



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando den crédito y licencia a las nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta licencia suele ser comparada con las licencias copyleft de software libre y de código abierto. Todas las nuevas obras basadas en la suya portarán la misma licencia, así que cualesquiera obras derivadas permitirán también uso comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“Calidad del agua de consumo humano y su influencia en la salud de las personas del Asentamiento Humano Huarango y Upis Huarango del Sector Tierra Prometida de la Ciudad de Ica, 2022”

Presentado por:

AGUILAR QUISPE, Sony Jaram

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 10% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CODIGO: ATIT-2022-FIAS-002-II

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 21 de Octubre 2022


UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Dr. Pedro Córdova Mendoza
DIRECTOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



TESIS

**“CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO Y SU
INFLUENCIA EN LA SALUD DE LAS PERSONAS DEL
ASENTAMIENTO HUMANO HUARANGO Y UPIS HUARANGO
DEL SECTOR TIERRA PROMETIDA DE LA CIUDAD DE ICA,
2022”**

Línea de investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

AUTOR

BACH. AGUILAR QUISPE, SONY JARAM

Ica, Perú

2022

ÍNDICE

	Pág.
Índice General	ii
Resumen	iv
Abstract	v
I. INTRODUCCIÓN	06
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	07
1.1.1. Formulación del problema	08
1.2. ANTECEDENTES	10
1.2.1. Antecedentes a nivel internacional	10
1.2.2. Antecedentes a nivel nacional	11
1.2.3. Antecedentes a nivel local	12
1.2.4. Justificación e importancia de la investigación	13
1.2.5. Bases teóricas	14
1.2.6. Marco conceptual	22
1.2.7. Bases legales	24
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA	25
2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	25
2.2.1. Población	25
2.2.2. Tamaño de la muestra	25
2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	26
2.3.1. Variable independiente	26
2.3.2. Variable Dependiente	26
2.3.3. Operacionalización de variables	26
2.4. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	26
2.4.1. Hipótesis principal	26
2.4.2. Hipótesis específicas	26
2.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	27
2.5.1. Técnicas	27
2.5.2. Instrumentos	27
2.5.3. Análisis de datos	27

III.	RESULTADOS	28
3.1.	Aspectos generales del Asentamiento Tierra Prometida	28
3.2.	Diagnóstico de la calidad de agua en la salud de las personas	29
3.3.	Encuesta dirigida a la población del sector	31
IV.	DISCUSIÓN	48
4.1.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	48
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
V.	CONCLUSIONES	57
VI.	RECOMENDACIONES	58
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	59

RESUMEN

La presente tesis se propuso para desarrollar el presente estudio denominado “Calidad del agua de consumo humano y su influencia en la salud de las personas del asentamiento humano Huarango y UPIS Huarango del sector tierra prometida de la ciudad de Ica, 2022”, tiene por objetivo relacionar la calidad de agua para consumo humano y su riesgo en la salud de las personas en el sector, el Huarango y Upis Huarango Ica 2022, con esta investigación se pretende elevar la calidad de vida de las personas del sector el Huarango, brindando beneficios tanto económicos y sociales.

La tesis se desarrolla tomando como bases la información recopilada del Distrito, atendiendo la necesidad del sector el Huarango, tenemos que mencionar que este proyecto genera modificaciones ambientales, los mismos que deben ser monitoreados y controlados.

En la actualidad el servicio de agua potable e instalaciones del servicio de alcantarillado en el sector el Huarango es deficiente, por lo que el desarrollo de esta tesis consiste en dar solución al estado actual con el mejoramiento del servicio de agua potable en el sector de tierra prometida, propone dar solución a la necesidad que atraviesa el asentamiento humano Huarango, debido a que presenta deficiencias para satisfacer la demanda de agua potable.

La municipalidad distrital de Ica propone dar solución a la necesidad que atraviesa la localidad de Tierra prometida, al plantear un proyecto que propone la instalación formal del servicio de agua potable que fueron afectadas por el crecimiento de la población del lugar.

Teniendo en cuenta el periodo de diseño se realiza el análisis de la calidad de agua potable a fin de identificar la necesidad de mejorar y ampliar los sistemas.

De igual forma se hizo una evaluación social, de manera que se desarrolla las evaluaciones más viables del sistema de agua potable.

Palabras claves: Agua potable, salubridad, condiciones de vida, calidad de vida

ABSTRACT

This Thesis was proposed to develop the present study called "Quality of water for human consumption and its influence on the health of the people of the human settlement Huarango and UPIS Huarango of the promised land sector of the city of Ica, 2022", has as objective Relate the quality of water for human consumption and its risk to the health of people in the sector, Huarango and Upis Huarango Ica 2022. This research aims to raise the quality of life of people in the Huarango sector, providing benefits both economic and social.

The thesis is developed based on the information collected from the District, meeting the needs of the Huarango sector, we have to mention that this project generates environmental modifications, the same ones that must be monitored and controlled

At present, the drinking water service and sewage service facilities in the Huarango sector are deficient, understanding that the drinking water service was affected by the phenomenon of the coastal child, so the development of this thesis consists of provide a solution to the current state with the Improvement of the Potable Water Service in the promised land sector proposes to solve the need that the Huarango human settlement is going through, due to the fact that it presents deficiencies to satisfy the demand for potable water.

The District Municipality of Ica proposes to provide a solution to the need that the town of Tierra promida is going through, to carry out the REHABILITATION of the Drinking Water Service that was affected by the phenomenon of the coastal child, counting on the Project

Taking into account the design period, the analysis of the demand for drinking water and the sewage system is carried out, in order to identify the need to improve and expand the systems.

In the same way, a social evaluation was made, so that the most viable evaluations of the drinking water system are developed.

Keywords: Drinking water, sewerage, sanitation, Living conditions

I. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos en el mundo que posee el ser humano, y nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligadas a beber de fuentes de calidad subóptima y provocan un sin fin de enfermedades a niños y adultos. En nuestro país, el agua es un recurso muy abundante en las zonas selváticas pero escaso en las zonas costeras, dependiendo de los ciclos biogeoquímicos y eventos climáticos como el fenómeno el niño.

La falta de servicios básicos de agua que afecta a gran cantidad de centros poblados de costa, sierra y selva del Perú, es parte del problema social, que impide el desarrollo pleno y auto sostenible. Son muchas las ciudades y pueblos de nuestro país que aún no cuentan con los servicios de saneamiento básico, es por ello que los pobladores se contagian de diversas enfermedades, sobre todo las denominadas gastrointestinales, que afectan con mayor incidencia a los niños y pobladores de avanzada edad.

Para evitar la propagación de enfermedades infecciosas en las zonas rurales y urbanas marginales del país, es importante atender los temas de saneamiento básico, priorizando y ejecutando proyectos de abastecimiento de agua potable en la brevedad posible, esto permitirá de una u otra manera mejorar el nivel de vida de los pobladores al mismo tiempo permitirá crear mejores condiciones de vida en un marco social aceptable, y de acuerdo a la dignidad humana.

Así como en el Perú según **Romero** “Para controlar y normar la calidad de las aguas “surgen guías o estándares, éstos establecen requisitos que deben satisfacer las aguas para que puedan ser destinadas al consumo humano sin que afecte la salud”[1].

Se encontró la necesidad de realizar este proyecto de investigación en el sector “El Huarango y Upis Huarango, ubicado en el km 2 de la carretera a Carhuaz, debido a que se tiene el problema del abastecimiento de agua para consumo humano sin previo tratamiento y de las malas condiciones de las estructuras tanto del reservorio como de las conexiones domiciliarias pudiendo también estas afectar la calidad del agua.

En consecuencia, se podrían presentar riesgos a la salud como enfermedades gastrointestinales e intoxicación a consecuencia del uso de este recurso indispensable pero que no se sabe su calidad. Nuestro proyecto busca realizar el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua con la que se abastece a la población, realizar la comparación con los límites máximos permisibles del D.S. N° 031-2010 SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y determinar la relación que estos tienen con la salud de la población de este sector.

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La calidad del agua que beben los humanos tiene un gran impacto en la salud de las personas, ya que es portadora de muchos microbios gastrointestinales y patógenos humanos. Los patógenos más representativos que pueden estar presentes en el agua son las bacterias y en menor medida los protozoos y las lombrices.

“El agua, además de ser esencial para la vida, es el elemento que motiva el desarrollo de una región, por lo que el agua tratada, es decir, que no cause enfermedades a las personas que la consumen, es vital para la salud pública, independientemente del fin al que se dirija para el consumo humano, el uso doméstico o la producción de alimentos. El suministro adecuado, el acceso al recurso y el saneamiento tienen un impacto fundamental en el crecimiento económico de un país, así como en la calidad de vida de su población”[2].

Si los países no hacen el intento de invertir en agua potable, saneamiento e higiene, seguirán dándose enfermedades que deberían haber sido tratadas hace mucho tiempo; enfermedades comunes de las poblaciones pobres, producidas por la falta de higiene, entre ellas tenemos la diarrea, el cólera, la fiebre tifoidea, la hepatitis A.

“Todas las naciones del mundo deben prestar atención a la prestación de servicios básicos en todos los estados del mundo, especialmente en las poblaciones más pobres, ya que de lo contrario no se alcanzará uno de los grandes objetivos del acceso universal al saneamiento básico para 2030”[3].

En este panorama, los problemas que se ocasiona la ingestión de este elemento líquido se acentúan especialmente en niños con enfermedades diarreicas y otros problemas estomacales, ya que beben el agua directamente sin un tratamiento previo a nivel domiciliario.

En el sector “El Huarango y Upis Huarango” se cuenta con un solo pozo y un solo reservorio de $60 m^3$ de capacidad, del cual se bombea directamente el agua a los domicilios, no se le da ningún tipo de tratamiento previo a este recurso, poniendo así en riesgo a las personas que hacen uso de este recurso de sufrir o padecer de enfermedades tanto a corto como a largo plazo.

1.1.1. Formulación del problema.

Este presente trabajo de investigación se desarrollará con el propósito de mejorar la calidad de vida en el sector El Huarango y UPIS Huarango - Distrito de Ica, a partir de este estudio se busca analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua y conocer la relación que estos tienen con la salud de la población de este sector y conjuntamente con esto poner fin a las enfermedades transmitidas por el agua.

Puede haber muchas razones por las cual el agua no es tratada antes de ser consumida, a priori asumimos que se debe al desconocimiento dado que las familias asentadas en este lugar son de condición humilde. Es en estas consideraciones que surge la presente investigación con el fin de mitigar este problema a través de soluciones prácticas al alcance de los pobladores.

Dada esta problemática, la actual investigación tiene como objetivo evaluar la calidad del agua del sector El Huarango y UPIS Huarango por medio de un monitoreo ambiental para así obtener indicadores en cuanto a concentraciones y mediciones de determinados parámetros (biológicos, físicos y químicos), para posteriormente realizar un contraste de los indicadores obtenidos y la normatividad actual para identificar los principales parámetros que están afectando su calidad y que atentan contra la salud de los pobladores de la zona de estudio.

Problema principal

¿Cuál es la relación que existe entre la calidad de agua para consumo humano y su riesgo en la salud de las personas en el sector, El Huarango y Upis Huarango, Ica 2022?

Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es la calidad fisicoquímica del agua para consumo humano en el sector, El Huarango y Upis Huarango y su influencia en la salud de las personas, Ica 2022?

PE2: ¿Cuál es la calidad microbiológica del agua para consumo humano en el sector, El Huarango y Upis Huarango y su influencia en la salud de las personas, Ica 2022?

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Antecedentes internacionales

Lucas En su estudio de investigación "Calidad del agua para consumo humano en las comunidades de Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal Ecuador", concluyó.

“Se plantearon evaluar la calidad del agua que consumen los habitantes de Severino, así como en Julián y a su vez en la localidad de Balsa en Medio, empleando una metodología aleatoria para conseguir muestras que luego fueron analizadas química, física y microbiológicamente Los autores llegaron a obtener como resultado que la localidad de Severino tenía problemas en la calidad del agua que consumían los habitantes, así al igual que en Julián y a su vez en la localidad de Balsa en Medio”[4].

Inga et al., en su estudio "Calidad del agua utilizada por los usuarios de las viviendas de los sectores Leg Tabacay y Oriente Alto de la parroquia Bayas del cantón Azogues, concluyeron”[5].

“Que con respecto a los parámetros tanto fisicoquímicos como microbiológicos de los dos sectores evaluados se encuentran dentro de los límites permitidos de acuerdo a las normas utilizadas como la Norma INEN 1108-2014, Norma INEN 1108-2006, NMX 44-093-SCFI-200 y AYSA, mientras que en los parámetros microbiológicos como los coliformes totales se quedan dentro del rango establecido por la Norma INEN 1108-2006”[5].

Acosta En su artículo de investigación “Análisis cualitativo del deterioro de la calidad del agua y la infección por *Helicobacter pylori* en una comunidad de alto riesgo de cáncer de estómago (Cauca, Colombia)”[6],

... concluye que “los resultados forman parte del análisis cualitativo de una primera fase de caracterización de la problemática hídrica y sanitaria y su correlación con enfermedades infecciosas emergentes y soluciones comunes". También señala que los hallazgos de esta investigación se debaten desde un enfoque ecosistémico de la salud humana, que permite reconocer la complejidad de los conflictos ambientales vinculados al recurso hídrico y su impacto en la salud”[6].

Toure et al., indica que “El objetivo de este trabajo fue evaluar el nivel de contaminación de diferentes fuentes de agua potable consumidas y su vínculo con la salud en la comuna de Pelengana, Mali. Se tomaron muestras de agua de diversas fuentes, a saber, bombas manuales, perforaciones, pozos excavados y pozos poco

profundos para análisis físicos, químicos, de metales pesados y bacteriológicos, utilizando técnicas estándar de la Asociación Estadounidense de Salud Pública (APHA)”[7].

Además agrego que “Los resultados revelaron que los valores de nitrato-nitrógeno (NO₃-N) de las muestras de agua de las diferentes fuentes de agua tenían concentraciones que excedían la regulación de 10 mg / L de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA), así como las Directrices de la Organización Mundial de la Salud para la calidad del agua potable (OMS GDWQ) (11 mg / L)”[7].

También manifestó que “Lo mismo se aplicó a los metales pesados como Cd, Pb y Fe, en los cuales las concentraciones excedieron sus límites permitidos en ciertas ubicaciones. Además, se detectó coliformes totales y *Escherichia coli* en todas las fuentes de agua seleccionadas, lo que indicó contaminación fecal”[7].

“En conclusión, existe una necesidad imperiosa de detener el consumo de agua potable de fuentes contaminadas y de efectuar un tratamiento adecuado. El fortalecimiento de los programas de vigilancia de la salud ambiental es fundamental para orientar las acciones encaminadas a mejorar la calidad del agua y ejercer un impacto positivo en la salud”[7].

Karakus El objetivo principal de su investigación fue evaluar la calidad del agua subterránea en temporadas húmedas y secas del área de estudio (Sivas, Turquía), y determinar las áreas con alta calidad del agua. En primer lugar, se prepararon diagramas de uso común en la evaluación de la calidad del agua subterránea. Los valores del índice de calidad del agua (WQI) se calcularon utilizando parámetros de calidad del agua, los mapas de distribución espacial se crearon utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG)”[8].

... **de otro lado** “El mapeo de la calidad del agua subterránea se realizó con la ayuda de un proceso de jerarquía analítica basado en SIG. Los resultados obtenidos mostraron que el 91,66% y el 77,07% de las muestras de agua subterránea recibidas respectivamente en las estaciones húmeda y seca han sido aptas para beber. En conclusión, la calidad de las aguas subterráneas de los alrededores del centro de la ciudad de Sivas ha sido calificada con una calidad de agua *excelente*”[8].

Tambien indica que “Los factores más importantes que afectaron la calidad del agua del área de investigación fueron las características litológicas del

área y los usos agrícolas. Los TDS, NO₃, SO₄, Cr y As son los parámetros que afectan negativamente la calidad del agua”[8].

Yang et al., El objetivo de esta investigación fue “determinar la calidad del agua subterránea en la región Xuzhou (China). La evaluación del agua subterránea en la región se basó en análisis de la química del agua y la actividad del ²²²Rn en muestras recolectadas de pozos que penetran en acuíferos confinados y no confinados”[9].

“Los resultados indican que la mayor parte del agua subterránea sin tratar en la región no es apta para el consumo prolongado según los límites permitidos de la Agencia Ambiental China y la Organización Mundial de la Salud”[9].

