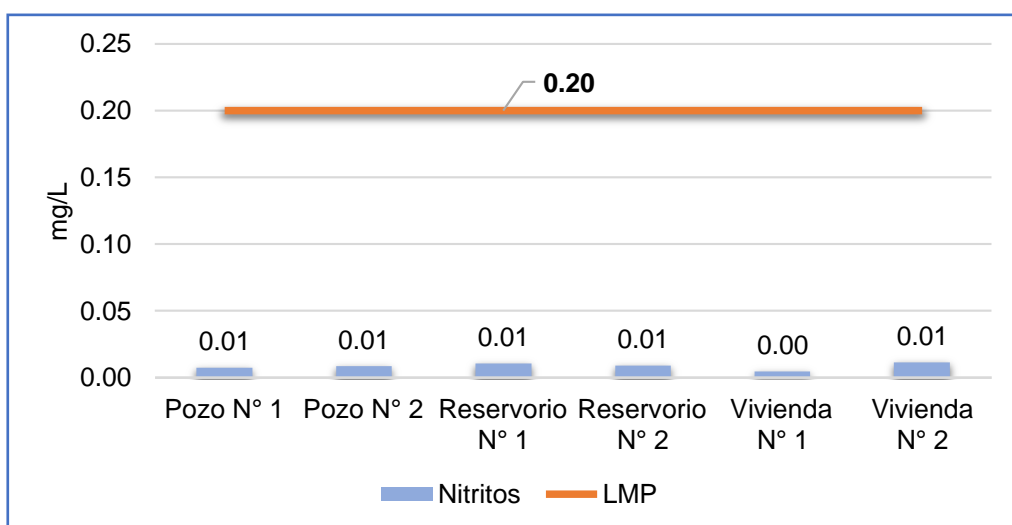


Figura 18. Determinación de Nitritos.

- **Hierro**

En la figura 19 nos muestra el hierro existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA., siendo el más alto del Pozo N° 2. (2,02 mg/L).

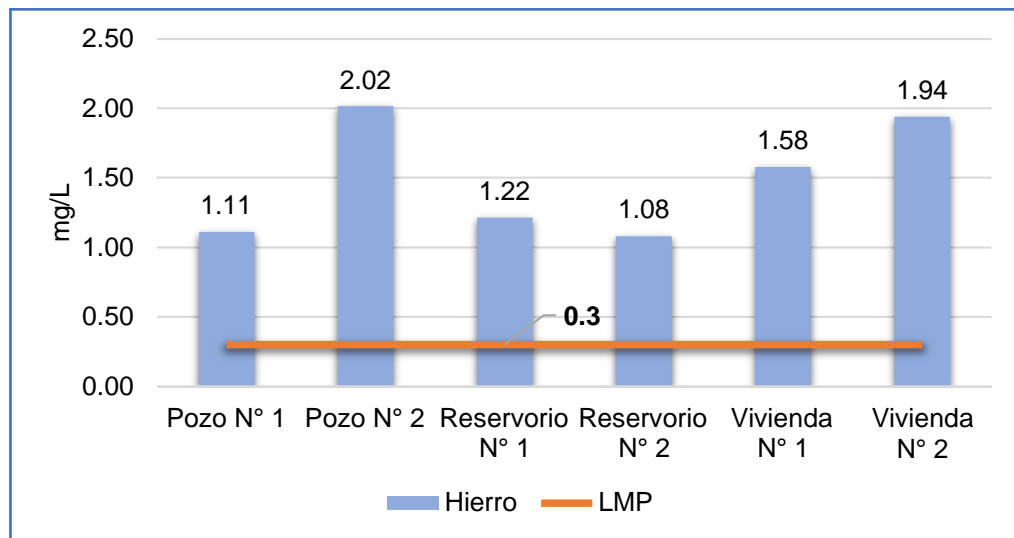


Figura 19. Determinación de Hierro.

- **Magnesio**

En la figura 20 nos muestra el magnesio existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA., siendo el más alto del Pozo N° 1. (0,66 mg/L).

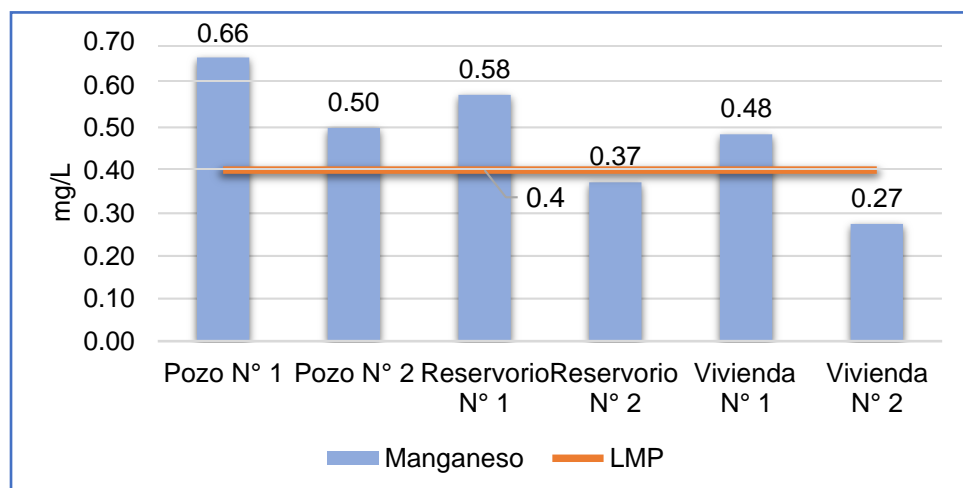


Figura 20. Determinación de Magnesio

- **Aluminio**

En la figura 21 nos muestra el aluminio existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo no superan Límites Máximos Permisible establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

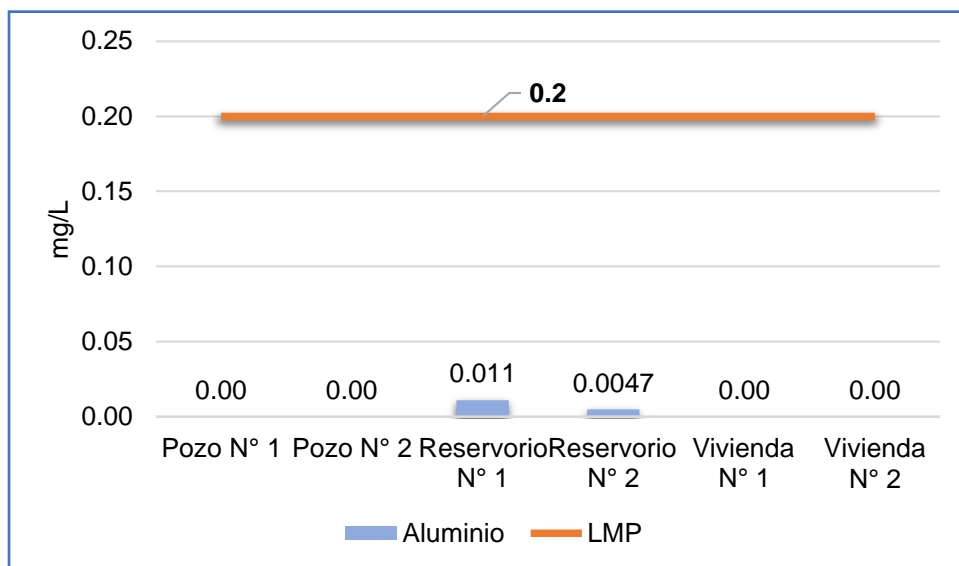


Figura 21. Determinación de Aluminio

4.1.1.2. Resultados de análisis Microbiológicos

En los resultados obtenidos de los pozos de abastecimiento N° 01 y N° 02 del AA.HH. Nuevo Jerusalén se obtuvo que los parámetros microbiológicos los cuales 2 de ellos sobrepasan los límites permisibles para el consumo humano, de acuerdo a lo indicado en la Norma Técnica Sanitaria DS. N° 031-2010-SA. (Reglamento de la calidad del agua para consumo humano) en los siguientes graficas se puede observar los resultados de las pruebas realizadas con las muestras tomadas.

- **Coliformes totales**

En la figura 22 nos muestra los coliformes Totales existentes en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo superan los Límites Máximos

Permisibles establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA., siendo el más alto del Pozo N° 1. (136,50 UFC).