“La variabilidad de la calidad del agua parece reflejar también el tipo de acuíferos donde se produce la mayor concentración de HCO₃⁻ en el agua del acuífero fracturado por carbonato, mientras que la mayor concentración de Cl⁻ se encuentra en el acuífero no confinado. En conclusión, la fuente de actividad está relacionada principalmente con la interacción roca-agua con la posible adición de fertilizantes agrícolas. La protección de las aguas subterráneas es vital para mantener una calidad de bebida sostenible mediante la reducción de la infiltración de agua de riego y aguas residuales”[9].

Malan El estudio fue “diseñado para investigar la calidad del agua subterránea en nueve aldeas libres de defecación al aire libre (ODF), en el distrito de Kurukshetra, Haryana, India. Para la investigación, se recolectaron 81 muestras de agua subterránea de diferentes pozos de aldeas limpias durante las temporadas pre-monzón (PRM), monzón (MON) y post-monzón (POM) y se analizaron para 13 parámetros de calidad del agua utilizando métodos estándar”[10].

... “El Índice de Calidad del Agua (WQI) se calculó a partir de los parámetros analizados y los resultados se compararon con la Organización Mundial de la Salud (OMS 2011) y la Oficina de Normas Indias (BIS 2012) para tener una visión general de la calidad del agua subterránea. Se encontró como resultados que la concentración de los principales aniones y cationes era del orden de HCO₃⁻ > Cl⁻ > SO₄²⁻ > F⁻ > PO₄²⁻ > Ca²⁺ > Na⁺ > K⁺ > Mg²⁺, respectivamente”[10].

“Los valores de WQI en el área de estudio oscilaron entre 32.08 y 88.38 en PRM, 46.62 y 102.33 en MON, y 34.99 y 79.81 en temporadas POM, respectivamente. En conclusión, el índice de calidad del agua subterránea

revela que la mayoría de las muestras se clasifican en la categoría de *agua buena a excelente*. Indica que el agua subterránea es apta para beber y otros usos domésticos”[10].

1.2.2. Antecedentes nacionales

Guimaraes En su estudio “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Calleria-Ucayali,2020, concluyo que se compararon los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010 S.A - Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, obteniendo que están dentro de los límites para el consumo humano”[11].

.. *también* indica que “conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, pH, aluminio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, sodio, uranio y zinc. En tanto que los siguientes parámetros no cumplen con los valores recomendados: cloro libre residual y turbidez, entre los que superan los límites para el consumo humano: coliformes totales entre 37,00 - 42,66 UFC/100ml y coliformes termotolerantes entre 18,00 - 32,00 UFC/100ml, que pueden afectar la salud del consumidor”[11].

Santiago En su estudio de investigación “Evaluación de la calidad de agua de consumo humano de la zona alta y la zona baja de la asociación centro poblado los pinos-Santa Maria,2019 tuvo como conclusión, Con respecto a los parámetros organolépticos, en la zona superior se encontró que la turbidez, el color y el pH cumplen con la norma (D.S. 031-2010- SA), y sólo el parámetro de conductividad está por arriba del nivel permitido”[12].

.. Mientras que, “En la zona baja, todos los indicadores organolépticos cumplen la normativa vigente sobre la calidad del agua para el consumo humano. En cuanto a los parámetros químicos, en la zona alta se comprobó que todos los parámetros químicos cumplen la normativa vigente”[12].

Perez En su estudio “Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el valle de Vítor, Arequipa durante los meses de agosto - octubre del 2019, concluyó que se evaluaron los parámetros físico-químicos de pH, turbidez, conductividad y cloro residual, donde el promedio de las seis evaluaciones no mostró diferencias significativas, no superando el Límite Máximo Permisible (LMP) para el agua de consumo humano en el Valle de Vítor de Arequipa”[13].

Pinedo En su estudio “Participación comunitaria para mejorar la calidad del agua para consumo humano en asentamiento humano San Genaro, distrito de Chorrillos-Lima, 2019, tuvo como conclusión, En cuanto a los parámetros microbiológicos, comprobamos que, antes de aplicar la formación, había una media de 892,5 NMP/100 ml de coliformes totales y 369 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua de consumo humano, superando los límites máximos permitidos”[14].

... **también** indica “Esto hace que el agua no sea apta para el consumo humano y constituye un eminente riesgo toxicológico para la población, especialmente porque no hay cloro. En cuanto a los parámetros físico-químicos, comprobamos que el color, la turbidez y el cloro residual estaban fuera de los límites máximos permitidos”[14].

Soriano En su proyecto tuvo como “objetivo principal evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea obtenida de 3 puntos de muestreo seleccionados por conveniencia y determinó si eran o no aceptables para el consumo humano en la localidad de Pata (Cajamarca), comparando los resultados fisicoquímicos y microbiológicos con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de calidad del agua aprobado en el D.S. N° 031-2010-SA y con las normas de calidad ambiental categoría A1 aprobadas por el D.S. N° 004-2017-MINAM”[15].

... **de otro lado** “El diseño de investigación del presente proyecto es de tipo descriptivo transversal. La población estudiada fueron los pozos de captación de agua subterránea del centro poblado, Como recomendación propuso desarrollar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano, por parte de la Municipalidad Distrital de Paríamarca a través de la E.P.S. SEDACAJ S.A y DIGESA”[15].

1.2.3. Antecedentes locales

Se ha revisado la bibliografía en relación al tema de investigación y no se ha encontrado investigación al respecto.

1.2.4. Justificación e importancia de la investigación

En el panorama actual, la exigencia de recursos hídricos es de vital importancia para el desarrollo social y económico de la sociedad. Así, desde hace muchos años, un método para conseguir este recurso ha sido la excavación de pozos para extraer agua del subsuelo. Sin embargo, a través del subsuelo, la calidad de estas aguas no siempre es apta para el consumo humano o para su uso en diversas actividades, como las recreativas, entre otras.

El sector "El Huarango" no contaba con el suministro de agua potable requerido, por lo que se perforó un pozo y se procedió a la construcción de un reservorio para proporcionar agua para consumo humano y diferentes actividades. El agua que se obtiene de esta perforación puede verse alterada por los pozos negros situados en las casas vecinas y por el mal estado del embalse y de las conexiones domiciliarias. Estos aspectos provocan alteraciones en la calidad del agua y, por lo tanto, podrían ser una posible fuente de enfermedades para la población.

Es por ello que el propósito de este proyecto de investigación es analizar y evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para conocer si estos superan los límites máximos permitidos para el consumo y la relación que estos tienen sobre la salud de la población.

Importancia

La relevancia de la vigilancia y el control de la calidad del agua de consumo humano radica en que la inocuidad del suministro de agua garantiza la protección de los usuarios frente a la existencia de agentes patógenos y compuestos físicos y químicos nocivos para la salud. La información que aportan los programas de vigilancia y control del agua de consumo humano, aparte del beneficio relacionado con la reducción de las enfermedades transmitidas por el agua, es un medio para mejorar la calidad de las prestaciones del suministro de agua.

El trabajo de investigación es de gran importancia ya que, al obtenerse los datos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, éstos podrán servir de base para establecer un tratamiento adecuado de los parámetros que exceden el LMP, así como para reducir los riesgos que éstos provocan a la salud de los pobladores del sector "El Huarango y UPIS Huarango". Esta información obtenida también podría ayudar a hacer realidad el proyecto de servicios de saneamiento para esta localidad.

En las faldas de la montaña (1500-5000 msnm), durante la temporada de lluvias el promedio de precipitaciones es de 400 a 1400 mm/año, que nutren los ríos y quebradas, pero por las condiciones topográficas y la escasa cobertura vegetal, el agua se pierde en los mares. Por ello, es importante la siembra y cosecha de agua, que constituye la captación, almacenamiento y regulación del agua en embalses de distintos tamaños para el aprovechamiento de fuentes temporales y permanentes durante todo el año. Este recurso hídrico se puede conseguir con la articulación de las instituciones estatales que aportan recursos económicos y la población rural que colabora activamente en la construcción de pequeños embalses para almacenar agua; esta acción se convierte en una estrategia de mejora.

La calidad microbiana del agua para consumo humano es muy importante y el monitoreo de los indicadores bacterianos como los coliformes totales y los termotolerantes debe ser una máxima prioridad dentro de la política del proveedor de agua. Por otro lado, la contaminación física y química también es muy importante, pero no está vinculada a efectos agudos sobre la salud humana y, por lo cual, debería tener una prioridad menor que la valoración de la contaminación bacteriológica y, a veces, es irrelevante en zonas donde las enfermedades relacionadas con el agua y las parasitarias presentan altos índices de prevalencia

Objetivo principal

Relacionar la calidad de agua para consumo humano y su riesgo en la salud de las personas en el sector, “El Huarango y Upis Huarango” Ica 2022.

Objetivos específicos

OE1: Determinar la calidad fisicoquímica del agua para consumo humano en el sector, “El Huarango y Upis Huarango y su influencia en la salud de las personas” Ica 2022

OE2: Determinar la calidad microbiológica del agua para consumo humano en el sector, “El Huarango y Upis Huarango y su influencia en la salud de las personas” Ica 2022

1.2.5. Bases teóricas

1.2.5.1. Calidad del agua para consumo humano

“Para determinar si un agua es apta para un fin determinado, hay que precisar su calidad en función del uso al que se destina. Teniendo en cuenta estas disposiciones, se considera que el agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan a su uso real o potencial. Es muy relevante tener en cuenta que la apreciación de la calidad del agua se lleva a cabo a través de técnicas analíticas adecuadas a cada caso”[16].

Las principales características fisicoquímicas y biológicas que determinan la calidad del agua se analizan en detalle a continuación:

➤ **Características físicas**

Las características físicas del agua, “Llamados así porque son capaces de impresionar a los sentidos (vista, olfato, etc.), tienen una relación directa con las condiciones estéticas y la aceptabilidad del agua. Se consideran importantes: la conductividad eléctrica, la turbidez, los sólidos totales disueltos, el color, el cloro residual libre, el olor, el sabor, la temperatura y el pH”[16].

➤ **Conductividad eléctrica**

La conductividad “es la capacidad del agua para dirigir la electricidad y la resistividad eléctrica se entiende análogamente como la inversa de la conductividad. Las unidades son microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) para la conductividad; y para la resistividad Ohm-m ($\Omega\text{-m}$). La variación de la temperatura cambia significativamente la conductividad, para soluciones diluidas se estima que el aumento de la temperatura en 1°C se traduce en un incremento aproximado del 2% de la conductividad”[17].

➤ **Sólidos Disueltos Totales (SDT)**

“Es la totalidad de los sólidos disueltos en el agua. Se relaciona con la conductividad eléctrica mediante la fórmula $\text{TDS} = \text{C.E. (mmhos/cm)} \times 700$; los mg/L para ser considerados TDS, las sustancias deben ser lo suficientemente pequeñas como para pasar un tamiz de dos micras o una filtración. La principal razón

de ser de la medición de los TDS es el estudio de la calidad del agua de ríos, lagos y arroyos”[18].

“Aunque el TDS no se considera un elemento contaminante grave, es un elemento indicador de las características del agua y de la existencia de agentes químicos contaminantes, es decir, de la estructura química y de las concentraciones de sales y otros elementos del agua”[18].

➤ **Turbiedad**

“La turbidez en el agua potable está provocada por la aparición de partículas (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.), que podrían proceder del agua de origen, como resultado de una filtración inadecuada, o debido a la resuspensión de sedimentos en el sistema de distribución”[19].

“La turbidez se mide con un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades empleadas suelen ser unidades nefelométricas de turbidez”[19].

➤ **pH**

“Es un parámetro básico que indica el nivel de acidez o basicidad del agua. En general, el agua con un pH inferior a 6,0 se entiende como agresiva y corrosiva para los metales. Un pH ácido en el agua no indica necesariamente la presencia de ácidos, ya que algunas sales, como las de aluminio, pueden generar un pH 4 por hidrólisis”[16].

➤ **Temperatura**

“Es el potencial calorífico en grados Celsius de un soporte o cuerpo. En las aguas subterráneas este parámetro es muy poco variable y depende de la media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar, algunos aumentos son el resultado de la actividad geotérmica”[20].

➤ **Color**

“Esta característica del agua puede estar vinculada a la turbidez o producirse independientemente de ella. Hay muchos procedimientos para eliminar el color. Los principales son la coagulación mediante compuestos químicos como el alumbre y

el sulfato férrico a bajo pH y las unidades de contacto o la filtración ascendente”[16].

➤ **Características Químicas**

“Son pocos los elementos relevantes para el tratamiento del agua cruda para beber o los que tienen efectos sobre la salud del consumidor. A continuación se exponen las características y la importancia de los principales parámetros químicos vinculados a las fuentes de abastecimiento”[16].

➤ **Cloro residual libre**

“El cloro es el agente más empleado en el mundo como agente desinfectante en el agua de consumo humano, especialmente debido a su fuerte carácter oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (especialmente las bacterias) y de numerosos enlaces que provocan el mal sabor del agua”[21].

➤ **Aluminio**

“Las fuentes más frecuentes de aluminio en el agua potable son el aluminio natural y las sales de aluminio empleadas como coagulantes en el tratamiento del agua”[22].

“La incorporación de aluminio en concentraciones superiores a 0,1-0,2 mg/l suele dar lugar a quejas de los consumidores como efecto de la precipitación de flóculos de hidróxido de aluminio en los sistemas de distribución y del incremento de la coloración del agua debido al hierro”[22].

➤ **Amonio**

“Es el resultado final de la reducción de sustancias nitrogenadas orgánicas e inorgánicas. El amoníaco es un micronutriente para los microorganismos y las alteraciones en los sistemas de distribución. Este compuesto incide en los tratamientos de desinfección con cloro y aumenta su exigencia debido a la formación de cloramidas”[16].

➤ **Antimonio**

“Puede encontrarse en el agua en estado de oxidación III o V. Las mayores fuentes de contaminación de las aguas superficiales por antimonio son los vertidos de las industrias petrolera y cerámica, entre otras. Dado que su conducta química es similar a la del arsénico, su proceso de eliminación es similar al del arsénico”[16].

➤ **Arsénico**

“Es un elemento ampliamente distribuido por la corteza terrestre, principalmente en forma de sulfuro de arsénico o de arseniuros y arseniatos metálicos. La base del arsénico en el agua potable es la disolución de minerales y menas naturales”[22].

➤ **Bario**

“Elemento muy tóxico para el ser humano; provoca trastornos cardíacos, vasculares y nerviosos (incremento de la presión sanguínea). La contaminación del agua por bario puede proceder esencialmente de los residuos de perforación, de los efluentes de las refinerías de metales o de la erosión de los sedimentos naturales”[16].

➤ **Boro**

“Los estudios han demostrado su efecto en el retraso del crecimiento de las plantas. Los estudios realizados en plantas piloto han revelado una elevada eficacia de eliminación el boro en los procesos de ablandamiento con cal-sosa a pH 8,5-11,3 (98%) y, en menor medida, en la coagulación con sulfato férrico”[16].

➤ **Cadmio**

El cadmio “es un metal empleado en la industria del acero y en los plásticos. Los productos de cadmio son un componente muy utilizado en las baterías eléctricas. El cadmio se emite al medio ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación atmosférica local generan una contaminación difusa”[22].

➤ **Cianuro**

“La concentración de cianuro en las aguas superficiales se produce generalmente por la contaminación de vertidos industriales, sobre todo de galvanoplastia, plásticos, fertilizantes y minería. Los efectos del cianuro sobre la salud se relacionan con daños en el sistema nervioso y problemas de tiroides”[16].

➤ **Zinc**

“En el suministro de agua, el zinc procede por lo general del contacto con accesorios y estructuras galvanizadas o de bronce. Al ser un componente anfótero, el zinc puede estar en sus distintas formas solubles tanto en un pH ácido como alcalino. Por ello, su eliminación es difícil, a pesar de que existe poca información al respecto”[16].

➤ **Cloruros**

“Las aguas superficiales no suelen contener cloruros en concentraciones tan elevadas, salvo en aquellas fuentes que proceden de suelos salinos o de acuíferos influidos por las corrientes marinas. Debido a sus características químicas y a la alta solubilidad de la mayoría de los cloruros, su eliminación requiere métodos sofisticados y costosos”[16].

➤ **Cobre**

“Suele encontrarse de forma natural en las aguas superficiales, pero en concentraciones inferiores a 1 mg/L. La ausencia de cobre en el agua está relacionada principalmente con la corrosión de las tuberías en el hogar, la erosión de los depósitos naturales y la percolación de los conservantes de la madera. En concentraciones elevadas, el cobre puede fomentar la corrosión del aluminio y el zinc y cambiar el sabor del agua”[22].

➤ **Cromo**

El cromo “es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre (referencia de la directriz). La erosión de los depósitos naturales y los efluentes industriales que producen cromo (principalmente del acero, el papel y las curtidurías) se incorporan a las masas de agua superficiales”[22].