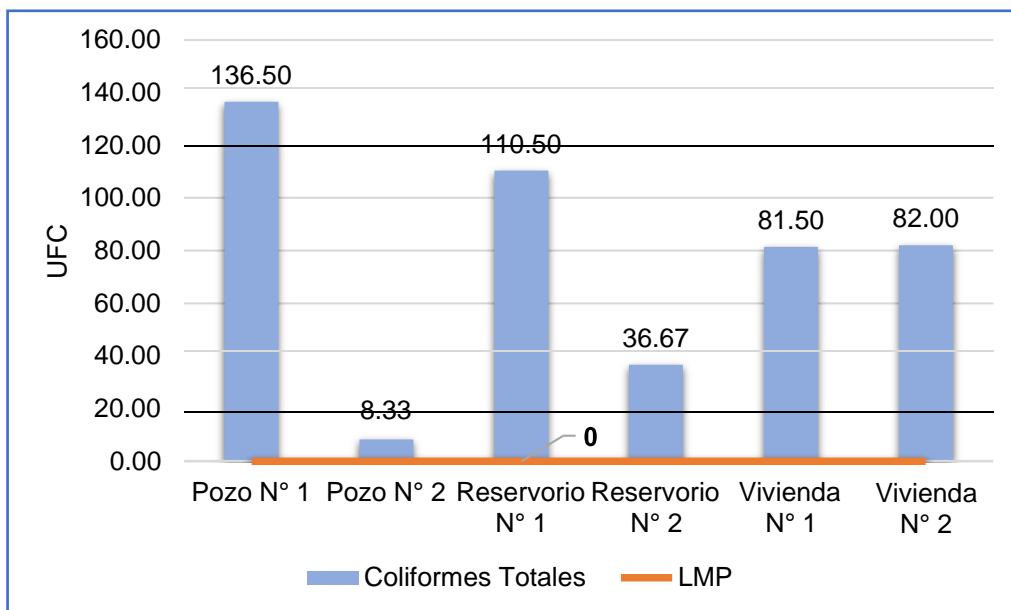


Figura 22. Determinación de Coliformes totales.

- **Coliformes Termotolerantes**

En la figura 23 nos muestra los coliformes Termotolerantes en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 031-2010-SA, siendo el más alto del Pozo N° 1. (10,00 UFC).

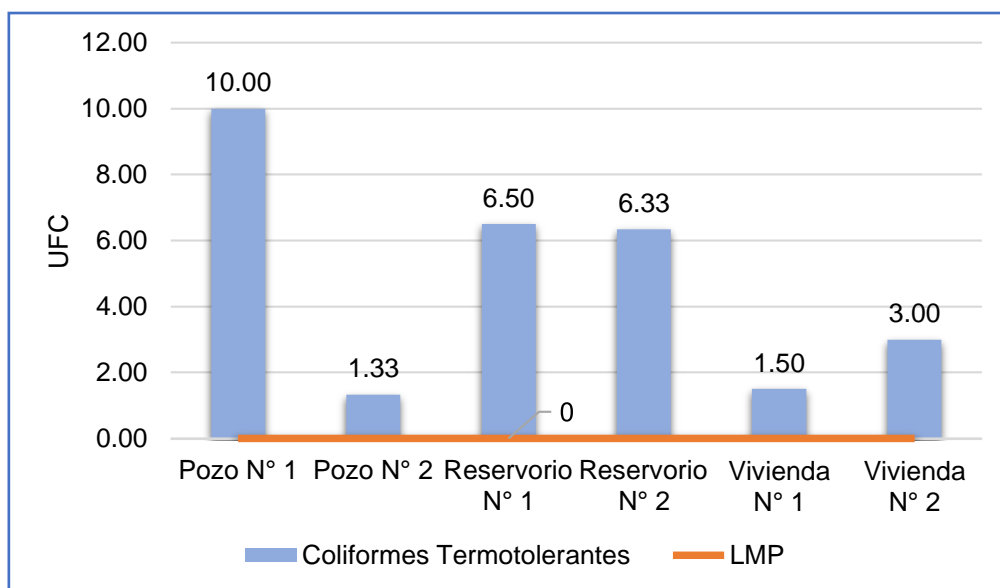


Figura 23. Determinación de Coliformes Termotolerantes.

- **Heterotróficas viables**

En la figura 24 nos muestra Heterotróficas viables existente en el agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, el cual nos indica que todos los puntos de muestreo no superan Límites Máximos Permisible establecidos en el DS. N° 031 - 2010 - SA.

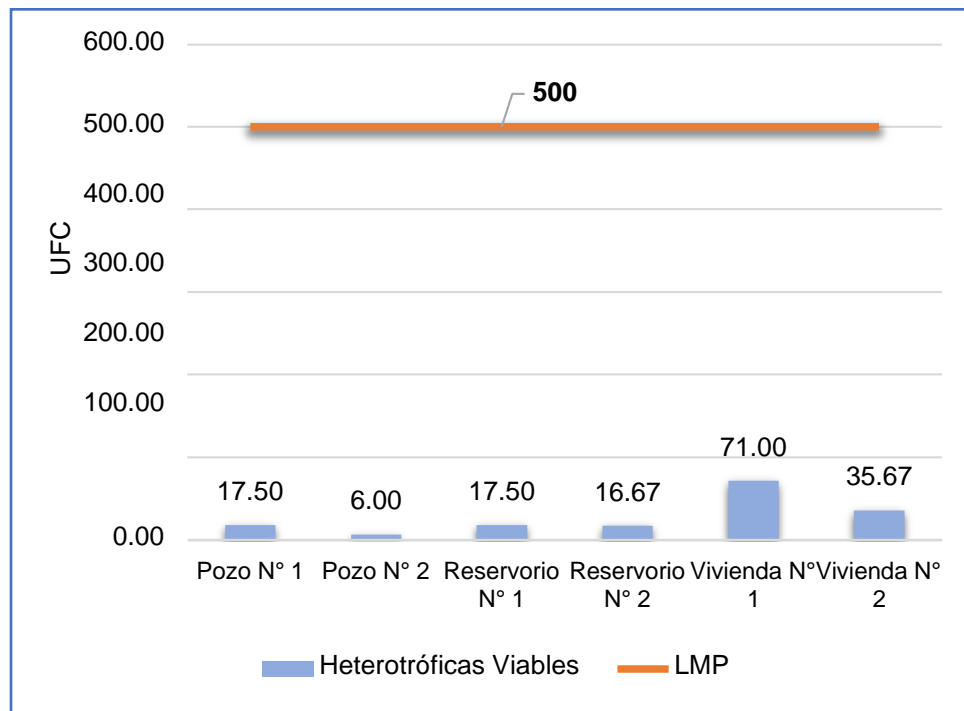


Figura 24. Determinación de Heterotróficas Viables.

4.1.2. Influencia del Hierro en la salud

Tabla 13. Resultado de la encuesta del consumo de agua AA.
HH. NuevaJerusalén

ENCUESTA DE CONSUMO DE AGUA						
	Lo bebe como llega	Hervida	Clorada	Lo filtran	Compran agua de mesa	TOTAL
1. El agua como lo consumen los miembros de tu hogar	23	31	5	0	13	72
	31,9%	43,1%	6,9%	0%	18,1%	100%
	SI	No				TOTAL
2. A causa del agua ha adquirido alguna enfermedad	62	10				72
	86,1%	13,9%				100%
	Infección intestinal	Dolor abdominal	Alergia	Parásitos	Cólicos	TOTAL
3. Si respuesta es SI, cual fue la enfermedad	20	13	8	16	5	62
	32,3%	21%	12,9%	25,8%	8,1%	100%
	Niños	Adultos	Gestante	Adulto mayor		TOTAL
4. De las personas que se enfermaron fueron	39	4	1	18		62
	62,9%	6,5%	1,6%	29%		100%
	Cocinar y/o beber	Aseo personal y limpieza	Todas las anteriores			TOTAL
5. Del agua que Ud. recibe, que uso le da	0	13	59			72
	0%	18,1%	81,9%			100%

Los datos obtenidos de la encuesta a los pobladores del AA. HH Nueva Jerusalén es el efecto obtenido de las evaluaciones de la calidad de agua y su contenido de hierro férrico (Fe^{+3}) y como afecta a la población que lo consume. Se profundiza los resultados en los siguientes análisis:

4.1.2.1. Influencia del Hierro Férrico (Fe^{+3}) en el agua de consumo humano

Con respecto a la encuesta realizada se detalla a continuación:

Tabla 14. Consumo de agua en el hogar.

¿El agua como lo consumen los miembros de tu hogar?

		N	Válidos	72		
			Perdidos	0		
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válidos	Lo beben como llega Hervida	23	31,9	31,9	31,9	
		31	43,1	43,1	75,0	
	Clorada	5	6,9	6,9	81,9	
	Compran agua de mesa	13	18,1	18,1	100,0	
Total		72	100,0	100,0		

De los resultados observamos que las familias no tratan el agua que consumen y como efecto pueden adquirir enfermedades relacionadas con ella.

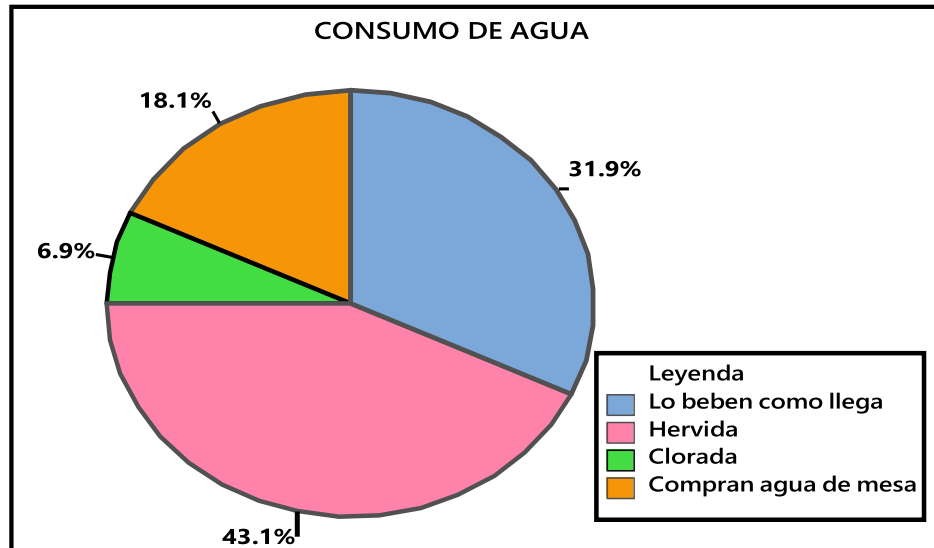


Figura 25. Porcentaje del consumo de agua en el hogar.

Tabla 15. Enfermedad adquirida por consumo del agua.

¿A causa del agua ha adquirido alguna enfermedad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	62	86,1	86,1	86,1
	No	10	13,9	13,9	100,0
	Total	72	100,0	100,0	

Debido a la falta de conocimiento en tratamiento de agua para consumo humano la gran mayoría de los encuestados se enfermaron por esta razón.

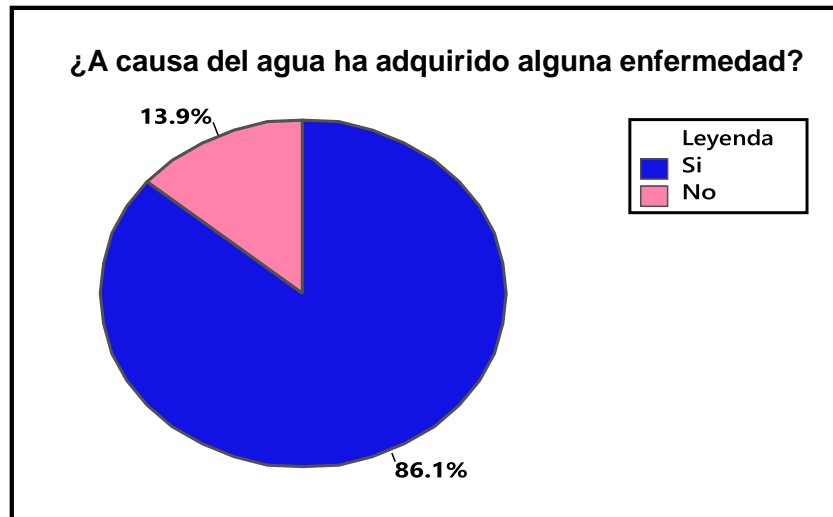


Figura 26. Porcentaje de afección por consumo de agua.

Tabla 16. Tipos de enfermedades ocasionadas por consumo de agua.

¿Si respuesta es SI, cual fue la enfermedad?

N	Válidos	62
	Perdidos	10

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Infeción intestinal	20	27,8	32,3	32,3
	Dolor abdominal	13	18,1	21,0	53,2
	Alergia	8	11,1	12,9	66,1
	Parásitos	16	22,2	25,8	91,9
	Cólicos	5	6,9	8,1	100,0
	Total	62	86,1	100,0	
Perdidos	Sistema	10	13,9		
Total		72	100,0		

La enfermedad más común detectada en los encuestados por efecto del consumo del agua fue infección intestinal seguida por parásitos, esto probablemente por la presencia de Coliformes presentes en el agua que superan los LMP.

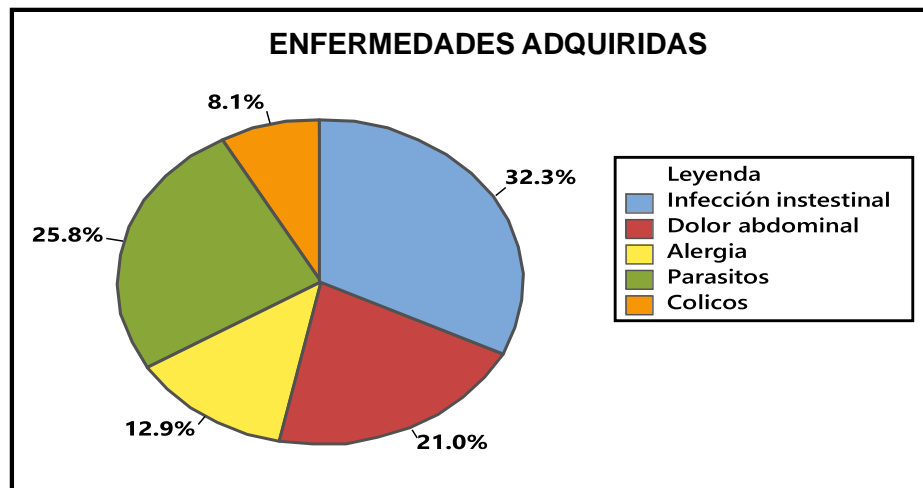


Figura 27. Tipos de enfermedades ocasionadas por consumo de agua.

Tabla 17. Personas que se enfermaron por consumo de agua.

De las personas que se enfermaron fueron

N	Válidos	62
	Perdidos	10

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Niños	39	54,2	62,9	62,9
	Adultos	4	5,6	6,5	69,4
	Gestantes	1	1,4	1,6	71,0
	Adulto mayor	18	25,0	29,0	100,0
Perdidos	Total	62	86,1	100,0	
	Sistema	10	13,9		
Total		72	100,0		

Los más afectados fueron los niños y adultos mayores, puesto que son más vulnerables a infecciones y enfermedades.

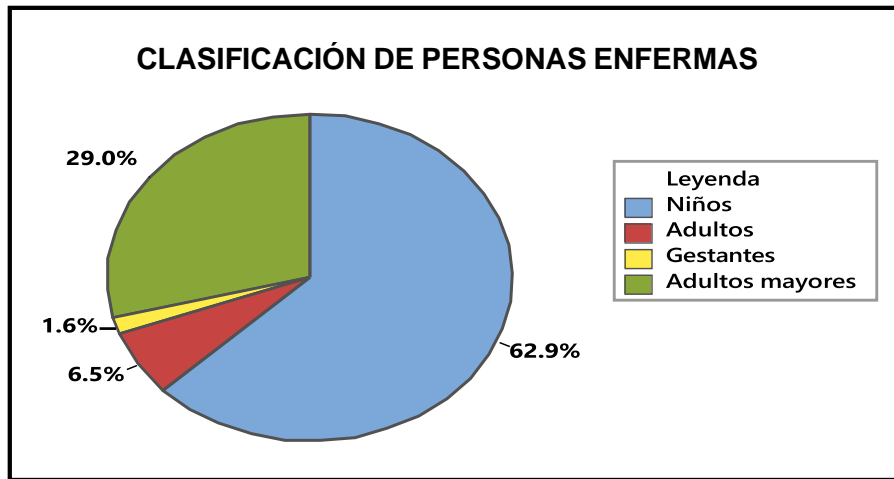


Figura 28. Porcentaje de personas que se enfermaron por consumo de agua.

Tabla 18. Uso diario del agua.

Del agua el que usted recibe, que uso le da

N	Válidos	72
	Perdidos	0

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Aseo personal y limpieza	13	18,1	18,1	18,1
	Todas las anteriores	59	81,9	81,9	100,0
	Total	72	100,0	100,0	

El agua que se distribuye en el AA. HH Nueva Jerusalén, los pobladores lo usan para tanto para aseo personal hasta preparación de los alimentos.