➤ **Fenoles**

“Su aparición en el agua está vinculada a la descomposición de las hojas, la materia orgánica, los ácidos húmicos y fúlvicos, entre otros. Los compuestos fenólicos y los fenoles halogenados son tóxicos para el ser humano en altas concentraciones. Los compuestos fenólicos son muy difíciles de eliminar con tratamientos convencionales”[16].

➤ **Fluoruros**

“Su existencia en el agua potable en concentraciones apropiadas combate la formación de caries dentales. Si la concentración de flúor en el agua es elevada, puede provocar manchas en los dientes y dañar la estructura ósea. Las principales fuentes de concentraciones contaminantes de flúor en el agua son los vertidos de las fábricas de acero y metales o de las fábricas de plásticos y fertilizantes”[16].

➤ **Hierro**

El hierro “es un componente normal del organismo humano (forma parte de la hemoglobina). Sus sales no suelen ser tóxicas en las cantidades que suelen encontrarse en las aguas naturales”[22].

“La aparición del hierro puede afectar al sabor del agua, provocar manchas indelebles en los aparatos sanitarios y en la ropa blanca. También puede generar depósitos en las redes de distribución y provocar obstrucciones, así como cambios en la turbidez y el color del agua”[22].

➤ **Manganeso**

El manganeso “es un elemento vital esencial para la vida de los animales; funciona como factor de activación de las enzimas. Su presencia no es habitual en el agua, pero cuando está presente, suele estar relacionado con el hierro”[22].

“El manganeso se encuentra de forma natural en muchas fuentes de aguas superficiales y subterráneas, especialmente en condiciones anaeróbicas o de microoxidación, y es la fuente más

destacada de manganeso en el agua potable, aunque la mayor exposición suele provenir de los alimentos”[22].

➤ **Mercurio**

“El mercurio se considera un contaminante indeseable del agua. El mercurio es un metal pesado muy tóxico para el ser humano, tanto en forma aguda como crónica”[22].

“La turbidez juega un papel fundamental en la disminución de las concentraciones de mercurio en el agua, ya que se ha demostrado experimentalmente que a niveles de turbidez superiores a 100 UNT, la eficacia aumenta sustancialmente”[22].

➤ **Nitritos y nitratos**

“Si un recurso hídrico acoge vertidos de aguas residuales domésticas, el nitrógeno se presentará en forma de nitrógeno orgánico amoniacal. Una vez en la sangre, el nitrito reacciona con el ion ferroso (Fe^{2+}) de la desoxihemoglobina y forma metahemoglobina, en la que el hierro se encuentra en estado férrico (Fe^{3+}), por lo que es imposible transportar oxígeno”[16].

➤ **Plata**

“Se cree que las personas que ingieren agua con cantidades abundantes de plata pueden experimentar una decoloración permanente e irreversible de la piel, los ojos y las mucosas. El proceso de floculación puede alcanzar una eficacia del 70 al 80% utilizando sulfato férrico a un pH de 7 a 9 o sulfato de aluminio a un pH de 6 a 8”[16].

➤ **Plomo**

“Las fuentes naturales suelen contener plomo en concentraciones muy variables. Los niveles pueden variar desde niveles traza hasta concentraciones significativas que contaminan definitivamente el recurso hídrico. El plomo es un metal pesado esencialmente tóxico; puede producir una intoxicación aguda o crónica en los seres humanos”[22].

➤ **Selenio**

El selenio “está formado en la corteza terrestre, por lo general en asociación con minerales que contienen azufre. Su origen suele estar relacionado con la minería, el petróleo y los vertidos industriales, pero también puede proceder de la erosión de depósitos naturales”[22].

➤ **Características microbiológicas**

“La presencia y el alcance de la contaminación fecal es un factor determinante de la calidad de una masa de agua. Las heces cuentan con una gran variedad de microorganismos y formas de resistencia de los mismos, entre los que se encuentran los organismos patógenos, que suponen un riesgo para la salud pública cuando están en contacto con los seres humanos”[16].

“El examen de muestras de agua para detectar la existencia de microorganismos del grupo de los coliformes que normalmente habitan en el intestino de los seres humanos y otros animales de sangre caliente, da una indicación”[16].

Grupo coliforme. Los coliformes “son bacterias que residen en el intestino de los mamíferos y que también se encuentran como saprofitas en el medio ambiente, excepto la *Escherichia*, que es de origen intestinal. Los coliformes tienen todas las características necesarias para ser un buen indicador de contaminación. Este grupo de microorganismos proviene de la familia de las enterobacterias. Se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35-37 °C en 24-48 horas y producir ácido y gas”[16].

Los siguientes géneros conforman el grupo coliforme:

- *Klebsiella*
- *Escherichia*
- *Enterobacter*
- *Citrobacter*
- *Serratia*

Coliformes totales: “Las bacterias coliformes totales (o coliformes totales) comprenden una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes, que pueden proliferar en presencia de concentraciones relativamente elevadas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en un plazo de 24 horas a 35-37 °C.”[22].

“La *Escherichia coli* y los coliformes termotolerantes son un subgrupo del grupo de coliformes totales que pueden realizar la fermentación de la lactosa a temperaturas más altas”[22].

Coliformes termotolerantes (fecales): “Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son responsables de la fermentación de la lactosa a 44-45 °C se llaman coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es *Escherichia*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* también son termotolerantes”[16].

“*Escherichia coli* se considera el índice más adecuado de contaminación fecal. En la mayor parte de las circunstancias, las poblaciones de coliformes termotolerantes están compuestas predominantemente por *E. coli*”[22].

... “Por lo tanto, este grupo se considera un índice aceptable de contaminación fecal, pero menos fiable que *E. coli*. *Escherichia coli* (o coliformes termotolerantes) es el microorganismo de elección para los programas de control de verificación, incluida la vigilancia de la calidad del agua potable”[22].

1.2.5.2. Contaminación del agua

“Se considera que el agua está contaminada cuando se altera su composición o estado y es menos apta para la función que le correspondería en su estado natural”[23].

“Esta definición incluye las alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua. También comprende el vertido de sustancias líquidas, gaseosas o sólidas, los cambios de temperatura debidos al vertido de agua caliente”[23].

- **Actividades que originan la contaminación de agua:** “Las fuentes de agua están contaminadas por el vertido indiscriminado de aguas residuales domésticas, comerciales, industriales o agrícolas sin tratar. Esto puede provocar la desaparición de muchas especies acuáticas, además de causar la proliferación de malos olores que afectan al medio ambiente. Por ello, el agua dulce pierde su calidad”[23].
- **Formas de contaminación del agua:** “La contaminación se puede producir de forma accidental, pero en la mayoría de los casos se debe al vertido incontrolado de aguas residuales y otros residuos líquidos procedentes del uso doméstico del agua, a los residuos industriales que contienen una gran variedad de contaminantes, a los efluentes agrícolas de las instalaciones ganaderas y a los desagües de los sistemas peligrosos, así como a las aguas de escorrentía urbana”[23].

“Otra fuente de contaminación es la aplicación deliberada de productos químicos en el suelo para incrementar el aprovechamiento de los cultivos, o su adición al agua para combatir organismos indeseables”[23].

Tipos de contaminantes: “Entre ellos se encuentran los detergentes, los disolventes, los cianuros, los metales pesados, los ácidos, los minerales y los orgánicos, las sustancias nitrogenadas, las grasas, las sales, las lejías, los tintes y los pigmentos, los compuestos fenólicos, los curtientes, los sulfuros y el amoníaco; muchos de estos compuestos son biocidas y tóxicos. El empleo de agua como refrigerante eleva temperaturas por encima de las normales de los cursos de agua”[23].

“La concentración de contaminantes contenidos en las aguas residuales originales suele cambiarse cuando el agua se trata antes de su vertido. El destino de los contaminantes tras su vertido a un agua natural suele depender de su naturaleza (solubilidad, biodegradabilidad) y de la masa de agua en cuestión”[23].

1.2.5.3. Enfermedades producidas por la contaminación del agua

Las enfermedades transmitidas por el agua “son provocadas por diversos tipos de microbios, como bacterias, protozoos, virus y gusanos, que pueden transmitirse a los seres humanos a través del agua infectada, de otros seres humanos o de los animales. La eliminación indebida de los excrementos humanos contamina el agua, las manos y los alimentos, ya que a causa de estos tres medios los microorganismos entran por la boca, causando enfermedades e incluso la muerte”[24].

1.2.5.4. Relación entre la calidad de agua y la salud

“El agua y la salud tienen una estrecha relación, ya que si el agua no es apta para el consumo humano (no cumple los parámetros establecidos por las normas), puede conllevar enfermedades, afectando negativamente a la salud de las personas que la consumen”[25].

1.2.5.5. Límites máximos permisibles de calidad del agua

Es la medida del grado de concentración de diversos parámetros, tales como físicos, químicos y microbiológicos que caracterizan al agua, estos parámetros al ser excedidos pueden perjudicar la salud de los habitantes y el medio ambiente.

La Ley N° 28611 (Ley General del Ambiente) en el Artículo 33° señala que: “El LMP es coherente entre el nivel de protección ambiental determinado para una fuente concreta y los contenidos generales establecidos en las ECA, La aplicación de estos instrumentos debe garantizar que no se supere la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas correspondientes”[26].

1.2.5.6. Reglamento peruano de la calidad del agua para consumo humano

“Este reglamento nos indica que, el agua para uso humano no debería comportarse como un vehículo de contagio de enfermedades, por lo que es muy relevante determinar los parámetros y los LMP para asegurar la seguridad del agua”[27].

“El objetivo de este reglamento es determinar los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que deben reunir las aguas de consumo para proteger la salud pública. Se aplica en todo el territorio nacional y comprende todo tipo de servicios (públicos, municipales y privados) independientemente del sistema o red de distribución o en relación con

la prevención y el control de la contaminación del agua, independientemente de su estado físico”[27].

1.2.5.7. Concepto de abastecimiento de agua potable

“El abastecimiento de agua es el suministro de agua potable a una comunidad, que incluye las instalaciones de depósitos, válvulas y tuberías”[28].

Se entiende por abastecimiento de agua “Es el grupo de obras e instalaciones cuya función es atender las demandas de agua de una comunidad, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo. Para lograr este objetivo, un sistema de abastecimiento de agua suele constar de las siguientes fases o etapas”[29].

El abastecimiento de agua potable “es proporcionar un servicio óptimo del recurso hídrico, el cual es necesario para la supervivencia de toda la población, siendo posible gracias al funcionamiento correcto de todo un grupo de obras de arte, tuberías, accesorios y calidad del agua”[30].

1.2.5.8. Sistema de abastecimiento de agua potable

“El sistema de suministro de agua por gravedad con tratamiento es un conjunto de estructuras para llevar el agua a la población a través de las conexiones domésticas. Consiste en diferentes procesos físicos y químicos destinados a hacer que el agua sea apta para el consumo humano, reduciendo y eliminando bacterias, sustancias venenosas, turbidez, olor, sabor, etc. Se dice sistema de gravedad porque el agua cae por su propio peso, desde la captación hasta el depósito y de ahí a las conexiones domiciliarias”[31].

El sistema de abastecimiento público de agua “es el complejo de obras, equipos y servicios dirigidos al suministro de agua potable a una comunidad para el consumo doméstico, los servicios públicos, el consumo industrial y otros usos, El agua suministrada por el sistema debe ser, siempre que sea posible, una cantidad suficiente y de la más alta calidad desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico”[32].

Un sistema de abastecimiento de agua “está constituido por una serie de estructuras presentando características diferentes, que serán afectadas por coeficientes de diseño distintos en razón a la función que cumplen dentro del sistema”[33].

1.2.5.9. Sistema de agua potable

“Un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como objetivo principal proveer a la comunidad de agua en cantidad y calidad óptima para cubrir sus necesidades, Uno de los aspectos fundamentales de este capítulo es entender la palabra potable”[34].

“Sin embargo, una acepción universalmente aceptada es que el agua potable es toda aquella que es óptima para el consumo humano, es decir, que es viable beberla sin que provoque daños o enfermedades al consumirla, La contaminación del agua causada por las aguas residuales es la causa fundamental de enfermedades causadas por virus, microbios y otros elementos orgánicos que tienen las heces, por esta razón es vital conocer la calidad del agua con la que se abastecen los habitantes”[34].

1.2.5.10. Fuentes de abastecimiento de agua potable

Las fuentes de abastecimiento “Sin embargo, en todos los proyectos se deben determinar las necesidades directas de la localidad, siendo necesario que, al menos, la fuente facilite el caudal máximo diario para esa etapa, sin peligro de disminución por sequía o cualquier otra causa”[35].

“Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es preciso destacar la selección de una fuente adecuada o una combinación de ambas para suministrar agua suficiente a la población, Según la forma de suministro, se consideran tres tipos básicos de fuentes: agua de lluvia, agua superficial y agua subterránea”[35].

1.2.5.11. Tipos de fuentes de abastecimiento

Según la forma de suministro, se contemplan tres tipos esenciales de fuentes de agua: aguas meteóricas, aguas superficiales y aguas subterráneas.

a) Agua meteórica

Las aguas meteorológicas “se consideran las que proceden de la lluvia, la nieve o el granizo, etc. El uso de este recurso es beneficioso cuando el régimen de lluvias es considerable; para ello, se emplean los tejados de las casas o estanques superficiales impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya

capacidad depende del gasto necesario y del régimen pluviométrico”[35].

b) Aguas superficiales

Las aguas superficiales “están formadas por arroyos, ríos, lagos, etc. que fluyen naturalmente en la superficie del terreno, Estas vías no son tan deseables, sobre todo si hay zonas habitables para el pastoreo de animales aguas arriba”[35].

“Sin embargo, en ocasiones no hay ninguna otra fuente alternativa en la comunidad, siendo preciso para su uso disponer de información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua”[35].

c) Aguas subterráneas

El agua del sub suelo “es uno de los principales recursos de la tierra, el agua que se acumula en los poros, grietas y aberturas del material rocoso del subsuelo se denomina agua subterránea”[35].

“La explotación de las aguas subterráneas variará en función de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero; las aguas subterráneas pueden captarse a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados o tubulares)”[35].

1.2.5.12. Selección de tipo de fuente de captación

La mayoría de centros poblados del Perú generalmente presentan dos tipos de captación: “aguas superficiales procedentes de arroyos, canales, ríos, lagunas, etc.; y aguas subterráneas que provienen de acuíferos y manantiales, Las primeras suelen llevar agua infectada por la existencia de sedimentos y residuos orgánicos, lo que requiere la instalación de una planta de tratamiento, Las segundas suelen tener agua de buena calidad”[36].

1.2.5.13. Fuente de captación

En el diseño del abastecimiento de un sistema de agua potable, la fuente de captación “es el factor primordial, ya que es a través de estos acuíferos como se suministra la demanda de consumo de la población. Hay dos tipos

de fuentes de captación según su naturaleza, que son las aguas subterráneas y las superficiales”[37].

Aguas Superficiales

“Las aguas superficiales están compuestos por los arroyos, los lagos, ríos, acequias, quebradas etc”[37].

Aguas Subterráneas

“Estas aguas son originadas por infiltración de agua de lluvia o de la precipitación de la cuenca se infiltra el agua en el suelo hasta la saturación”[37].

1.2.5.14. Vigilancia sanitaria y control de la calidad del agua para consumo humano

La vigilancia sanitaria puede definirse como “el conjunto de medidas aplicadas por la autoridad competente para determinar el riesgo que supone para la salud pública la calidad del agua suministrada por los sistemas públicos y privados de abastecimiento de agua, así como para evaluar el grado de cumplimiento de la legislación relativa a la calidad del agua”[38].

En teoría, la vigilancia de la salud tiene dos componentes principales:

- “Relación de la calidad física, química y microbiológica del agua con las enfermedades transmitidas por el agua para establecer el impacto en la salud”[38].
- “revisión continua y sistemática de la documentación sobre la calidad del agua para confirmar que la fuente, el tratamiento y la distribución cumplen los objetivos y la normativa establecidos”[38].

1.2.5.15. Elementos de vigilancia y control

La OMS ha definido tres aspectos que debe contener todo programa de vigilancia. Estos elementos también son útiles en el caso del control de calidad:

- **Inspección técnica o inspección sanitaria:** “La inspección sanitaria es una medida que permite identificar los objetivos y las fuentes de contaminación potenciales y que intenta proporcionar

una serie de informaciones e identificación de los posibles problemas de contaminación”[39].

- **Evaluación física, química y microbiológica del agua de consumo humano:** “Esta evaluación sirve para conocer las propiedades de la calidad del agua y determinar su aceptabilidad para el consumo humano”[39].
- **Evaluación institucional:** “Está vinculado a los elementos de gestión y funcionamiento del proveedor y al grado de apoyo a las actividades de control de calidad”[39].