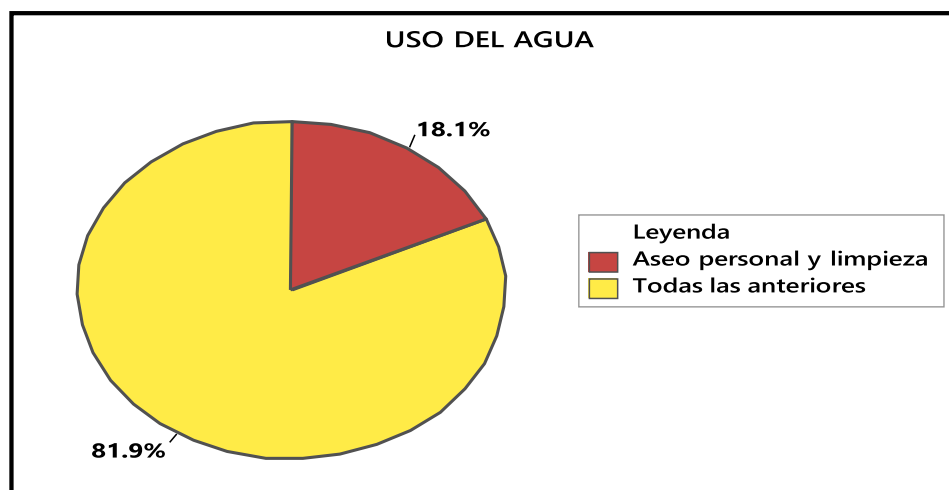


Figura 29. Porcentaje del uso diario del agua.

4.1.2.2. Efecto del Hierro Férrico (Fe^{+3}) en la salud de la población y la cantidad presente en el agua comparando con LMP

Como se describió cuadros anteriores los efectos negativos en la salud de los encuestados a causa del consumo de agua que se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 19. Efecto de la salud por consumo de agua en el AA. HH Nueva Jerusalén.

Obtuvieron alguna enfermedad por consumo de agua

SI	No	TOTAL
62	10	72
86,1%	13,9%	100%

Enfermedades presentadas

Infección intestinal	Dolor abdominal	Alergia	Parásitos	Cólicos	TOTAL
20	13	8	16	5	62
32.3%	21,0%	12,9%	25,8%	8,1%	100%

Del total de los encuestados (72 pobladores) los que obtuvieron enfermedad por consumo de agua fueron el 86,1% (62 pobladores) debidamente por no tratar al agua debidamente para ser consumida.

Tabla 20. LMP del Hiero en el agua según D.S. N° 031-2010- S.A.

Descripción	Unidad	Pozo	Pozo	Reservorio	Reservorio	Vivienda	Vivienda	LMP
		N° 1	N° 2	N°1	N°2	N° 1	N° 2	
Hierro	mg/L	1,11	2,02	1,21	1,08	1,58	1,94	0,3

El Hierro Férrico (Fe^{+3}) en los pozos de agua para consumo humano del AA.HH. Nuevo Jerusalén se encuentra por encima los LMP establecido según el D.S. N° 031-2010- S.A, esto se refleja en el efecto negativo en la salud de los pobladores que lo consume, siendo mucho más agresivo el efecto cuando lo consumen sin antes ser tratada el agua.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Resultados microbiológicos

Coliformes totales, Coliformes termo tolerantes y Bacterias heterotróficas viables

En la figura 22, 23 y 24 se puede apreciar que los parámetros microbiológicos del pozo del AA.HH. Nuevo Jerusalén teniendo 6 puntos de muestreo en las cuales se nota que sobrepasan los valores establecidos en el reglamento de la Calidad de Agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA. Esto se debe a que en el AA. HH existe un sistema de desagüe: la falta de este servicio y el uso de letrinas causan alteraciones en las composiciones microbiológicas de la calidad de agua y la vuelve no apta para el consumo humano

La presencia de Coliformes Totales y Termo tolerantes, debe ser considerada con mucha atención, ya que alcanzan muy altos los cuales son preocupantes, sobre todo por los efectos de ellos en la salud de la población.

La presencia de coliformes totales es debido a menor profundidad y mayor antigüedad, esto corrobora con (Apolinario, B; Araujo, M., 2018) quienes mencionan que a mayor profundidad menor presencia de coliformes y a menor profundidad mayor presencia de esta.

4.2.2. Resultados fisico-químico

- **Turbiedad (UNT).**

En la figura 5 se puede apreciar que los valores de turbidez en los puntos de muestreos oscilan entre 8,24 UNT y 20,37 UNT los cuales sobrepasan el Límite máximo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA equivalentes a 5 UNT (unidades nefelométricas)

- **Color (UNT).**

En la figura 6 se puede apreciar que los valores de color en los puntos de muestreos oscilan entre 73,50 UC y 223,00 UC los cuales sobrepasan el Límite máximo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA equivalentes a 15 UC. El color del agua se debe a la presencia de materia orgánica natural (MON) como son las sustancias húmicas (SH) procedentes de los ácidos húmicos y fúlvicos, así como por la presencia de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre, que se encuentran disueltos o en suspensión.

- **Potencial de Hidrógeno (pH).**

En la figura 7 se puede apreciar que los pozos muestreados tienen un pH que oscilaron de 7,09 a 7,41. Ambos rangos se encuentran dentro del rango de los valores normales de pH establecidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano: DS. N° 031-2010-SA (6.5 a 8.5). Asimismo, se puede observar que el valor máximo es neutro.

- **Temperatura (°C)**

En la figura 8 se puede apreciar que la temperatura medida en el agua subterránea osciló entre los 24.,60 a 25,55° C. Estas temperaturas son por lo general el reflejo de la temperatura media anual del lugar

- **Conductividad.**

En la figura 9 se puede apreciar que la Conductividad presente en los puntos de muestras de agua cuyo valor es menor a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valor considerado por el reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable, estos valores obtenidos oscilaron entre 377,33 y 511,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La conductividad en el agua subterránea está asociada a los iones disueltos presentes tales como: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , K^+ , Na^+ , Mg^{+2} , y Ca^{+2} , los que pueden agruparse y tratarse como sólidos totales disueltos (STO).

El agua natural no contaminada puede tener una conductividad comprendida entre 50 y 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las naturales mineralizadas entre 500 y 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ incluso podrían reportarse valores hasta de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y reportarse como aguas dulces (Custodio & Llamas, 2004)

- **Salinidad**

En la figura 10 se muestra los resultados obtenidos cuyos valores oscilan 0,22 y 0.30 ppt, estos resultados son menores a 300 ppt, valor considerado por el reglamento de Calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable.

La alta salinidad está ligada a altas concentraciones de cloruros, sulfatos así como excesiva dureza por la presencia de calcio y magnesio en altas concentraciones. También a mayor salinidad, mayor es la probabilidad de presencia de contaminantes (flúor, arsénico, metales pesados), (FESTA HIDROGEL, 2014).

- **Sólidos Disueltos Totales (SDT).**

En la figura 12 se puede apreciar que los SDT de los puntos muestreados que oscilan de 216,57 y 297,33 mg/L las cuales se encuentran en concentraciones menores a 300 mg/L, por lo tanto, son bajos en referencia a los límites máximos admitidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031- 2010-SA.

Los SDT en su mayor parte están compuestos por pequeñas cantidades de materia orgánica y sales inorgánicas entre ellas HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , K^+ , Na^+ , Mg^{+2} , y Ca^{+2} , los que influyen en el sabor, dureza, propiedades corrosivas e incrustación.

Los efectos relevantes de los sólidos en el agua es el sabor si se presentan en altas concentraciones, y otorgan un sabor insípido en niveles extremadamente bajos; de ahí surge que cuando hay menos de 300 mg/L se

consideran aguas de un excelente estado para el consumo humano, e inaceptables a mayores de 1 000 mg/L (Custodio & Llamas, 2004)

- **Alcalinidad**

En la figura 12 se puede apreciar que la alcalinidad presente en los puntos de muestreo que oscilan entre 262,67 y 349,33 mg/L los cuales son mayores a 250 mg/L, valor considerado por el reglamento de calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable, estos oscilaron entre 250 mg/L.

En la mayoría de las aguas naturales la alcalinidad está producida prácticamente por los iones carbonato y bicarbonato aunque, en ocasiones otros ácidos débiles como el silícico. fosfórico. bórico y ácidos orgánicos pueden contribuir de forma notable al desarrollo de esta propiedad. El valor de TAC está comprendido por lo común entre 100 y 300 mg/L. (IGME, 2010).

- **Dureza**

En la figura 13 se puede apreciar la dureza presente en los puntos de muestra que oscilan de 122,00 a 168,80 mg/L, los resultados son menores a 500 mg/L valor considerado por el reglamento de calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable.

La dureza de un agua mide la capacidad de ésta para consumir jabón o producir incrustaciones. Aunque en la reacción con jabón para producir compuestos insolubles Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, etc. actualmente la dureza se define en términos de contenido en Ca y Mg (dureza total). (IGME, 2010).

- **Cloruro**

En la figura 14 se puede apreciar el cloruro presente en los puntos de muestra que oscilan de 5,72 a 32,97 mg/L, resultados son menores a 250 mg Cl⁻, valor considerado por el reglamento de calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable.

El agua de lluvia puede ser una fuente importante de ion Cl⁻, pero la concentración de Cl⁻ en el agua de lluvia disminuye rápidamente tierra adentro (IGME, 2010).