1.2.5.16. Calidad de agua

De acuerdo a [40] toda agua consumida por un humano, no debe tener:

- “Virus”[40]
- “Seres de vida libre, como protozoos, algas, nematodos, copépodos y rotíferos en todos sus estadios de evolución”[40].
- “Bacterias coliformes totales, termotolerantes y Escherichiacoli”[40].
- “Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos”[40].
- “Para el caso de bacterias heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C”[40].

1.2.5.17. Calidad de agua

Las fuentes de suministro de agua “se valoran fundamentalmente en razón de su calidad, dando prioridad a las fuentes subterráneas, por ser las menos contaminadas”[41].

En general, el agua “debe estar libre de agentes patógenos, sustancias tóxicas y exceso de minerales y materia orgánica; para ser placentera, debe estar libre de color, turbidez, sabor y olor; el contenido de oxígeno debe ser suficientemente alto y debe tener una temperatura adecuada”[41].

En Perú, existen normas de calidad del agua potable "publicadas a través del Estatuto de Calidad del Consumo Humano, que contemplan contenidos de calidad del agua en sus aspectos físicos, químicos y bacteriológicos”[41].

1.2.5.18. Cantidad de agua

“La mayor parte de los dispositivos de abastecimiento de agua potable de nuestro país tienen como fuente manantiales; la falta de registros hidrológicos hace necesaria una investigación exhaustiva de las fuentes; lo ideal sería realizar los aforos durante la estación seca, cuando los rendimientos hídricos son menores”[42].

... “para satisfacer la demanda de la población futura, Hay diversos métodos para establecer el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales son el volumétrico y el de velocidad-área; el primer método sirve para calcular los caudales concentrados hasta un máximo de 10 l/s y el segundo para los caudales superiores a 10 l/s que fluyen en un curso concreto”[42].

1.2.5.19. Captación

“Las obras de captación son las construcciones civiles y los equipos electromecánicos utilizados para recoger y evacuar adecuadamente las aguas superficiales o subterráneas. Estas obras varían según la naturaleza de la fuente de suministro, su ubicación y su magnitud”[43].

“El diseño hidráulico y el dimensionamiento de la captación estarán en función de la topografía de la zona, la textura del suelo y el tipo de fuente; esta estructura debe procurar no modificar la calidad y la temperatura del agua, ni alterar el caudal y el flujo natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales”[43].

“Es preciso que el diseño de la instalación de captación tenga en cuenta el control adecuado del agua, la posibilidad de sedimentación, la estabilidad estructural, la precaución de la contaminación futura y la facilidad de control y funcionamiento”[43].

1.2.5.20. Captación mediante barrage

El barrage es una infraestructura elevada en el lecho del río con el fin de retener el agua, provocando la elevación de su nivel hasta una altura que garantice una captación permanente.

“La forma depende de su tipo: geometría, disposición dentro del curso de agua, material de construcción y economía del proyecto”[44].

a. Barraje Fijo

“Se trata de una estructura sólida situada a lo largo de toda la anchura del canal que genera un flujo constante de agua, por lo que la curva de remanso que se produce aguas arriba de la barcaza no puede ser variada, provocando un atasco de sólidos que puede llevar a una toma inútil o a la entrada de material a través de la ventana de toma”[44].

b. Barraje Móvil

“Se trata de un programa de compuertas situadas en toda la anchura del cauce del río, que a su vez regulan el flujo de agua; desde el punto de vista hidráulico, se aconseja cuando el río tiene un periodo de crecidas con caudales muy elevados”[44].

c. Barraje Mixto

“Es la combinación de las dos precedentes, formada en parte por una estructura fija y el resto por un conjunto de compuertas que sirven de canal para la limpieza del material sólido acumulado”[44].

1.2.5.21. Diseño hidráulico y dimensionamiento del barraje

Para el dimensionamiento de las captaciones “es preciso disponer del caudal máximo de la fuente, para que la ventana de captación esté a una altura adecuada y con la longitud y anchura correctas, para poder captar el caudal requerido”[45].

1.2.5.22. Diseño estructural

“Para el diseño, se plantea que el muro está soportando el empuje de tierras, es decir, cuando la caja está llena, el empuje hidrostático tiene una variable que anula el empuje de tierras, favoreciendo así la estabilidad del muro. Las cargas consideradas son: el peso propio de la estructura, el empuje de tierra y la subpresión”[46].

“Para garantizar la estabilidad del muro, se deberá comprobar que la carga unitaria es igual o inferior a la capacidad portante del suelo, mientras que para asegurar la solidez del muro al deslizamiento y al volteo, se debe comprobar un coeficiente de seguridad no inferior a 1,6”[46].

1.2.5.23. Línea de conducción

Se llama línea de conducción “el conjunto de tuberías y accesorios cuya finalidad es conducir el agua desde la fuente de abastecimiento de la captación hasta el lugar donde se encuentra el depósito de regulación, la depuradora o directamente la red de distribución”[47].

“Esta conducción puede realizarse de dos maneras, de acuerdo con la ubicación de la fuente de suministro con respecto a las obras de regulación”[47], “Si la fuente de suministro está situada a un nivel topográfico por encima del depósito de almacenamiento, la conducción se efectúa por gravedad, ya sea trabajando como canal (sin presión) o como tubería (bajo presión), siendo esta última la más habitual en las obras de abastecimiento de agua potable, Si la fuente de abastecimiento se encuentra en un nivel topográfico inferior al depósito de regularización, la conducción se realiza por bombeo”[47].

1.2.5.24. Línea de conducción por gravedad

Se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento “es mayor que la altura pizométrica exigida o existente en el punto de entrega del agua, el traslado del fluido se realiza por la diferencia de energías disponibles”[48].

La Línea de conducción por gravedad tiene dos variantes:

- **Por canales** (sin presión), “cuando la línea pizométrica concuerda con la superficie del agua”[48].
- **Por tuberías** (a presión), “cuando la línea pizométrica está por encima del lomo de los conductos”[48].

a. Conducción por tubería

Para diseñar la línea de conducción a presión se deben tener en cuenta los siguientes factores principales:

- **Topografía:** “El tipo y la clase de tubería a utilizar en la tubería dependerá de las características topográficas de la línea. Es conveniente obtener perfiles que permitan tener bajas presiones de operación, evitando también tener presiones excesivamente altas”[48].
- **Geotecnia:** “en general, la tubería de conducción deben estar enterrada, especialmente las de PVC”[48].

- **Cruzamientos:** “durante el trazo topográfico hay que localizar los lugares más adecuados para el cruce de carreteras, vías férreas, ríos, etc.”[48].
- **Déficit de oferta:** “Si el suministro disponible de la fuente es inferior al suministro diario máximo requerido por la población, es necesario buscar otra fuente de suministro complementaria que proporcione la diferencia que falta”[48].

1.2.5.25. Criterios de diseño

“Una vez definida la ubicación de la tubería, es necesario tener en cuenta los criterios de diseño que permitan el planteamiento final en base a las siguientes consideraciones”[49].

a. Carga disponible

“La carga existente representa la pérdida de altura entre la cuenca y el embalse”[49].

b. Gasto de diseño

“El caudal de diseño es el correspondiente al caudal máximo diario (Qmd), que se estima tomando en consideración el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado (Qm) y el factor K1 del día de máximo consumo”[49].

c. Clase de tubería

La clase de tubería a seleccionar estará definida “por la presión máxima que se produce en la línea, presente en la línea de carga estática. Para la selección, se tendrá que considerar una tubería que resista la mayor presión que se pueda producir, ya que la presión máxima no se produce en condiciones de funcionamiento, sino cuando se produce la presión estática, al cerrar la válvula de control de la tubería”[49].

d. Diámetro

Para determinar el diámetro “se toman en consideración diferentes soluciones y se estudian varias alternativas desde el punto de vista económico, teniendo en cuenta la pendiente máxima en toda la longitud del tramo”[49].

“El diámetro escogido debe tener la facultad de transportar el caudal de diseño con velocidades de pérdida entre 0,6 y 3,00 m/s y las

pérdidas de carga calculadas por sección deben ser menores o iguales a la carga disponible”[49].

1.2.5.26. Gradiente hidráulico

La línea de gradiente hidráulica “indica la presión del agua a lo largo de la tubería en condiciones de funcionamiento. Cuando la línea de gradiente hidráulico se traza para un flujo que descarga de forma libre a la atmósfera, puede provocar que la presión residual en el punto de descarga sea positiva o negativa”[50].

“Si la presión residual es positiva, señala que hay un exceso de energía gravitatoria; es decir, hay energía disponible para mover el flujo. Si la energía residual es negativa, indica que no hay suficiente energía para mover el fluido; en este último caso, la línea de gradiente hidráulico puede volver a trazarse utilizando un caudal menor y/o empleando un diámetro de tubería mayor, a fin de tener una carga operativa de presión positiva en toda la longitud de la tubería”[50].

1.2.5.27. Pérdida de carga

La pérdida de carga “es el consumo de energía para derrotar la resistencia que se opone al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de tubería. Las pérdidas de carga pueden ser lineales, o por fricción y singulares o locales”[51].

“Las primeras son las provocadas por la fuerza de rozamiento en la zona de contacto entre el fluido y la tubería; y las segundas son las producidas por las deformaciones del flujo, cambios en sus desplazamientos y velocidad (estrechamiento o ensanchamiento brusco de la sección, torneo de las válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.)”[51].

1.2.5.28. Presión

En la línea de conducción, la presión “representa la magnitud de la energía gravitatoria contenida en el agua. Está determinada por la ecuación de Bernoulli”[51].

1.2.5.29. Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

Las plantas diseñadas para el tratamiento de agua, “son sencillas de construir, operar y mantener con recursos locales. Sus instalaciones son de obra civil sencilla, de fácil mantenimiento y de larga duración, lo que permite una reducción de costes de entre el 40 y el 50% en relación con

otras tecnologías. Las plantas pueden construirse por módulos, según la disponibilidad de recursos económicos y materiales locales”[52].

“Como requisito previo a la construcción de una EDAR, es necesario conocer las características físico-químicas y microbiológicas de la fuente para seleccionar el grado de tratamiento necesario y garantizar la calidad del producto final”[52].

- **Pretratamiento**

La primera operación de pretratamiento “consta de la eliminación de los sólidos de gran tamaño que pueda incluir el agua en el punto de captación, por ejemplo, hojas o ramas de árboles, piedras, etc”[52].

“Para ello, se utilizan cribas y/o tamices para retener los sólidos. Cuando el grado de arenas y sólidos similares en suspensión es elevado, se utilizan canales de desarenado en los que los sólidos se depositan por gravedad”[52].

- **Coagulación- floculación**

Antes entrar a la etapa de decantación, “se regula el pH añadiendo ácidos (clorhídrico, sulfúrico) o álcalis (hidróxido de sodio, hidróxido de calcio) y se añaden al agua agentes coagulantes (sales de hierro o de aluminio), que dan lugar a cationes multivalentes con cargas positivas que compensan la carga negativa de las partículas coloidales y eliminan así las fuerzas de repulsión entre ellas, facilitando su coalescencia para dar lugar a partículas más grandes”[52].

“También se añaden floculantes (polielectrolitos) para aglutinar las partículas formadas durante la coagulación y formar flóculos más grandes que se distinguen más fácilmente por decantación en la etapa posterior de sedimentación, ya que descienden a mayor velocidad”[52].

- **Decantación**

En esta etapa “los flóculos que se forman por la acción de los agentes coagulantes y floculantes se depositan en tanques circulares o rectangulares, obteniendo el agua clarificada en la parte superior y extrayendo una corriente de lodo que contiene los flóculos sólidos en el fondo”[52].

1.2.5.30. Parámetros de diseño

○ Periodo de diseño

Se recomienda un período de diseño de las instalaciones “entre 8 y 12 años, de forma que esté en armonía con la dinámica de crecimiento de la población y el coste de oportunidad del acceso a la financiación de proyectos”[53].

○ Dotación de agua

La dotación de agua o la demanda percapita, “es la magnitud de agua requerida por cada persona de la población expresada en litros/habitante/día”[53].

○ Población de diseño

La población es la que determina los requerimientos de agua “Las obras no se plantean para satisfacer sólo las necesidades actuales, sino que es necesario prever el crecimiento de la población, por lo que es preciso calcular la población futura a la que servirá el sistema de agua y saneamiento. También, si es necesario, hay que considerar la población permanente, flotante y migratoria”[53].

1.2.5.31. Reservorios

“Son unidades de almacenamiento de agua potable que garantizan el suministro de la red de distribución en horas de máximo consumo y mantener una presión adecuada de servicio”[54].

1.2.5.32. Funciones del reservorio

El reservorio “cumple las siguientes funciones, como nos indica”[54].

- “Compensar las variaciones durante del día (*Vregulación*)”[54].
- “En caso de emergencias, como fallos de la bomba, incendios u otros casos, debe almacenarse una cierta cantidad de agua”[54].
- “Garantizar que las presiones de servicio de la red cumplan con los límites permitidos en cada punto de la red”[54].

1.2.5.33. Volumen de reservorio

Para determinar la capacidad del reservorio, “es preciso tomar en cuenta la compensación de las variaciones horarias, la emergencia por incendio, la provisión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el embalse funcione como parte del sistema. Para el

cálculo de la capacidad del embalse, se tiene en cuenta la compensación de las variaciones horarias de consumo y los eventuales daños en la línea de conducción”[55].

... “El depósito debe posibilitar la plena satisfacción de la demanda máxima que se produzca en el consumo, así como cualquier variación de consumo que se registre durante las 24 horas del día. En caso de que se produzcan daños en la tubería que puedan causar un déficit de suministro de agua, mientras se realizan las reparaciones, es aconsejable proporcionar un volumen adicional de agua para restaurar el suministro de agua al depósito”[55].

1.2.5.34. Tipos de reservorio

“Los embalses de almacenamiento pueden ser de tipo alto, apoyado y enterrado. Los embalses elevados, que pueden ser esféricos, cilíndricos y paralelepípedos, se construyen sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los embalses elevados, de forma principalmente rectangular y circular, se construyen directamente sobre la superficie del suelo; y los embalses enterrados, de forma rectangular y circular, se construyen bajo la superficie del suelo (cisternas)”[55].

“Para cantidades medianas y pequeñas, como en el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, es tradicional y económico construir un embalse con soporte cuadrado o circular”[55].

1.2.5.35. Ubicación y recubrimiento de tuberías

Para la “ubicación de las redes de distribución, se considera los siguientes parámetros, como específica la OS.050”[56]:

- “En las calles con una anchura igual o inferior a 20 m, la línea principal de agua debe diseñarse para que discorra junto a la calzada a una distancia mínima de 1,20 m del límite de la propiedad”[56].
- “En las calles, avenidas o calles con una anchura superior a 20 m, se deben proyectar dos líneas de tuberías de agua, una a cada lado de las aceras”[56].
- “El ramal difusor debe situarse a una distancia máxima de 1,20 m en paralelo a la calzada”[56].
- “La distancia horizontal mínima entre dos conductos centrales de agua y alcantarillado es de 2 m”[56].

- “La distancia mínima horizontal entre las ramas de distribución y los colectores es de 0,20 m”[56].
- “El recorrido mínimo en las vías de circulación de vehículos es de 1 m por encima de la clave de la tubería, mientras que es de 0,30 m en las zonas sin acceso de vehículos, es decir, en las zonas con acceso peatonal únicamente”[56].

1.2.5.36. Red de distribución

La red de distribución de agua potable, “es el sistema de tuberías cuya función es suministrar agua al usuario, ya sea por medio de una boca de riego pública o por medio de una conexión domiciliaria”[57].

“La distribución parte del depósito y recorre todas las calles de la localidad beneficiaria; las tuberías son de diferentes diámetros, que se entierran en la vía pública, es decir, en terrenos propiedad del Ayuntamiento, a los que se conectan tuberías de pequeño diámetro para introducir el agua en los edificios”[57].

1.2.5.37. Tipos de redes

Hay dos tipos de sistemas de distribución, de acuerdo a la forma de los circuitos: el sistema puede ser ramificado o abierto y de circuito cerrado, denominado como malla, parrilla, etc.

- **Sistema abierto o ramificado**

“Son redes de distribución formadas por un ramal principal y una serie de ramales. Este sistema se utiliza cuando la topografía no permite o dificulta la interconexión entre ramales y cuando el desarrollo de las poblaciones es lineal, normalmente a lo largo de una carretera o un río”[58].