- **Calcio**

En la figura 15 se puede apreciar el calcio presente en los puntos de muestra que oscilan de 37,33 a 108,33 mg/L, resultados son menores a 150 mg Ca, valor considerado por el reglamento de calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable.

El calcio en el agua se encuentra en mayor cantidad que el magnesio siendo, salvo en raras excepciones, el catión más abundante. A las aguas pasa por simple disolución, cuando tiene su origen en los yesos o los silicatos, o bien por ataque de las calizas o dolomitas, por la acción del anhídrido carbónico. (Badilla, H; Viquez, C; Zamora E., 2005)

- **Sulfato.**

En la figura 16 se puede apreciar los sulfatos presentes en los puntos de muestra que oscilan de 2,00 a 5,33 mg/L SO₄, estos resultados son menores a 250 mg/L SO₄, valor considerado por el reglamento de calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031 -2010-SA como el máximo admitido para agua potable.

Los sulfatos sirven como fuente de oxígeno a las bacterias, en condiciones anaeróbicas, convirtiéndose en sulfuro de hidrogeno. Pueden ser producidos por oxidación bacteriana de los compuestos azufrados reducidos, incluyendo sulfuros metálicos y compuestos orgánicos (Catalán Lafuente, 1990).

- **Nitrato**

En la figura 17 se puede apreciar los nitratos presentes en los puntos de muestra que oscilan de 0,00 a 0,10 mg/L NO₃, estos resultados son menores a 50 mg/L NO₃, valor considerado por el reglamento de Calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable.

Los niveles naturales de nitratos en las aguas subterráneas son generalmente muy bajas (típicamente menor de 10 mg/L NO₃), Los nitratos generalmente se mueven lentamente en el suelo y las aguas subterráneas: existe un lapso de tiempo de aproximadamente 20 años entre la actividad de

contaminación y la detención de contaminantes en el subsuelo y aguas subterráneas (Lenntech, 2015)

- **Nitrito**

En la figura 18 se puede apreciar los nitritos presentes en los puntos de muestra que oscilan de 0,00 a 0,01 mg/L NO₂, siendo casi nula al valor 0,20 mg/L NO₂, valor considerado por el reglamento de Calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable.

En el ambiente nitrito (NO₂) generalmente se convierte a nitrato (NO₃), que significa que nitrito ocurre raramente en aguas subterráneas. Aunque nitrito es muy poco común en aguas subterráneas, es generalmente asumido que casi todo el nitrato más nitrito está en la forma de nitrato (W. Adam Sigler, 2015).

- **Hierro (Fe⁺³) Magnesio (Mg), Aluminio (Al),**

En la figura 19, 20, se puede apreciar que las concentraciones de Fe⁺³, Mg en el agua subterránea de los puntos de muestra que se encuentran están por encima del LMP establecidos en el reglamento de calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031- 2010-SA, esto nos indica que el agua potable está contaminada con Hierro y Magnesio siendo un riesgo para la salud de las personas del AA. HH. Nuevo Jerusalén.

El hierro está presente en los puntos muestreados y la mayor concentración se encuentra en el pozo N° 02 (2,02 mg/L), así mismo la mayor concentración de turbiedad 20,27 UTM, esto demuestra una relación directamente proporcional entre el hierro y la turbiedad: a > Fe > Turbiedad y a < Fe < turbiedad, el cual coincide con (Apolinario, B; Araujo, M., 2018) al mencionar que existe una relación directamente proporcional de color, hierro y turbiedad los cuales guardan la siguiente relación a > color > hierro > turbiedad y a < color < hierro < turbiedad.

También se puede observar que el hierro está presente en los 2 pozos y en las concentraciones de 1,11 mg/L⁻¹ y 2,02 mg/L⁻¹ a una profundidad de 80m y 100m respectivamente, esto demuestra que la profundidad es inversamente

proporcional al hierro: a > profundidad < Fe y a < profundidad > Fe, estos resultados coinciden con los resultados obtenidos por (Apolinario, B; Araujo, M., 2018)

Las concentraciones de magnesio encontrados en los pozos muestreados son altas (0,66 mg/L⁻¹ y 0,50 mg/L⁻¹) a una profundidad de 80m y 100m respectivamente, esto demuestra que la profundidad es inversamente proporcional al manganeso: a > profundidad < Mn y a < profundidad > Mn; esto es corroborado por (Canepa, L., 2004) quien menciona que la presencia del Mn no es común en el agua, pero cuando se presenta, por lo general está asociado al hierro.

En la figura 21, se puede apreciar que las concentraciones de Al, en el agua subterránea de los puntos de muestra que se encuentran están por debajo del LMP establecidos en el reglamento de calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031- 2010-SA, esto nos indica que el agua potable no está contaminada Aluminio.

El aluminio no está casi presente en los puntos muestreados y las concentraciones se encuentra entre 0,00 mg/L y 0,011 mg/L a una profundidad de 80m y 100m respectivamente, esto demuestra que la profundidad es directamente proporcional al aluminio: a > profundidad > Al y a < profundidad < Al; esto difiere con los resultados obtenidos de (Salvador, M & Sandoval, L., 2014) la profundidad es inversamente proporcional al aluminio.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el trabajo de investigación llegamos a las siguientes conclusiones que se presentan a continuación:

- Se determinó que la influencia del Hierro Férrico (Fe^{+3}) no tiene efecto significativo alguno sobre la salud de la población del AA. HH. Nuevo Jerusalén, ya que los síntomas presentados se deben a que el consumo del agua no tratada
- Se determino que los análisis físicos - químicos y microbiológicos muestran que los pozos de agua del AA. HH. Nuevo Jerusalén, no se encuentran aptos para el consumo humano, de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.
- Se determinó que la cantidad de Hierro Férrico (Fe^{+3}) presente en los pozos del AA. HH. Nuevo Jerusalén se encuentran por encima de los LMP y que el punto de muestra que contiene mayor cantidad es el Pozo N° 2 siendo muy alto 2,02 mg/L.
- Se identificó que los efectos en la salud de la población del AA. HH. Nuevo Jerusalén son síntomas: infección intestinal, dolor abdominal, alergias, parásitos, cólicos

5.2. RECOMENDACIONES

- Las Instituciones Regional encargadas de velar por la calidad de agua que consume la población (EMAPACOP. S.A, ANA, OTASS, DESA, MPCP) deberán realizar mayor énfasis en realizar capacitaciones a las distintas poblaciones de los AA. HH y/o zonas rurales, el cual es de brindar información necesaria sobre los problemas que el mal manejo del agua pueda causar.
- Los pozos muestreados del AA. HH deberían contar al menos con un proceso de tratamiento del agua, el cual constituye un tratamiento con cloro para así destruir la mayoría de los organismos causantes de enfermedades.
- La junta administrativa encargadas del suministro de agua del AA. HH, deberán establecer un monitoreo periódico para de la calidad de agua para el consumo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (OPS), O. P., & (CEPIS)., C. P. (2005). Guía para el mejoramiento de la calidad del agua a nivel casero, Lima.
- Acuña, G. (2014). El agua como derecho humano. San José, Costa Rica.
- Aitken, Y.; Cadel, F.; y Voiltot, C. (1988). Constituants fibreux des pates, papiers et cartons. .
- Apolinarios, B; Araujo, M. (2018). Evaluación de la calidad del agua subterránea en 12 asentamientos humanos en los distritos de Calleria y Yarinacocha, provincia coronel portillo, departamento Ucayali, 2017. .
- Atencio, H. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco.
- Ballestero, M. (2009). La prestación de los servicios de agua y saneamiento con enfoque de gestión integral de recurso hídrico (GIRH) en Costa Rica: Situación y sistematización de algunas experiencias. . Asociación Mundial para el Agua (GWP).
- Bracho, I; Fernandez, M. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentin, Maracaibo.
- Calixto, R. (2008). Representaciones sociales del medio ambiente. Perfiles Educativos, vol. XXX,
- Calsin, K. (2016). Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno.
- Chang, J. (2009). Calidad del agua. Guayaquil, Ecuador.
- Collazos & Montaña. (2012). Manual de Agua Subterránea. Montevideo Uruguay. Denad Internacional S.A. .
- Coronel, B; Jimenez, P. (2006). Estudio de la calidad del agua del río Jatunyacu sector cascada de Peguche, utilizando macro invertebrados y diseño de un Plan de Monitoreo Comunitario. Ecuador.
- Custodio & Llamas. (2004). Hidrológica subterránea. Barcelona: Omega, S.A.
- D.S. 031-2010-SA. (2011). Reglamento de calidad del agua para consumo humano .