“Las tuberías generales se calcularán con el caudal acumulado que les corresponda a partir del caudal máximo horario. Este tipo de red tiene el perjuicio de que cuando se produce una avería en la tubería principal, se corre el riesgo de tener que interrumpir el servicio en toda la población, del mismo modo que al ser el escurrimiento prácticamente en un solo sentido, no hay oportunidad de sobrealimentar tramos que demanden un mayor gasto además de tener en ocasiones un elevado número de puntos muertos, sin embargo, su construcción es generalmente económica”[58].

- **Sistema cerrado**

“Este sistema está formado por tuberías interconectadas que forman mallas. Se considera más conveniente este tipo de sistema puesto que al utilizar un circuito cerrado, se logra un servicio más permanente y eficiente”[58].

“Es el sistema de tuberías que se instala en el subsuelo de las calles de una población y del cual se desprenden las tomas domiciliarias que entregan el agua en la puerta de la casa del usuario. Se compone de tuberías principales, también llamadas circuitos, y de tuberías secundarias o de relleno, que son las derivadas de las primeras”[58].

1.2.5.38. Tensión Tractiva

Se define a la fuerza de arrastre o tensión tractiva “como la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado”[59].

1.2.5.39. Población y demanda de agua

“Nos indica que todo proyecto hídrico se diseña para cumplir una exigencia mediante la previsión del crecimiento de la población en un periodo que varía entre 10 y 20 años, siendo preciso realizar una estimación de la población futura para poder determinar la demanda de agua teniendo en cuenta el periodo de diseño”[60].

1.2.5.40. Enfermedad

“La enfermedad se define como cualquier alteración del equilibrio físico, mental y social de los individuos. También señala que todos los organismos vivos son vulnerables a padecer alguna enfermedad como consecuencia de diversos agentes patógenos. Una noxa es cualquier patógeno que provoca una enfermedad, puede ser por causa de exceso, deficiencia o defecto dentro del organismo”[61].

“La enfermedad puede sobrevenir cuando no se logra vencer la influencia de las noxas. Si alguno de los factores ya antes mencionados (físico, mental y social) que gobiernan la salud sufre un desequilibrio puede provocar un condicionamiento sobre el resto, produciéndose una enfermedad. La enfermedad es la evolución de un proceso patológico que no a sido tratado por un médico”[61].

1.2.6. Marco conceptual

1.2.6.1. El agua

“El agua es una materia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). La denominación de agua se refiere en general a la sustancia en su estado líquido, aunque puede encontrarse en su forma sólida llamada hielo y en su forma gaseosa llamada vapor”[62].

“Es una sustancia relativamente común en la tierra y en el sistema solar, donde se presenta fundamentalmente en forma de vapor o hielo. Es esencial e indispensable para el origen y la supervivencia de la gran totalidad de todas las formas de vida conocidas”[62].

1.2.6.2. Calidad de vida

“Es un término complejo y tiene definiciones desde la ciencia política, la medicina, la sociología que alude a varios grados de la sociedad, la comunidad, en el aspecto físico hasta el aspecto mental. Hay 5 áreas para evaluar la calidad de vida. El bienestar físico, el bienestar material, el bienestar social, el desarrollo y el bienestar emocional”[63].

1.2.6.3. Calidad de agua

“La calidad del agua se determina en función del uso que se le vaya a dar, ya sea doméstico, recreativo, agrícola o ganadero. Sin embargo, hay que tener en cuenta que enseguida de utilizar el recurso, éste suele volver al sistema hidrológico, por lo que si no se realiza el tratamiento adecuado, puede acabar afectando gravemente a la fuente”[64].

... “Este recurso determina la capacidad del agua para satisfacer los usos que se pueden realizar de ella y tiene un impacto directo en la salud humana. La biodiversidad, la calidad de los alimentos, la salud y las actividades humanas dependen de la calidad de este recurso”[64].

1.2.6.4. Importancia del agua

“El agua es el instrumento fundamental de la naturaleza para sostener y reproducir la vida en el planeta, ya que es un factor esencial para el cumplimiento de los procesos biológicos que la hacen posible”[65].

Asimismo, “el agua ayuda a la integridad del funcionamiento del medio ambiente, de los seres vivos y de los organismos que lo habitan, por eso

el agua es un elemento indispensable, es decir, es una necesidad básica para los seres vivos”[65].

1.2.6.5. El saneamiento de agua

Según el *Diccionario de arquitectura y construcción*, “El abastecimiento de agua es el suministro de agua potable a una comunidad, que abarca la instalación de depósitos, válvulas y tuberías”[66].

Se entiende por abastecimiento de agua “Es el conjunto de obras e instalaciones cuya finalidad es atender las demandas de agua de una comunidad, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo”[66].

1.2.6.6. Captación

“Es el elemento preliminar del sistema hidráulico y se mantiene en las posiciones en las que a través de él se atrae el elemento para poder abastecer la localidad. Llegan a ser una o varias delimitando una zona de protección cerrada”[67].

“Las aguas superficiales se captan a través de tomas; en algunos procesos se utilizan galerías filtrantes para captar el agua que también se filtra previamente. En esta investigación, el agua procede de un manantial, por lo que se incluye en las aguas subterráneas”[67].

1.2.6.7. Parámetros microbiológicos

Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano

1.2.6.8. Reservorio de almacenamiento

“El depósito tiene una misión muy relevante en los sistemas de distribución de agua potable. Su relevancia se basa en el almacenamiento de un volumen de agua capaz de balancear el suministro y el manejo hidráulico del sistema y en el eficiente y continuo mantenimiento de este servicio de agua potable”[67].

1.2.7. Marco legal

1.2.7.1. Constitución Política del Perú del año 1993

1.2.7.2. Ley General de Salud (Ley N° 26842)

1.2.7.3. Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA)

1.2.7.4. Ley General de aguas. Decreto ley N° 17752 y sus modificaciones según el decreto supremo N° 007-83-SA.

1.2.7.5. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente

Ley General del Ambiente, “Toda persona tiene el deber de vivir en un medio ambiente sano, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de participar en una gestión ambiental eficaz y de proteger el medio ambiente, así como sus componentes, garantizando en particular la salud de las personas individual y colectivamente, la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país”[68].

1.2.7.6. Decreto supremo N° 015-2015-MINAM Categorías para el tipo de uso del agua

“Existen cuatro categorías población y recreacional, actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales, riego de vegetales y bebida de animales, conservación del ambiente acuático”[69].

1.2.7.7. Ley de los recursos hídricos ley N° 29338

1.2.7.8. Reglamento de la ley general de Servicios de saneamiento, D.S. N° 09-95-PRES

1.2.7.9. R.D. N°160-2015-DIGESA Protocolo de procedimiento para la toma de muestras, preservación, transporte y almacenamiento de agua para consumo humano

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- **TIPO**

El presente “trabajo de investigación es cuantitativo no experimental, puesto que se aplicó conocimientos previos adquiridos de un aprendizaje teórico, además resolver problemas reales”[70].

NIVEL

Es una investigación de nivel descriptivo, porque se va describir los variables de estudio y el fenómeno en general, pero además buscaremos explicar la relación que existe entre dos variables.

- **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de investigación que se realizara es correlacional, en el cual no se manipulan variables, simplemente se describen y se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único con el objetivo de describir variables y analizarlas. “El diseño constituye el área, el contexto, el entorno, la dimensión espacio-temporal que se convierte en fuente de información para el investigador”[71].

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1. Población

Está constituida por el agua de un pozo tubular, ubicado en “El Huarango y Upis Huarango” y también por 2262 personas que viven en el sector “El Huarango y Upis Huarango”, que utilizan el agua proveniente del pozo en estudio, para su consumo.

2.2.2. Tamaño de la muestra

Muestra:

Estará constituida por el agua de un pozo tubular ubicado en el Upis Huarango, Mz G1-Lt 19 y también por 329 personas del sector El Huarango y UPIS Huarango.

Muestreo

El tipo de muestreo que se aplicará será no probabilístico discrecional o por juicio

$$n = \frac{N Z^2 p q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde:

N = Tamaño de la población, N = 2262

n = Tamaño de la muestra representativa

Z = Nivel de confianza: 95%, de tablas Z=1.96).

p = Probabilidad de éxito 0.5

q = Probabilidad de fracaso 0.5

E = Error de estimación, 0.05

Calculando tenemos: $n = 328.5 \cong 329$ Pobladores

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

2.3.1. Variable Independiente:

VI = Calidad de agua

2.3.2. Variable dependiente:

VD = Salud de las personas

2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis principal

Ha: Existe una relación entre la calidad de agua para consumo humano y su riesgo en la salud de las personas en el sector, El Huarango y Upis Huarango, Ica 2022.

2.4.2. Hipótesis específicas

H2: La calidad fisicoquímica del agua para consumo humano en el sector, El Huarango y Upis Huarango y su influencia en la salud de las personas, Ica 2022, es de buena condición

H3: La calidad microbiológica del agua para consumo humano en el sector, El Huarango y Upis Huarango y su influencia en la salud de las personas, Ica 2022, es de buena condición

2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.5.1. Técnicas

La técnica que se utilizaran para cumplir con los objetivos es:

a. *Revisión de información documentada*

Se recopilará toda la información disponible

b. *Observación*

Se realizará una observación sistemática. Porque tendrá como inicio planificación, luego el establecer objetivos y ayuda de instrumentos como la guía de observación.

Esta técnica es la acción de observar, es el procedimiento de mirar de cerca, es decir en sentido amplio el experimento, el proceso de someter comportamientos de algunas cosas o condiciones manipuladas según ciertos principios para realizar la observación. Observación significa el conjunto de cosas observadas, el conjunto de fenómenos, la observación equivale a datos a fenómenos, a hechos.

c. *Entrevista:*

Se realizará una serie de entrevistas con diversos pobladores de la zona de estudio para que nos puedan brindar referencias sobre las viviendas que cuentan con acceso al agua proveniente del pozo en estudio y sobre su estado de salud actual.

2.5.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaran para cumplir con los objetivos son:

- a. Las fichas bibliográficas** para “el desarrollo del marco teórico y la teoría básica, que permitió realizar diferentes anotaciones de los autores consultados. Incluyo la búsqueda, recopilación y ordenamiento de la información en relación a la calidad del agua de consumo humano y su influencia en la salud de las personas”[72].

b. Análisis en un laboratorio

El agua será analizada en un laboratorio acreditado, de manera que los resultados sean aceptados

2.5.3. Análisis de datos

Se dará inicio con la identificación del pozo a analizar y la determinación de la población que cuenta con acceso a agua para consumo humano que proviene de este.

Se procederá a determinar la muestra que consta de un pozo de agua subterránea para el análisis de laboratorio y 329 personas para las encuestas .

Se contratará a un laboratorio para que pueda tomar las muestras y hacer los análisis respectivos del pozo de agua subterránea, y también se dio inicio al estudio de casos y controles.

Una vez brindada la información de los resultados por parte del laboratorio, se procederá a hacer la comparación de los parámetros analizados en laboratorio con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA, y se determinará si el agua es apta o no para el consumo humano. Por otro lado, se procederá a analizar y determinar los resultados obtenidos de las encuestas realizadas. Finalmente se determinará la relación que existe entre la calidad del agua subterránea del pozo del sector El Huarango y UPIS Huarango con la salud de las personas que habitan en este sector.

III. RESULTADOS

3.1. **Diagnostico situacional de agua potable en el asentamiento humano Huarango y Upis Huarango del sector tierra prometida**

Este centro poblado está ubicado dentro del distrito de Ica, provincia de Ica, en la región de Ica

Descripción del asentamiento humano Huarango y Upis Huarango

- **Ubigeo:** código del distrito N° 110101.
- **Altitud geográfica:** Una altitud promedio de 429 m.s.n.m.
- **Superficie del Distrito:** Tiene una superficie de: 1289.1 Km² y 126 300 hectáreas.
- **Densidad:** 0.87 hab/km²
- **Centro Poblado:**
 - Asentamiento Humano Huarango y Upis Huarango del sector tierra prometida –Ica

Muestra

Las muestras de estudio se han tomado del agua captada del pozo en estudio (pozo tubular ubicado en el, Upis Huarango, Mz G1-Lt 19) en dos envases (botella estéril y botella de plástico) brindado por el laboratorio AGQ Labs y una muestra obtenida en campo. Las muestras fueron tomadas correctamente para su posterior refrigeración con gel packs y derivada al laboratorio.

Se tomaron las muestras de los siguientes parámetros:

- ✓ Frasco 1: Turbiedad, color, pH. Una muestra de 250 ml.
- ✓ Frasco 2: Escherichia coli, coliformes totales y coliformes termotolerantes: Una muestra de 500 ml en un frasco esterilizado.
- ✓ Muestra en campo: Cloro Residual.

TABLA 01: Muestra derivada a laboratorio

TIPO MUESTRA: AGUA CAPTADA DEL POZO IRHS 59						
Parámetros (Análisis requeridos)	Recipiente / Envase	Cantidad Mínima	Preservación	Perecibilidad	Nº de Puntos	Control de Calidad (QC) - ADICIONAL
Coliformes Totales, Coliformes fecales	Botella estéril (embolsado)	500 ml	Refrigerar ≤ 6 °C	24 Hrs.	1	No requiere
Color, pH, turbidez	Botella plástica	250 ml	Refrigerar ≤ 6 °C	24 Hrs.	1	No requiere

Técnicas de recolección de datos

La modalidad que se empleará en esta investigación es la de efectuar un control puntual de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el pozo tubular ubicado en el, Upis Huarango, Mz G1-Lt 19.

✓ **Reconocimiento de campo del área de estudio.**

TABLA 02: Ubicación Política

Ubicación Política	
Departamento	<i>Ica</i>
Provincia	<i>Ica</i>
Distrito	<i>Ica</i>
Centro Poblado que abastece	<i>Upis Huarango</i>
	<i>Huarango</i>
	<i>Tierra prometida</i>

TABLA 03: Ubicación Geográfica		
Coordenadas UTM – WGS84		
Centro Poblado	Este(m)	Norte(m)
<i>Upis Huarango</i>	<i>14°04'38"</i>	<i>75°46'01"</i>
<i>Huarango</i>	<i>14°04'35"</i>	<i>75°46'22"</i>
<i>Tierra prometida</i>	<i>14°04'47"</i>	<i>75°46'09"</i>

GRAFICO 01: CENTRO PPOBLADO UPÍS HUARANGO



Vista aérea del CC. PP. de Upis El Huarango

✓ **Identificación del Pozo IRHS 59**

El pozo tubular ubicado en el, Upis Huarango, Mz G1-Lt 19, cuenta con licencia de uso de agua, autorizado por la RESOLUCION N°142 -2017-ANA/TNRCH, de fecha **19 abril 2017**, con origen de fuente natural subterránea del acuífero de Ica, denominado también como Pozo UPIS.

TABLA 04: Pozo IRHS-59 UTM WGS 84	
Este	Norte
<i>14°04'47"</i>	<i>75°46'09"</i>

TABLA 05: Distribución mensual del volumen otorgado

Distribución mensual del volumen otorgado (m3)	
Enero	4979.36
Febrero	4758.13
Marzo	4979.36
Abril	4892.28
Mayo	5209.36
Junio	4892.28
Julio	5209.36
Agosto	5099.36
Setiembre	4992.28
Octubre	5099.36
Noviembre	4982.28
Diciembre	5209.36

✓ **Identificación de punto de muestreo.**

El punto de muestreo fue realizado en el agua captada del pozo tubular ubicado en el, Upis Huarango, Mz G1-Lt 19, destinada para consumo humano, ubicado en el distrito de Ica, provincia de Ica, departamento de Ica

✓ **Análisis de la calidad del agua:**

Este estudio de evaluación se realizó en un laboratorio acreditado por el INACAL y el IAS, el laboratorio AGQ Labs, que fue seleccionado para efectuar el análisis de las muestras, con el objetivo de tener unos resultados creíbles, validados y certificados.

- ✓ **Análisis de los datos obtenidos de los resultados de los parámetros obtenidos emitidos por el laboratorio acreditado ante INACAL e IAS:**

En esta etapa, se realizó el análisis de los resultados emitidos por el laboratorio AGQ Labs mediante Informe de Ensayo

- ✓ **Comparación de los resultados obtenidos con la normativa correspondiente D.S. 031-2010-SA:**

En esta etapa se realizó la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio con la normativa: D.S. N°031- 2010- SA.

- ✓ **Representación en forma gráfica los resultados para un mejor entendimiento:**

Se realizó la representación gráfica de los resultados obtenidos por parámetro con la normativa para un mejor entendimiento.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos para recoger los datos de la variable de investigación son:

Las muestras a llenar del componente a monitorear en este caso el agua procedente del pozo tubular situado en el, Upis Huarango, Mz G1-Lt 19, que abarca las muestras en total sometidas a evaluación en un laboratorio acreditado ante INACAL y IAS. En el que la escala de valoración de las cuales depende del D.S. 031- 2010 S.A. que establece los valores máximos de cada parámetro.

- ✓ Muestra recogida en campo con respuesta inmediata: cloro residual.
- ✓ GPS para la toma del punto de ubicación en coordenadas UTM WGS 84 del punto de muestreo.
- ✓ Cámara fotográfica para el registro fotográfico del monitoreo.
- ✓ Hojas para anotaciones

TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

a) Técnicas de Procesamiento de Datos

Los datos serán procesados en el laboratorio escogido el cual tiene métodos de ensayo acreditados ante INACAL e IAS, estos variarán dependiendo el parámetro. Posterior a

ello se realizará la entrega del informe de ensayo emitido por el laboratorio acreditado ante INACAL e IAS.

TABLA 06: Técnica de análisis laboratorio

Técnica de ensayo	
Color	Espect U V – V I S
pH	Electrometría
Turbidez	Nefelometría
Coliformes Fecales	Filtración en Membrana
Coliformes Totales	Filtración en Membrana

Fuente: AGQ LABS

b) Análisis e interpretación de datos.

Para el tratamiento de estos datos una vez emitido el informe por el laboratorio acreditado por el INACAL y el IAS se comparará con la normativa nacional D.S. 031-2010-SA y se establecerá si estos parámetros se ajustan o no a los límites máximos permisibles establecidos en la normativa legal vigente.

c) Exposición y presentación de los resultados:

Los resultados alcanzados serán presentados a través de tablas y gráficos que permitirán identificar a simple vista si estos parámetros superan o no lo establecido a la normativa ambiental vigente.

3.2. ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACION ASENTAMIENTO HUMANO HUARANGO Y UPIS HUARANGO

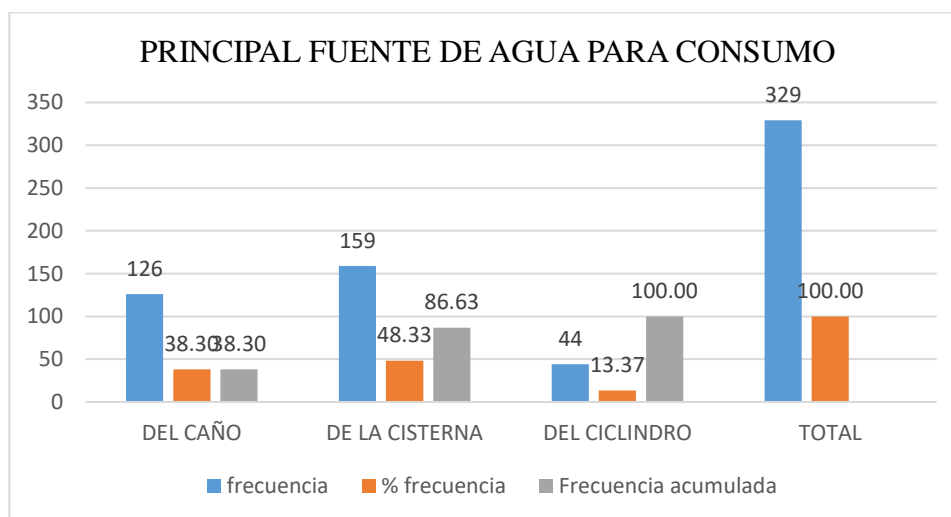
La encuesta se ha estructurado en dos ítems que están directamente relacionados con el Mejoramiento del servicio de agua potable

1 ¿Cuál es la principal fuente de agua para consumo para los miembros de su hogar?

TABLA 07

PRINCIPAL FUENTE DE AGUA PARA CONSUMO	frecuencia	% frecuencia	Frecuencia acumulada
DEL CAÑO	126	38.30	38.30
DE LA CISTERNA	159	48.33	86.63
DEL CICLINDRO	44	13.37	100.00
TOTAL	329	100.00	

GRAFICO 02



INTERPRETACIÓN

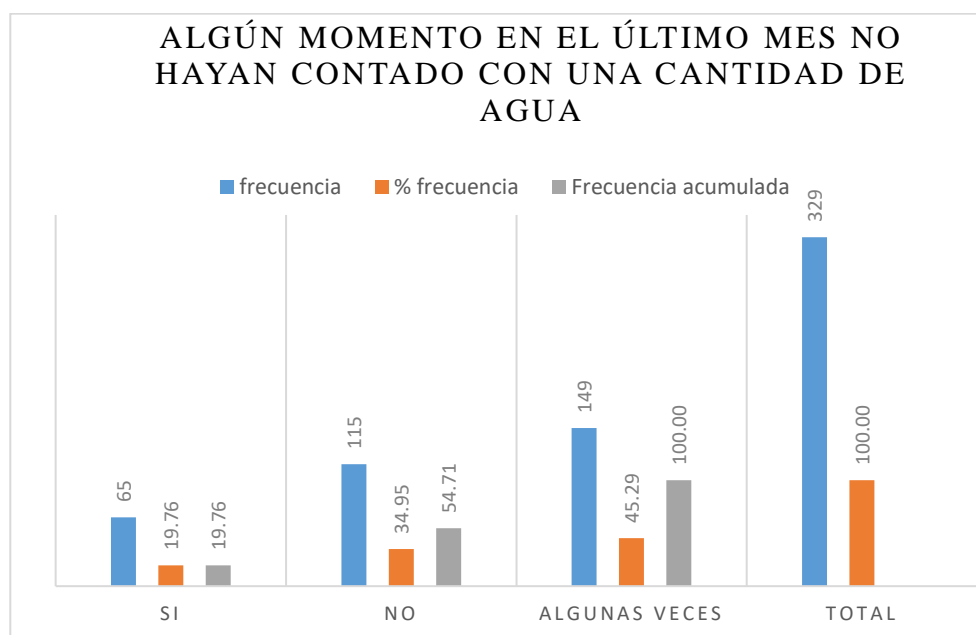
La principal fuente de agua indicó el 38.30% de los pobladores que era de caño, y el 48.33% de la cisterna y que el 13.37% del cilindro.

2. ¿Ha habido algún momento en el último mes en el que en su hogar no hayan contado con una cantidad de agua para consumo suficiente cuando la necesitaban?

TABLA 08

ALGÚN MOMENTO EN EL ÚLTIMO MES NO HAYAN CONTADO CON UNA CANTIDAD DE AGUA	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
SI	65	19.76	19.76
NO	115	34.95	54.71
ALGUNAS VECES	149	45.29	100.00
TOTAL	329	100.00	

GRAFICO 03



INTERPRETACIÓN

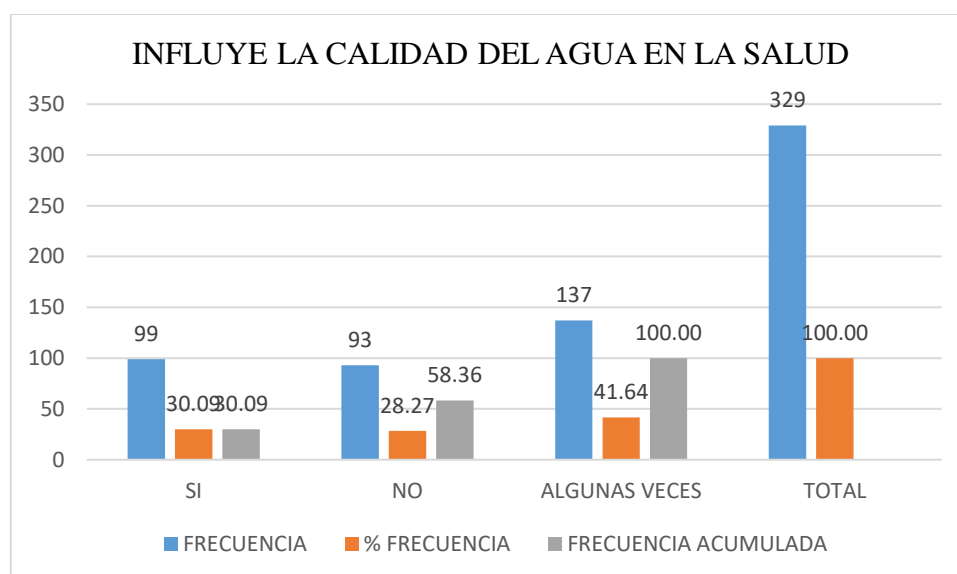
El 19.76 de los encuestados indican que en algún momento no tuvieron agua, el 34.95% de los encuestados indican que siempre tuvieron agua y el 42.29 de los encuestados indican que no tuvieron agua algunas veces

3. ¿Cómo influye la calidad del agua en la salud de su familia?

TABLA 09

INFLUYE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA SALUD	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
SI	99	30.09	30.09
NO	93	28.27	58.36
ALGUNAS VECES	137	41.64	100.00
TOTAL	329	100.00	

GRAFICO 04



INTERPRETACIÓN

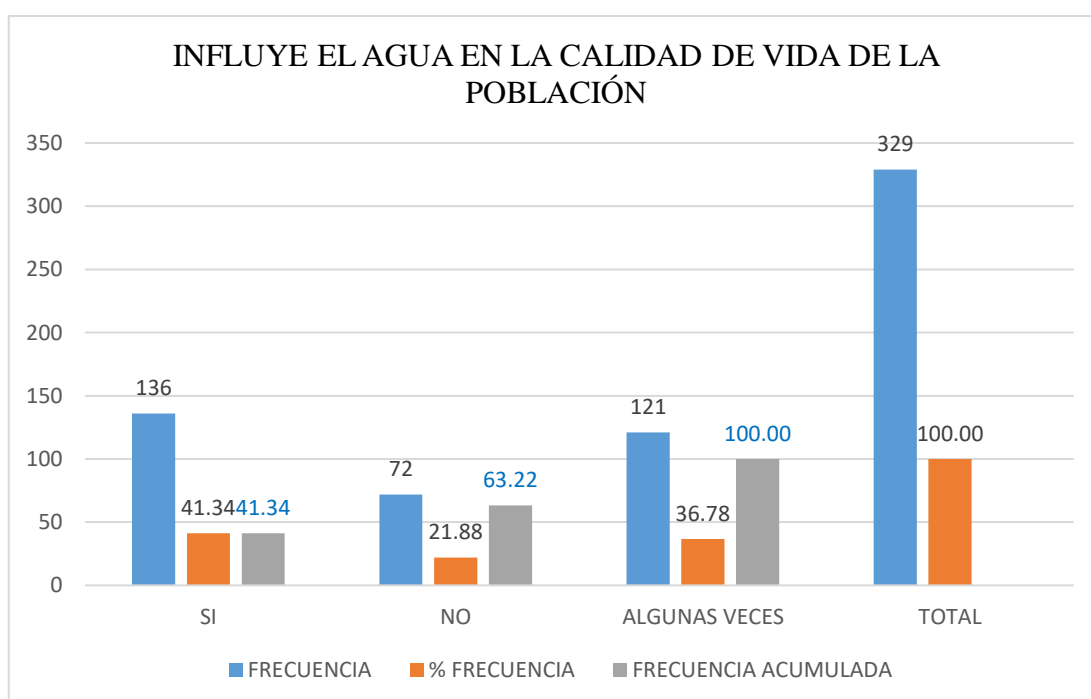
El 41.64 de los encuestados indican que en algún momento influye la calidad del agua en la salud de su familia, el 30.09% de los encuestados indican que siempre tuvieron problemas de salud y el 28.27% de los encuestados indican que no influye la calidad del agua en la salud de su familia

4. ¿Cómo influye el agua en la calidad de vida de la población de del asentamiento humano Huarango y Upis Huarango?

TABLA 10

INFLUYE EL AGUA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
SI	136	41.34	41.34
NO	72	21.88	63.22
ALGUNAS VECES	121	36.78	100.00
TOTAL	329	100.00	

GRAFICO 05



INTERPRETACIÓN

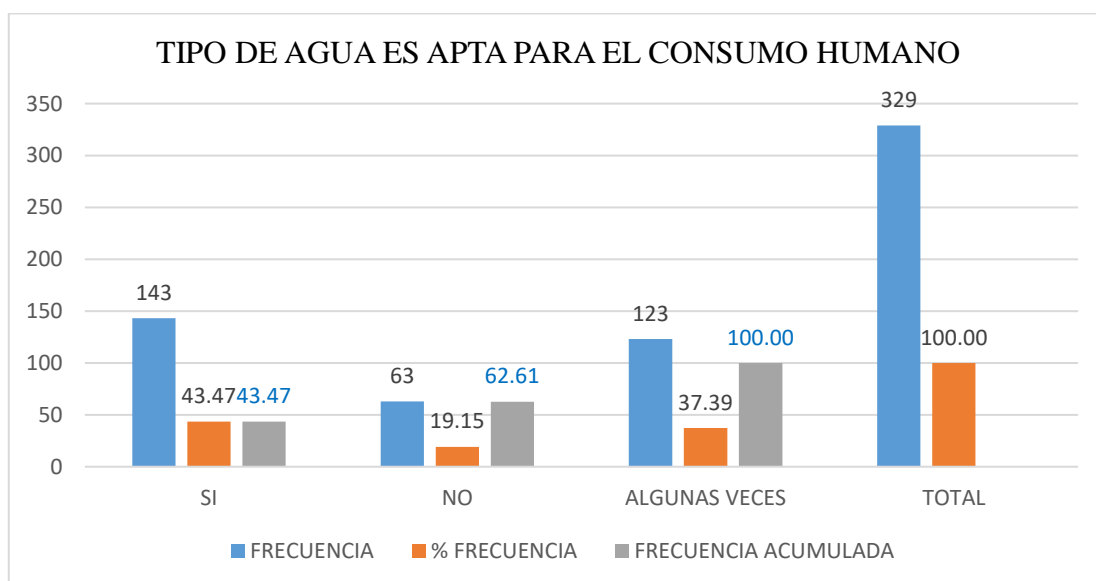
El 36.78% de los encuestados indican que en algún momento influye la calidad de vida de su familia, el 41.34% de los encuestados indican que si influye en su calidad de vida y el 21.88% de los encuestados indican que no influye la calidad de su familia

5. ¿El tipo de agua es apta para el consumo humano?

TABLA 11

TIPO DE AGUA ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
SI	143	43.47	43.47
NO	63	19.15	62.61
ALGUNAS VECES	123	37.39	100.00
TOTAL	329	100.00	

GRAFICO 06



INTERPRETACIÓN

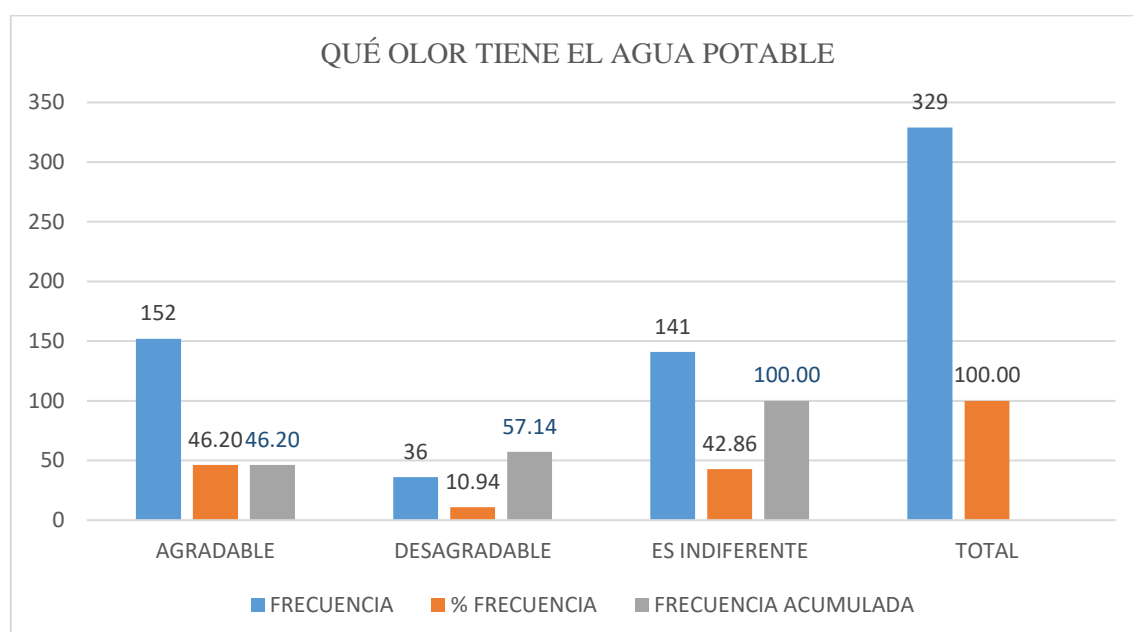
El 37.39% de los encuestados indican que en algún momento el agua es apta para tomarla en su familia, el 43.47% de los encuestados indican que si es apta para tomarla y el 19.15% de los encuestados indican que no es apta

6. ¿Qué olor tiene el agua potable?