- Gilbert & Wendell. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. 3era Edición . Madrid, España .
- Guimaraes, L. (2015). Calidad del agua para consumo humano en poblaciones no abastecidas por EMAPACOP.S.A. de Nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo a fin de generar cultura hídrica, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.2014.
- Gunnar, N. (1998). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo - 4ta Edición.
- Guzmán, B; Nava, G y Díaz, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012.
- INEI. (2007). Censo: XI de Población y VI de Vivienda.
- Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS). (2005). Guía para Gobiernos Locales.
- Lampoglia, T; Agüero, R; Barrios, C. (2008). Orientaciones sobre Agua y Saneamiento para Zonas Rurales. . Asociación Servicios Educativos Rurales.
- Lu, F. & John, R. (2010). Lignin. In S. Run-Cang, Cereal Straw as a Resource for Sustainable Biochemicals. Amsterdam.
- MINSA - DIGESA. (2007). Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento.
- MPCP, M. P. (2012). Plan de desarrollo concertado.
- Norma Regional Armonizada CAPRE (Comité Coordinador de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana). (1994). Norma para calidad de agua para el consumo humano.
- Organización de las Naciones Unidas . (2016). Habitación.
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2010). “Guía sobre los requisitos de las prácticas adecuadas de fabricación”. Segunda parte. “validación”. Ginebra.
- Organización Mundial para la Salud (OMS). (2003). Total dissolved solids in drinking- water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza).
- Organismo Mundial de la Salud - OMS. (2008). Guías para la calidad del agua potable.

- Talavera, M. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en los caseríos Nueva Luz de Fátima y Mariscal Sucre del distrito de Yarinacocha, departamento de Ucayali, 2017. .
- Tsoumis, G. (1982). Science and Technology of Wood. New York.: Van Nostrand Reinhold.
- Valdivia, B; Ormachea, M; Eugenia, M. (2009). Estudio de la Calidad de los recursos hídricos en la localidad de Apolo, departamento de La Paz, Bolivia.
- Yoshinaga, S y Albuquerque, G. (2002). "Recursos hídricos." .
- Zona.diet. (s.f.). Hierro en la Nutrición . Obtenido de <https://www.zonadiet.com/nutricion/hierro.htm>

ANEXOS

ANEXO 1
Panel Fotográfico



Figura 30. Reunión con el comité del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén.



Figura 31. Toma de muestra del pozo N° 01



Figura 32. Determinación de hierro por el Método de Fenantrolina



Figura 33. Determinación de hierro por el Método de Fenantrolina



Figura 34. Muestra para la prueba de Manganeso



Figura 35. Muestras para el análisis de Alcalinidad, Dureza, Salinidad, Calcio y Cloruro



Figura 36. Reactivo para el análisis de Hierro Férrico (Fe^{+3})

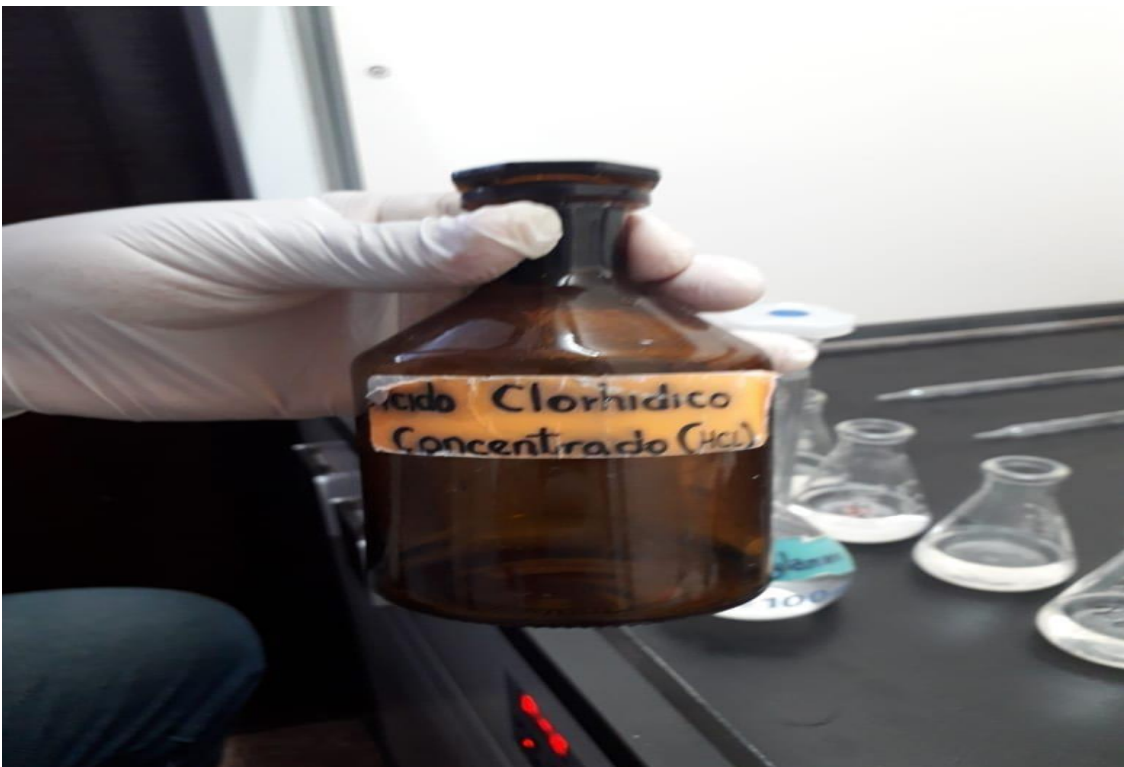


Figura 37. Reactivo para el análisis de Hierro Férrico (Fe^{+3})



Figura 38. Espectrofotometría



Figura 39. Determinación de turbiedad



Figura 40. Muestras de agua de la vivienda 1

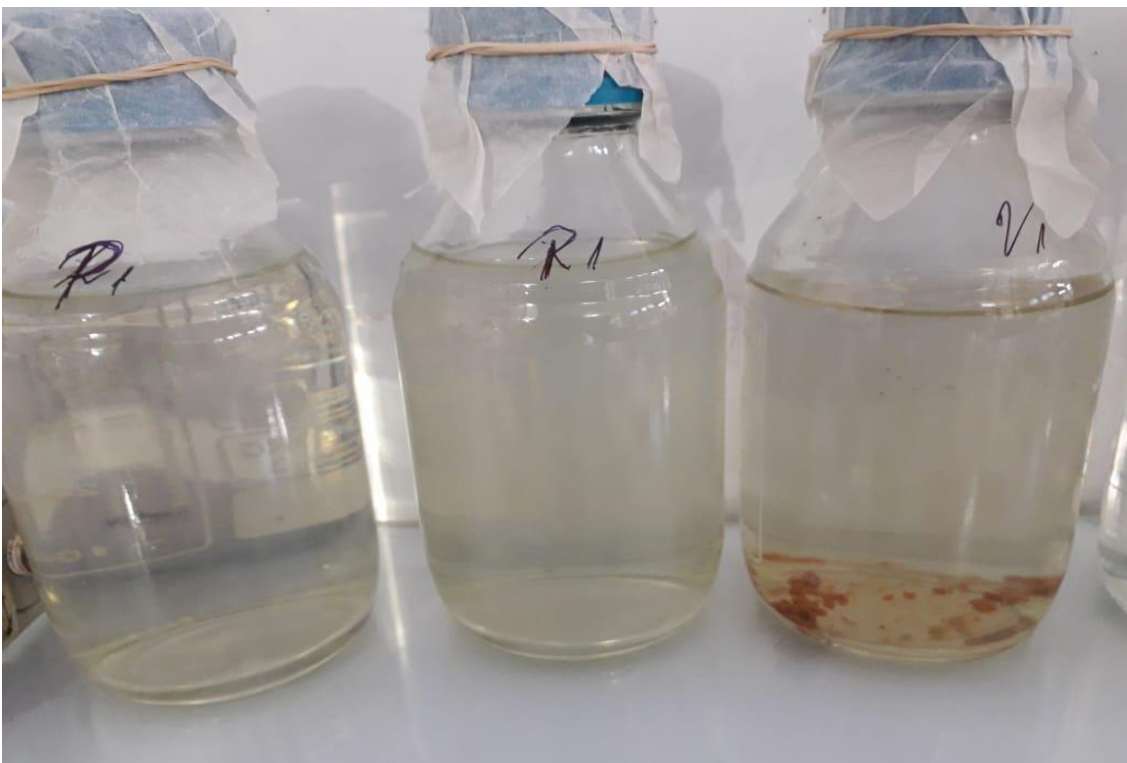


Figura 41. Muestras de agua del pozo, reservorio y vivienda N° 1.



Figura 42. Muestras del análisis de Hierro Férrico (Fe^{+3}) en la estufa.



Figura 43. Método de filtración por membrana para la determinación de coliformes totales y termotolerantes.



Figura 44. Muestras listas para la incubadora.



Figura 45. Aplicación de la entrevista a pobladores del AA.HH. Nuevo Jerusalén

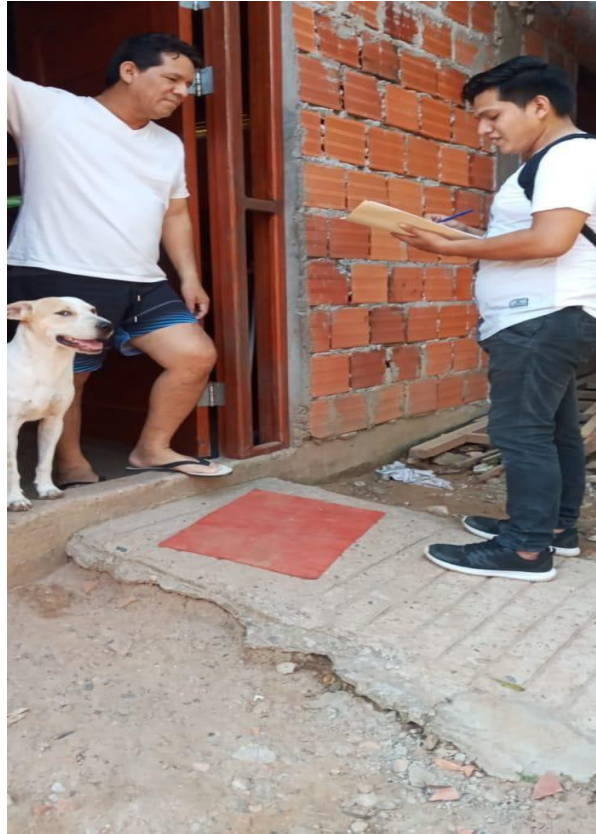




Figura 46. Entrevista a poblador del AA.HH. Nuevo Jerusalén

ANEXO 2 ENCUESTA

	TESIS: EVALUACIÓN DEL HIERRO FÉRRICO (FE ⁺³) EN EL AGUA PARA CONSUMO Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DEL ASENTAMIENTO HUMANO NUEVO JERUSALÉN, DISTRITO DE CALLERIA, REGIÓN UCAYALI, 2019.	
---	---	---

ENCUESTA PARA LA POBLACIÓN DEL AA.HH. NUEVO JERUSALÉN

OBJETIVO: Identificar los efectos en la salud de la población abastecida a causa del consumo de agua del Asentamiento Humano Nuevo Jerusalén, distrito de Callería, región Ucayali.

INSTRUCCIONES: Lee detenidamente las preguntas y marque con una (X) la alternativa que usted elija. La encuesta se desarrollará con total confidencialidad por lo que no se registraran datos del encuestado y será utilizado en su totalidad para la investigación.

1. El agua como lo consumen los miembros de tu hogar
 - Lo beben como llega
 - Hervida
 - Clorada
 - Lo filtran
 - Compran agua de mesa
2. Del agua que Ud. recibe, que uso le da
 - Cocinar
 - Beber
 - Aseo personal
 - Limpieza
 - Todas las anteriores
3. A causa del agua que consume Ud. ha adquirido alguna enfermedad/síntoma
 - Si
 - No
4. Si la respuesta es SI, cual fue la enfermedad/síntoma
 - Infección intestinal
 - Dolor abdominal

- Alergia
- Parásitos
- Cólicos
- Otros

5. De las personas que se enfermaron fueron

- Niños
- Adultos
- Gestantes
- Adultos mayores



GRACIAS.

ANEXO 3

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA EL ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE EMAPACOP S.A.

- Primer resultado para los puntos de muestreo del pozo N° 01

REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

I.- INFORMACION GENERAL

Solicitante	ALVARO PINEDO, DAVID TANANTA	
Ubicación	AAHH NUEVO JERUSALEN POZO N° 01	
Tipo de Agua	SUBTERRANEA	
Fecha y Hora de Muestreo	2/07/2019	08:10 HRS
Fecha y Hora de análisis	2/07/2109	10:00 HRS

II.- DETERMINACIONES FISICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Turbiedad	UNT	≤ 5	11	18.2	13.8
Color Verdadero	UCV - Pt/Co	15	120	193	102
Temperatura	°C	-	24.1	24.7	25.8
Olor		Aceptable			
Sabor		Aceptable			
Conductividad	µmho/cm *	1,500	580	614	657
Sólidos disueltos totales	mg/L	1,000	285	299	317
pH		6.50 - 8.50	7.21	7.27	7.28
Salinidad	ppt	0.90	0.28	0.3	0.32

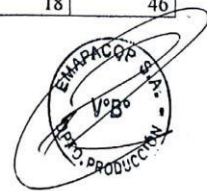
III.- DETERMINACIONES QUIMICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	300.00	328	336	344
Dureza	ppm CaCO ₃	500.00	164	176	176
Cloro Residual	ppm Cl	< 0.5			
Nitratos	ppm N - NO ₃	50.00	0.2	0	0.3
Nitritos	ppm N - NO ₂	3.00	0.006	0.008	0.005
Cloruros	ppm CL-	250.00	10.3	15.1	6.6
Sulfatos	ppm SO ₄ =	250.00	3	3	1
Calcio	ppm CaCO ₃	150.00	30	28	28
METALES					
Aluminio	ppm Al	0.20	0	0	0
Hierro	ppm Fe	0.30	0.91	1.11	2.71
Arsénico	ppm As	0.010			
Manganeso	ppm Mn	0.40	0.64	0.7	0.67

IV.- DETERMINACIONES BACTERIOLOGICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Coliformes Totales	UFC/100 ml	0	273	186	40
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	0	20	10	3
Heterotrofos Viabiles	UFC/ml	500	31	18	46

NOTA.-
 L.M.P.: Límites Máximos Permisibles, para agua de consumo humano.
 Basado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010 SA.
 (*) : La conductancia medida a 25 °C.
 Página web: www.emapacopsa.com.pe - e-mail: ger_general@emapacopsa.com.pe



- Primer resultado para los puntos de muestreo del pozo N° 02



REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA



I.- INFORMACION GENERAL

Solicitante	ALVARO PINEDO, DAVID TANANTA
Ubicación	AAHH NUEVO JERUSALEN POZO N° 02
Tipo de Agua	SUBTERRANEA
Fecha y Hora de Muestreo	2/07/2019 09.00 HRS
Fecha y Hora de analisis	2/07/2109 10.00 HRS

II.- DETERMINACIONES FISICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVORIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Turbiedad	UNT	≤ 5	18.8	16.4	31.6
Color Verdadero	UCV - Pt/Co	15	209	162	177
Temperatura	°C	-	24.5	24.8	24.6
Olor		Acceptable			
Sabor		Acceptable			
Conductividad	µmho/cm *	1,500	462	466	464
Sólidos disueltos totales	mg/L	1,000	226	227	225
pH		6.50 - 8.50	7.1	7.9	7.14
Salinidad	ppt	0.90	0.22	0.22	0.22

III.- DETERMINACIONES QUIMICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVORIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	300.00	268	256	260
Dureza	ppm CaCO ₃	500.00	136	132	140
Cloro Residual	ppm Cl	< 0,5			
Nitratos	ppm N - NO ₃	50.00	0	0	0.1
Nitritos	ppm N - NO ₂	3.00	0.008	0.008	0.007
Cloruros	ppm CL-	250.00	4.55	4.7	4.15
Sulfatos	ppm SO ₄ =	250.00	5	5	4
Calcio	ppm CaCO ₃	150.00	84	90	100
METALES					
Aluminio	ppm Al	0.20	0	0	0
Hierro	ppm Fe	0.30	2.29	1.48	2.6
Arsénico	ppm As	0.010			
Manganeso	ppm Mn	0.40	0.52	0.54	0.31

IV.- DETERMINACIONES BACTERIOLOGICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVORIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Coliformes Totales	UFC/100 ml	0	13	60	84
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	0	2	13	7
Heterotoficas Viabiles	UFC/ml	500	5	17	0

NOTA.-

L.M.P.: Límites Máximos Permisibles, para agua de consumo humano.

Basado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

(*) : La conductancia medida a 25 °C.