TABLA 12

QUÉ OLOR TIENE EL AGUA POTABLE	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
AGRADABLE	152	46.20	46.20
DESAGRADABLE	36	10.94	57.14
ES INDIFERENTE	141	42.86	100.00
TOTAL	329	100.00	

GRAFICO 07



INTERPRETACIÓN

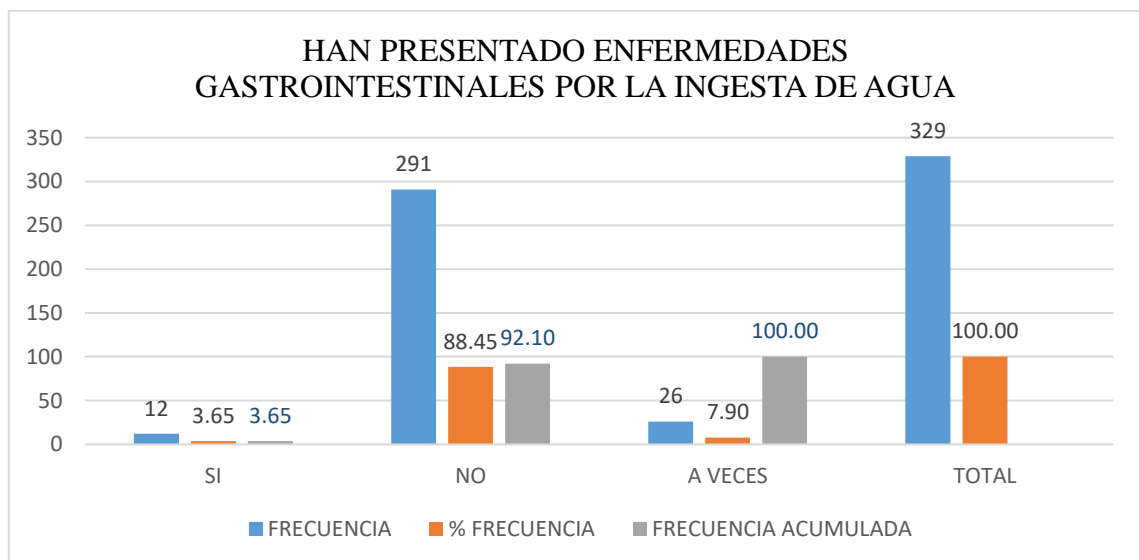
El 42.86% de los encuestados indican que es indiferente el olor del agua para tomarla en su familia, el 46.20% de los encuestados indican que si es agradable para tomarla y el 10.94% de los encuestados indican que es desagradable para tomarla

7. ¿En su familia se han presentado enfermedades gastrointestinales por la ingesta de agua?

TABLA 13

HAN PRESENTADO ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES POR LA INGESTA DE AGUA	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
SI	291	3.65	3.65
NO	12	88.45	92.10
A VECES	26	7.90	100.00
TOTAL	329	100.00	

GRAFICO 08



Interpretación:

El 3.65% de los encuestados indican que sus familiares han presentado enfermedades gastrointestinales, el 88.45% responden que no y el 7.90% a veces.

IV. DISCUSIÓN

4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Presentación de los resultados.

En este acápite se muestran los resultados del análisis del laboratorio acreditado ante INACAL e IAS del monitoreo de agua del pozo tubular ubicado en el, Upis Huarango, Mz G1-Lt 19, con la finalidad de comprobar las características microbiológicas, físicas y químicas del agua destinada para el consumo de todos los pobladores de los asentamientos humanos de UPIS Huarango y Huarango en Tierra prometida.

Demostrando la veracidad de los resultados estos fueron brindados por un laboratorio acreditado ante INACAL e IAS, garantizando la credibilidad de estos resultados.

TABLA 14: Resultados obtenidos

Parámetro		Normativa Aplicable		Ubicación de la toma de muestras	POZO G1-Lt 19
		Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S.N° 031-2010-SA		Informe N°	A-20/055660-S2
				Fecha de Muestreo	2022
		Norma	Unidad	Unidades	Resultados
Físico químicos	pH	6.5-8.5	Unidad de pH	Unidad de pH	7.77
	Color verdadero	15	UCV/escala Pt/Co	UCV/escala Pt/Co	<3
	Turbiedad	5	UNT	UNT	0.16
	Cloro libre/Cloro residual	5	mg/L	mg/L	0.80
Microbiológicos	Coliformes Fecales	0(*)	UFC/100ml	UFC/100ml	<1.0
	Coliformes Totales	0(*)	UFC/100ml	UFC/100ml	<1.0

(*)En el caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples $\leq 1.8/100ml$.

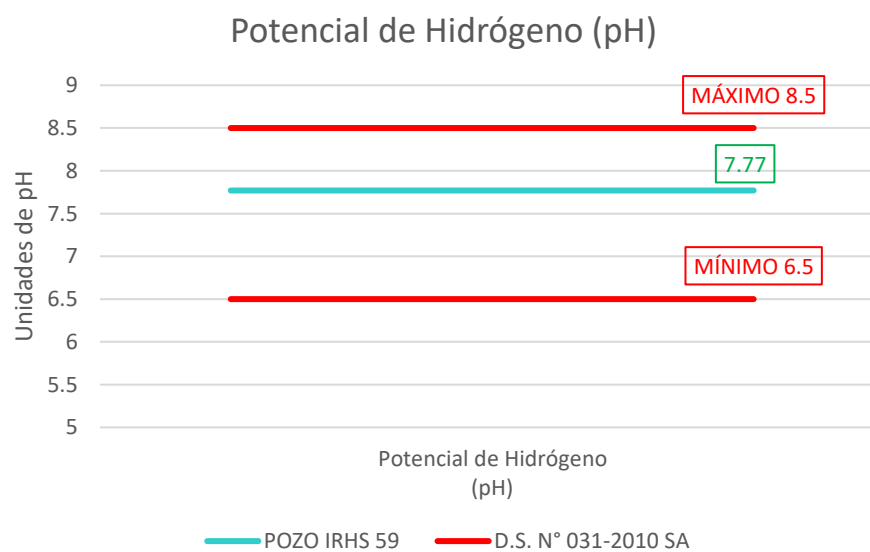
Fuente: Informe de Ensayo N° A-20/055660-S2 AGQ LABS

TABLA 15: Resumen

Parámetro	Cumple	
Físico químicos	pH	SI
	Color verdadero	SI
	Turbiedad	SI
	Cloro libre/Cloro residual	SI
Microbiológicos	Coliformes Fecales	SI
	Coliformes Totales	SI

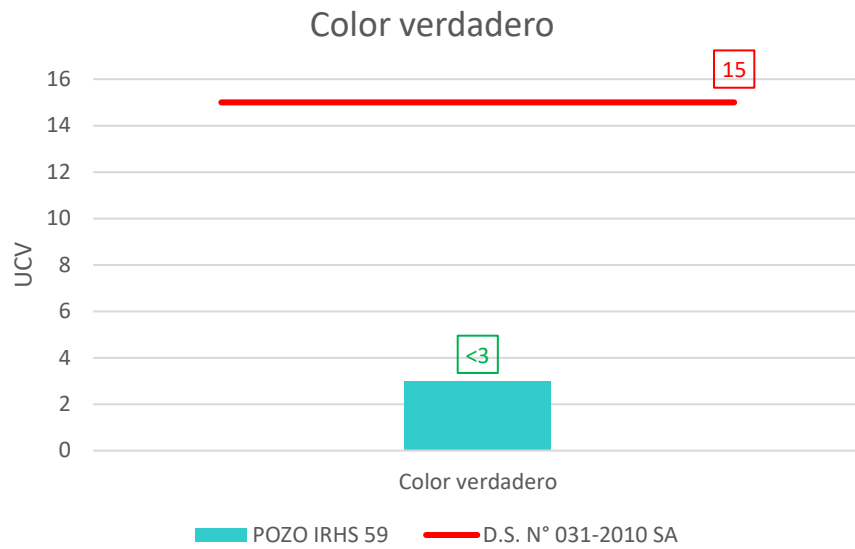
Informe de Ensayo N° A-20/055660-S2 AGQ LABS

GRAFICO 09: Resultados del parámetro de Potencial de Hidrógeno (pH)



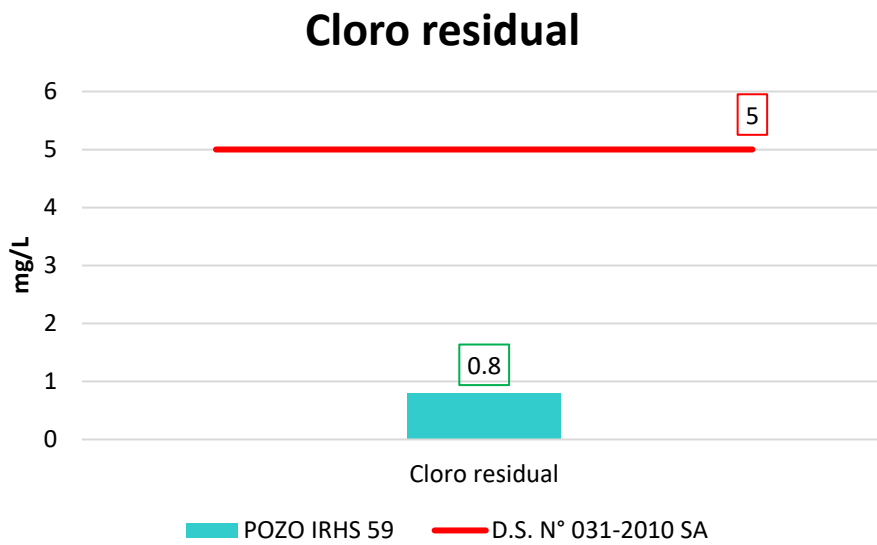
Informe de Ensayo N° A-20/055660-S2 AGQ LABS

GRAFICO 16: Resultados del parámetro de Color Verdadero



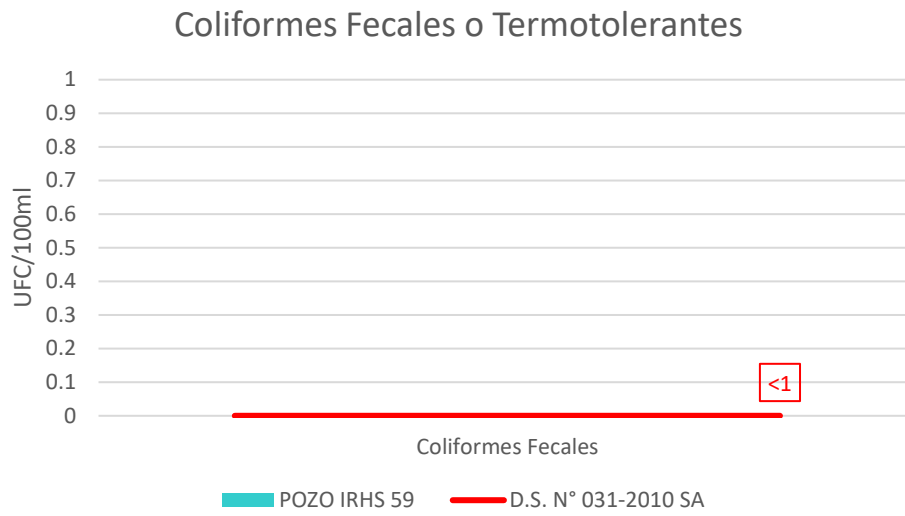
Informe de Ensayo N° A-20/055660-S2 AGQ LABS

GRAFICO 17: Resultados del parámetro de Cloro Libre/ Cloro Residual



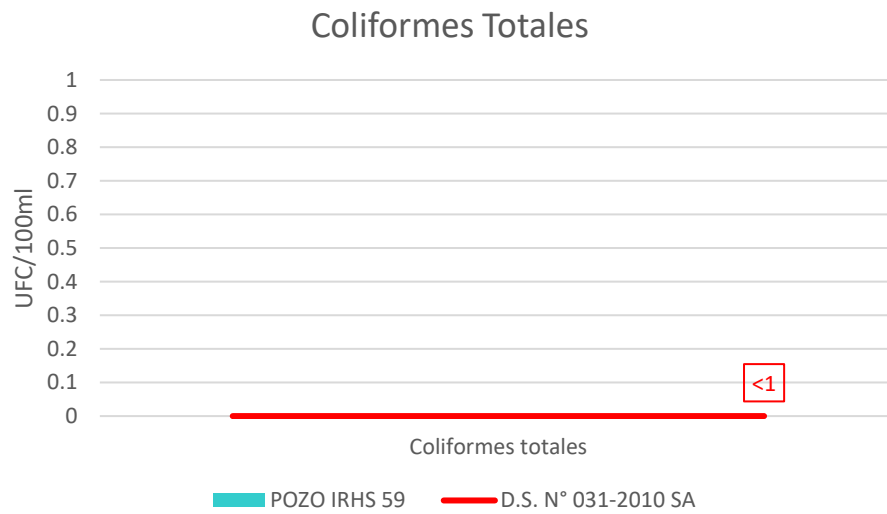
Informe de Ensayo N° A-20/055660-S2 AGQ LABS

GRAFICO 18: Resultados del parámetro de Coliformes Fecales o Termotolerantes



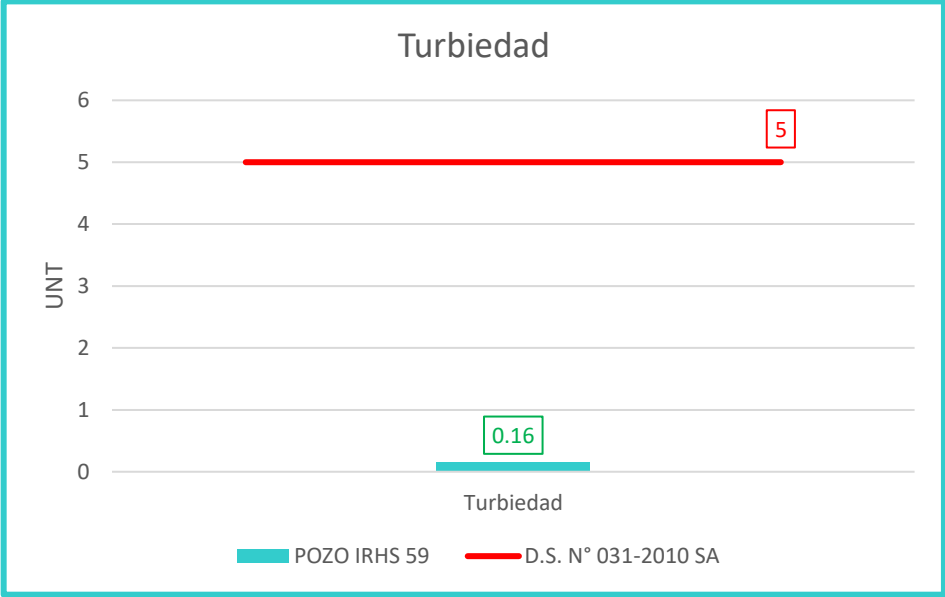
Informe de Ensayo N° A-20/055660-S2 AGQ LABS

GRAFICO 19: Resultados del parámetro de Coliformes Totales



Informe de Ensayo N° A-20/055660-S2 AGQ LABS

GRAFICO 20: Resultados del parámetro de Turbiedad



Informe de Ensayo N° A-20/055660-S2 AGQ LABS

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En función de los resultados obtenidos, reflejados en el informe de ensayo del laboratorio acreditado por INACAL y el SAI a los valores conseguidos, se puede concluir que:

El parámetro de pH en la estación de monitoreo "pozo tubular ubicado en el, Upis Huarango, Mz G1-Lt 19" es concordante ya que el valor que se obtiene como resultado es de 7,77 unidades de pH, dicho valor se encuentra conforme al rango normal, que es de 6,5-8,5 unidades de pH como se señala de acuerdo a lo establecido en el D.S. 031 - 2010 - SA.

El parámetro de color verdadero en la estación de monitoreo pozo tubular localizado en Upis Huarango, Mz G1-Lt 19 es de cumplimiento, el valor obtenido como resultado es de <3 unidades UCV, quedando este valor por debajo de lo establecido en el D.S.031 - 2010 - S A., el mismo que establece un LMP de 15 UCV para el parámetro de color verdadero.

El parámetro turbiedad en la estación de monitoreo pozo tubular localizado en el, Upis Huarango, Mz G1-Lt 19" se cumple, debido a que el valor obtenido en el resultado es de 0.16 unidades UNT, dicho valor es menor en comparación a lo establecido en el D.S. 031 - 2010 - S A. el cual establece un LMP de 5 UNT para el parámetro turbiedad.