Página web: www.emapacopsa.com.pe - e-mail: ger_general@emapacopsa.com.pe



- Segundo resultado para los puntos de muestreo del Pozo N° 01

REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA



I.- INFORMACION GENERAL

Solicitante	ALVARO PINEDO, DAVID TANANTA	
Ubicacion	AAIII NUEVO JERUSALEN POZO N° 01	
Tipo de Agua	SUBTERRANEA	
Fecha y Hora de Muestreo	18/07/2019	09.00 HRS
Fecha y Hora de analisis	18/07/2109	10.00 HRS

II.- DETERMINACIONES FISICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Turbiedad	UNT	≤ 5	21.1	14.4	5.52
Color Verdadero	UCV - Pt/Co	15	201	200	45
Temperatura	°C	-	25.1	24.9	25.3
Olor		Aceptable			
Sabor		Aceptable			
Conductividad	µmho/cm *	1,500	437	449	421
Sólidos disueltos totales	mg/L	1,000	280	281	267
pH		6.50 - 8.50	7.1	6.95	7.1
Salinidad	ppt	0.90	0.28	0.28	0.27

III.- DETERMINACIONES QUIMICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	300.00	304	308	320
Dureza	ppm CaCO ₃	500.00	173.6	140	132
Cloro Residual	ppm Cl	< 0,5			
Nitratos	ppm N - NO ₃	50.00	0	0	0
Nitritos	ppm N - NO ₂	3.00	0.01	0.013	0.003
Cloruros	ppm CL-	250.00	73.5	16	12.5
Sulfatos	ppm SO ₄ =	250.00	4	4	4
Calcio	ppm CaCO ₃	150.00	44	53	72
METALES					
Aluminio	ppm Al	0.20	0	0	0
Hierro	ppm Fe	0.30	1.31	1.32	0.45
Arsénico	ppm As	0.010			
Manganeso	ppm Mn	0.40	0.666	0.63	0.68

IV.- DETERMINACIONES BACTERIOLOGICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Coliformes Totales	UFC/100 ml	0	0	35	123
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	0	0	3	0
Heterotoficas Viabes	UFC/ml	500	4	17	96

NOTA.-

L.M.P.: Límites Máximos Permisibles, para agua de consumo humano.

Basado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

(*) : La conductancia medida a 25 °C.

Página web: www.emapacopsa.com.pe - e-mail: ger_general@emapacopsa.com.pe



Segundo resultado para los puntos de muestreo del Pozo N° 02

REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA



I.- INFORMACION GENERAL

Solicitante	ALVARO PINEDO, DAVID TANANTA
Ubicación	AAHH NUEVO JERUSALÉN POZO N° 02
Tipo de Agua	SUBTERRANEA
Fecha y Hora de Muestreo	18/07/2019 09:00 HRS
Fecha y Hora de análisis	18/07/2019 10:00 HRS

II.- DETERMINACIONES FISICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVORIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Turbiedad	UNT	≤ 5	21.3	17.7	8.94
Color Verdadero	UCV - Pt/Co	15	237	275	75
Temperatura	°C	-	24.7	25.6	25.1
Olor		Acceptable			
Saber		Acceptable			
Conductividad	µmho/cm *	1,500	340	328	301
Sólidos disueltos totales	mg/L	1,000	217.4	217.6	210.8
pH		6.50 - 8.50	7.01	6.96	6.91
Salinidad	ppt	0.90	0.22	0.22	0.21

III. DETERMINACIONES QUIMICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVORIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	300.00	260	280	248
Dureza	ppm CaCO ₃	500.00	108	112	112
Cloro Residual	ppm Cl	< 0,5			
Nitratos	ppm N - NO ₃	50.00	0	0	0
Nitritos	ppm N - NO ₂	3.00	0.008	0.009	0.016
Cloruros	ppm CL-	250.00	6.4	7.1	7.35
Sulfatos	ppm SO ₄ =	250.00	5	5	6
Calcio	ppm CaCO ₃	150.00	87	83.4	79
METALES					
Aluminio	ppm Al	0.20	0	0	0
Hierro	ppm Fe	0.30	1.74	0.68	1.28
Arsénico	ppm As	0.010			
Manganeso	ppm Mn	0.40	0.592	0.524	0.393

IV. DETERMINACIONES BACTERIOLOGICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVORIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Coliformes Totales	UFC/100 ml	0	12	15	39
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	0	2	3	2
Heterotóficas Viables	UFC/ml	500	9	16	11

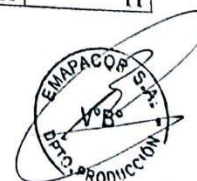
NOTA.-

L.M.P.: Límites Máximos Permisibles, para agua de consumo humano.

Basado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

(*): La conductancia medida a 25 °C.

Página web: www.emapacopsa.com.pe - e-mail: ger_general@emapacopsa.com.pe



- Tercer resultado para los puntos de muestreo del Pozo N° 01

REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA



I.- INFORMACION GENERAL

Solicitante	ALVARO PINEDO, DAVID TANANTA	
Ubicacion	AAHH NUEVO JERUSALEM POZO N° 01	
Tipo de Agua	SUBTERRANEA	
Fecha y Hora de Muestreo	5/08/2019	09:30 HRS
Fecha y Hora de analisis	5/08/2019	10:30 HRS

II.- DETERMINACIONES FISICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Turbiedad	UNT	≤ 5	16.3	26.5	5.4
Color Verdadero	UCV - Pt/Co	15			
Temperatura	°C	-			
Olor		Acceptable			
Sabor		Acceptable			
Conductividad	µmho/cm *	1,500	467	471	438
Sólidos disueltos totales	mg/L	1,000	313	312	286
pH		6.50 - 8.50	7.43	7.64	7.57
Salinidad	ppt	0.90	0.31	0.31	0.28

III.- DETERMINACIONES QUIMICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	300.00	404	396	384
Dureza	ppm CaCO ₃	500.00			
Cloro Residual	ppm Cl	< 0.5			
Nitratos	ppm N - NO ₃	50.00	0	0	0
Nitritos	ppm N - NO ₂	3.00	0.006	0.011	0.005
Cloruros	ppm CL-	250.00	15.1	14.2	11.9
Sulfatos	ppm SO ₄ =	250.00	3	4	1
Calcio	ppm CaCO ₃	150.00	38	62	32
METALES					
Aluminio	ppm Al	0.20	0	0.033	0
Hierro	ppm Fe	0.30			
Arsénico	ppm As	0.010			
Manganeso	ppm Mn	0.40	0.684	0.4	0.102

IV.- DETERMINACIONES BACTERIOLOGICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 1	RESERVORIO N° 1	VIVIENDA N° 1
Coliformes Totales	UFC/100 ml	0			
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	0			
Heterotrofas Viabiles	UFC/ml	500			

NOTA.-

L.M.P.: Límites Máximos Permisibles, para agua de consumo humano.

Basado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

(*): La conductancia medida a 25 °C.

Página web: www.emapacopsa.com.pe - e-mail: ger_general@emapacopsa.com.pe



- Tercer resultado para los puntos de muestreo del pozo N° 02

REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA



I.- INFORMACION GENERAL

Solicitante	ALVARO PINEDO, DAVID TANANTA		
Ubicacion	AAHH NUEVO JERUSALEM POZO N° 02		
Tipo de Agua	SUBTERRANEA		
Fecha y Hora de Muestreo	5/08/2019	10:00 HRS	
Fecha y Hora de analisis	5/08/2109	10:30 HRS	

II.- DETERMINACIONES FISICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVOIRIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Turbiedad	UNT	≤ 5	20.7	17.2	18.1
Color Verdadero	UCV - Pt/Co	15			
Temperatura	°C	-			
Olor		Acceptable			
Sabor		Acceptable			
Conductividad	µmho/cm *	1,500	334	338	338
Sólidos disueltos totales	mg/L	1,000	218	219	213.9
pH		6.50 - 8.50	7.46	7.36	7.22
Salinidad	ppt	0.90	0.22	0.22	0.22

III.- DETERMINACIONES QUIMICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVOIRIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Alcalinidad	ppm CaCO ₃	300.00	268	288	280
Dureza	ppm CaCO ₃	500.00			
Cloro Residual	ppm Cl	< 0,5			
Nitratos	ppm N - NO ₃	50.00	0	0	0
Nitritos	ppm N - NO ₂	3.00	0.009	0.01	0.011
Cloruros	ppm Cl-	250.00	7.95	5.35	22.5
Sulfatos	ppm SO ₄ =	250.00	6	6	5
Calcio	ppm CaCO ₃	150.00	118	134	146
METALES					
Aluminio	ppm Al	0.20	0	0.014	0
Hierro	ppm Fe	0.30			
Arsénico	ppm As	0.010			
Manganeso	ppm Mn	0.40	0.386	0.05	0.119

IV.- DETERMINACIONES BACTERIOLOGICAS

Análisis	Unidad de Medida	L.M.P.	POZO N° 2	RESERVOIRIO N° 2	VIVIENDA N° 2
Coliformes Totales	UFC/100 ml	0	0	35	123
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	0	0	3	0
Heterotoficas Viabiles	UFC/ml	500	4	17	96

NOTA.-

L.M.P.: Límites Máximos Permisibles, para agua de consumo humano.

Basado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

(*) La conductancia medida a 25 °C.

Página web: www.emapacopsa.com.pe - e-mail: ger_general@emapacopsa.com.pe