El parámetro cloro libre residual en la estación de monitoreo pozo tubular localizado en Upis Huarango, Mz G1-Lt 19, es de conformidad con el valor obtenido, este resulta en 0.8 mg/L unidades, este valor es menor en relación a lo que se establece en el D.S. 031 - 2010 - S A. el cual determina un LMP de 5 mg/L unidades para el parámetro cloro libre residual.

El parámetro de coliformes fecales o termotolerantes es conforme, ya que en la estación de monitoreo el valor que se obtiene de resultado es <1 UFC/100 ml unidades, este es un valor por debajo del límite máximo de cuantificación, por lo que se pueden estimar que no hay presencia de este, se cumple con lo establecido en el D.S. 031 -2010 -SA, que establece un LMP de 0 UFC/100 ml a 44,5°C para el parámetro de coliformes fecales o termotolerantes.

El parámetro de coliformes totales en la estación de monitoreo es conforme, con el resultado obtenido es de <1 UFC/100 ml unidades, este valor está por debajo del límite máximo de cuantificación, por lo que se estima que no hay presencia del mismo, cumple con lo dispuesto en el D.S. 031 -2010 -SA, que establece un LMP de 0 UFC/100 ml a 35°C para el parámetro de coliformes totales.

V. CONCLUSIONES

Se ha comprobado la calidad del agua que se destina al consumo humano proveniente del pozo tubular ubicado en Upis Huarango, Mz G1-Lt 19. Por lo cual se concluye que el agua captada de este pozo y finalmente destinada al consumo es significativamente favorable.

Se han establecido las características físicas y químicas de la calidad del agua para consumo humano del pozo tubular ubicado en Upis Huarango, Mz G1-Lt 19, que abastece a los asentamientos humanos de Upis Huarango y Huarango, valores que se enmarcan dentro de los límites máximos permisibles previstos por la normatividad vigente, por lo que son significativamente favorables.

Se han establecido las características microbiológicas de la calidad del agua con destino al consumo humano del pozo tubular localizado en Upis Huarango, Mz G1-Lt 19, que suministra al asentamiento humano de Upis Huarango y Huarango, valores que se ubican dentro de los límites máximos permisibles que establece la normatividad vigente, por lo que son significativamente favorables.

Se ha determinado que el agua no perjudica la salud de la población del asentamiento humano de Huarango y UPIS Huarango en Tierra Prometida.

VI. RECOMENDACIONES

Puedo recomendar que se debe realizar monitoreos en forma continua a fin de garantizar la calidad del agua de consumo humano

Se debe implementar un laboratorio de análisis del agua para consumo en el Huarango y UPIS Huarango, de manera que se pueda salvaguardar la calidad del agua de consumo humano en el asentamiento humano.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INEI, «Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico», *Boletín Agua y Saneam.*, vol. 9, p. 68, 2020, [En línea]. Disponible en:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf.
- [2] B. L. Guzmán B., G. Nava T., y P. D. Bevilacqua, «Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia», *Fac. Nac. Salud Pública*, vol. 34, pp. 176-183, 2016, [En línea]. Disponible en:
https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55286/10185119_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [3] N. Maria, «UNICEF y la OMS SANEAMIENTO».
<https://www.who.int/es/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water---unicef-who> (accedido jul. 01, 2022).
- [4] L. R. Lucas Vidal y A. L. Carreño Mendoza, «Calidad de agua de consumo humano en las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador», *Rev. del Inst. Investig. la Fac. Ing. Geológica, Minera, Met. y Geográfica la Univ. Nac. Mayor San Marcos.*, vol. 21, pp. 39-46, 2018, [En línea]. Disponible en:
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/15785/13521>.
- [5] A. A. Inga Ortega y D. B. Vanegas Ortiz, «Evaluación De La Calidad De Agua Del Sector Leg Tabacay Y Oriente Alto, De La Parroquia Bayas Del Cantón Azogues», UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2017.
- [6] C. H. Acosta, Claudia Patricia; Benavides, John Alexander; Sierra, «Análisis cualitativo del deterioro de la calidad del agua y la infección por *Helicobacter pylori* en una comunidad de alto riesgo de cáncer de estómago (Cauca , Colombia) Qualitative analysis of water quality deterioration and infection by *Helicobacter p*», *Salud Colect.*, vol. 11, n.º 4, pp. 575-590, 2014.
- [7] Amadou Touré; Duan Wenbiao; Zakaria Keita; Abdramane Dembele; Elsamool Elzak Abdalla Elzaki, «Calidad del agua potable y riesgo para la salud humana en la comuna de Pelengana, Segou, Malí | Revista de agua y salud | Publicación IWA», 2019.
<https://iwaponline.com/jwh/article/17/4/609/67793/Drinking-water-quality-and-risk-for-human-health> (accedido jul. 19, 2022).
- [8] C. B. Karakuş, «Evaluation of groundwater quality in Sivas province (Turkey) using water quality index and GIS-based analytic hierarchy process»,
<https://doi.org/10.1080/09603123.2018.1551521>, vol. 29, n.º 5, pp. 500-519, 2019, doi: 10.1080/09603123.2018.1551521.

- [9] J. Yang, Z. Yu, P. Yi, y A. Aldahan, «Assessment of groundwater quality and ²²²Rn distribution in the Xuzhou region, China», *Environ. Monit. Assess.* 2018 1909, vol. 190, n.º 9, p. 12, ago. 2018, doi: 10.1007/S10661-018-6937-3.
- [10] A. Malan y H. R. Sharma, «Groundwater quality in open-defecation-free villages (NIRMAL grams) of Kurukshetra district, Haryana, India», *Environ. Monit. Assess.* 2018 1908, vol. 190, n.º 8, pp. 1-17, 2018, doi: 10.1007/S10661-018-6852-7.
- [11] L. X. GUIMARAES PÉREZ, «“Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Callería – Ucayali, 2020”», Universidad nacional de ucayali, 2022.
- [12] A. G. Santiago Palomino, «“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA ZONA ALTA Y LA ZONA BAJA DE LA ASOCIACIÓN CENTRO POBLADO LOS PINOS – SANTA MARÍA, 2019”», UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN, 2020.
- [13] M. M. Perez Diaz, «Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el Valle de vítor, Arequipa durante los meses de agosto-octubre del 2019», UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, 2021.
- [14] R. Ruiz Valles, «Participación comunitaria para mejorar la calidad del agua para consumo humano en asentamiento humano San Genaro, distrito de Chorrillos – Lima, 2019», Universidad Nacional De San Martín - Tarapoto, 2019.
- [15] Soriano Dilas Marcela, «Evaluación De La Calidad Físicoquímica Y Microbiológica Del Agua Subterránea Utilizada Para El Consumo Humano En El Centro Poblado Pata Pata-2018», Universidad Privada Del Norte, 2018.
- [16] OPS/CEPIS, «Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida.», *Cent. Panam. Ing. Sanit. y ciencias del Ambient.*, p. 18, 2004, [En línea]. Disponible en: http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_indice.pdf.
- [17] M. P. Caraballo Collazo y J. Montaña Xavier, *Manual de Agua Subterránea*. Uruguay: Montevideo, 2012.
- [18] Mayaguez, «Manual de biología», *Univ. puerto rico*, 2022, [En línea]. Disponible en: <https://www.uprm.edu/cms/index.php?a=file&fid=13907>.
- [19] Mancuerna, «Manual de administración, operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento», *Mancomunidad Munic. la Cuenca del Río Naranjo*, 2013, [En línea]. Disponible en: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/mancuerna.pdf.
- [20] C. Espinoza & J. Ramirez, «Calidad de agua y contaminación de agua subterránea», 2005. <http://tierra.rediris.es/hidrored/ponencias/C.Espinoza.html> (accedido jul. 20, 2022).
- [21] (OPS/CEPIS), «Guía para gobiernos locales», p. 18, 2005, [En línea]. Disponible en:

- <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/21478/ce130-19-s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [22] OMS, «Guías para la calidad del agua de consumo humano», *Organ. Mund. la Salud*, p. 636, 2006, [En línea]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>.
- [23] O. P. de la Salud, «Guía de orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades», *CEPIS/OPS*, p. 135, 2009, [En línea]. Disponible en: [https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BARRIOS et al 2009 Guia de orientacion alcaldes.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BARRIOS_et_al_2009_Guia_de_orientacion_alcaldes.pdf).
- [24] centros para el control y la prevención de enfermedades, «Agua». <https://www.cdc.gov/parasites/es/water.html> (accedido jul. 21, 2022).
- [25] Organización Mundial de la Salud, «Agua para consumo humano». <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (accedido jul. 21, 2022).
- [26] «Límite Máximo Permisible (LMP)». <https://infoaireperu.minam.gob.pe/limite-maximo-permisible-lmp/> (accedido jul. 21, 2022).
- [27] MINSA, «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N ° 031-2010-SA . Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú», *Dir. Gen. Salud Ambient. - Minist. Salud*, p. 39, 2010, [En línea]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>.
- [28] «Definición de abastecimiento de agua | Diccionario de arquitectura y construcción ✓». <https://www.parro.com.ar/definicion-de-abastecimiento+de+agua> (accedido jul. 01, 2022).
- [29] «¿Sabes qué son los sistemas de abastecimiento de agua? | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management!» <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/acerca-de-esta-herramienta/¿sabes-qué-son-los-sistemas-de-abastecimiento-de-agua%3F> (accedido jul. 01, 2022).
- [30] «“EL ACCESO AL AGUA Y LOS DERECHOS FUNDAMENTALES DE LOS PUEBLOS AMAZÓNICOS DE LORETO”».
- [31] «Abastecimiento comunal por gravedad con tratamiento | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management!» <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/sistemas-de/sistemas-de-abastecimiento-de-agua/sistemas-de-abastecimiento-de-abastecimiento-comunal-por-gravedad-con-tratamiento> (accedido jul. 02, 2022).
- [32] «UNFV Koha › Detalles para: Manual de hidráulica». <http://biblioteca.unfv.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31555> (accedido jul. 02, 2022).
- [33] J. M. JIMÉNEZ TERÁN, «MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO», *Univ. VERACRUZANA*, [En línea].

- Disponible en: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>.
- [34] M. F. Espinosa Armijo y K. S. Ludeña Gonzalez, «“Plan maestro de agua potable de Sacapalca y estudio para la eficiencia y aprovechamiento hidro-energético de sus componentes”», UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, 2013.
- [35] «(PDF) Abastecimiento de Agua - Pedro Rodríguez Completo | Juan Aguilar - Academia.edu». https://www.academia.edu/7341842/Abastecimiento_de_Agua_Pedro_Rodríguez_Completo (accedido jul. 02, 2022).
- [36] Y. E. VASQUEZ DURAND, «“INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL REALIZADO EN LA EMPRESA SERVICIOS GENERALES HIDROMAS E.I.R.L.”», UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, 2021.
- [37] R. Agüero Pittman, «Agua Potable Para Poblaciones Rurales», *Lima SER*, p. 169, 2014, [En línea]. Disponible en: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>.
- [38] C. P. de I. S. y C. del Ambiente, «Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano», *Organ. Mund. la Salud*, p. 353, 2002, [En línea]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55439/guia_vigilancia_agua_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [39] C. Vargas García, R. Rojas Vargas, y J. J. Casas, «Control y Vigilancia de la calidad del agua de consumo humano», *Cepis*, p. 24, 1998, [En línea]. Disponible en: <http://www.disaster-info.net/infovolcanes/pdf/spa/doc14581/doc14581.pdf>.
- [40] D. G. de S. Ambiental, «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano», *Minist. Salud*, n.º Lima – Perú, p. 46, 2011, doi: 10.4159/harvard.9780674734050.c14.
- [41] P. rodrigues ruiz, «abastecimiento-de-agua-». <https://es.slideshare.net/deibyrequenamarcelo/128283513-abastecimientodeaguapedrorodriguezruiz> (accedido jul. 03, 2022).
- [42] «(PDF) FUENTES DE ABASTECIMIENTO | isamar sierra - Academia.edu». https://www.academia.edu/29310531/FUENTES_DE_ABASTECIMIENTO (accedido jul. 03, 2022).
- [43] Ingeniería, «Obras de Captación». <http://ingenieriaymas.com/2016/05/obras-de-captacion.html> (accedido jul. 03, 2022).
- [44] R. de educacion en ciencias e Ingeniería, «Saneamiento». [En línea]. Disponible en: <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/download/contactos74.pdf>.
- [45] Unatsabar, «Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales», *Organ. Panam. la Salud*, p. 25, 2004, [En línea]. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guia/calde/2sas/d23/017_roger_diseñocaptacionmanantiales/captacion_manantiales.pdf.

- [46] F. D. I. Civil, «Universidad Veracruzana Hidráulica Básica».
- [47] OS.010., «CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO», *Rne.*, pp. 1-9, 2006, [En línea]. Disponible en: https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.010.pdf.
- [48] L. Roberti Pérez, «Conducción por gravedad |». <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conduccion-por-gravedad> (accedido jul. 03, 2022).
- [49] construcción y saneamiento Ministerio de Vivienda, «Reglamento Nacional de Edificaciones», Peru, 2006. Accedido: jul. 03, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://waltervillavicencio.com/reglamento-nacional-de-edificaciones-rne-actualizado-con-texto-copiable/>.
- [50] Organización Panamericana de la Salud, «Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural», *Organ. Panam. la Salud. (2004). Guía diseño para líneas conducción e Impuls. Sist. abastecimiento agua Rural. Organ. Panam. La Salud, 19.* http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/032_Diseño_lín, p. 19, 2004, [En línea]. Disponible en: [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/032_Diseño_líneas de conducción e impulsión/Diseño_líneas de conducción e impulsión.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/032_Diseño_líneas%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n/Dise%C3%B1o_l%C3%ADneas%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf).
- [51] P. Segil, «LINEA DE CONDUCCION». <https://es.slideshare.net/pool2014/linea-de-conduccion> (accedido jul. 03, 2022).
- [52] C. y saneamiento Ministerio de vivienda, «Plantas de tratamiento de agua para consumo humano», p. 50, 2006, [En línea]. Disponible en: [http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf).
- [53] RM N° 013-VIVIENDA, «Resolución Ministerial - Guía de diseño estandarizado para infraestructuras sanitarias, menor en proyectos de saneamiento en el ámbito urbano.», *Minist. Vivienda Constr. y Saneam.*, vol. 51, n.º 1, p. 25, 2019, [En línea]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/287113/RM_-_013-2019-VIVIENDA.pdf.
- [54] C. Cabrera Dionicio, «Abastecimiento de Agua y Alcantarillado», *VIERENDEL*. https://www.academia.edu/26059370/Abastecimiento_de_Agua_y_Alcantarillado_VIERENDEL (accedido jul. 03, 2022).
- [55] panamericana de la salud Organización, «Guía para el Diseño y Construcción De Reservorios Apoyados», *Cent. Panam. Ing. Sanit. y Ciencias del Ambient.*, pp. 1-35, 2004, [En línea]. Disponible en:

- [https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/AGÜERO 2004. Diseño y construcción reservorios apoyados.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/AGÜERO%202004.%20Diseño%20y%20construcción%20reservorios%20apoyados.pdf).
- [56] OS.050, «REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO», *Inst. la construcción y Gerenc.*, pp. 1-11, 2018, [En línea]. Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.
- [57] SIAPA, «REDES DE DISTRIBUCIÓN», pp. 36-47, 2014, [En línea]. Disponible en: https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-2a._parte.pdf.
- [58] E. Gur, «Red de distribución comunitaria». <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribucion-comunitaria> (accedido jul. 03, 2022).
- [59] organización panamericana de Salud, «Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado», 2015. <http://sial.segat.gob.pe/documentos/guias-diseno-tecnologias-alcantarillado> (accedido jul. 03, 2022).
- [60] ONU, «El agua, un recurso que se agota por el crecimiento de la población y el cambio climático». <https://news.un.org/es/story/2020/11/1484732> (accedido jul. 03, 2022).
- [61] «La Salud Como Derecho Social - El concepto de Salud». <https://sites.google.com/site/lasaludcomoderechosocial/el-concepto-de-salud> (accedido jul. 21, 2022).
- [62] I. geologico y minero de España, «La molecula de agua», [En línea]. Disponible en: https://www.igme.es/ZonaInfantil/MateDivul/guia_didactica/pdf_carteles/cartel1/CART EL 1_1-2.pdf.
- [63] R. Rivera, «Percepción de la calidad de vida en una muestra de individuos de la región de Cuyo», vol. 13, n.º 1, p. 18, 2013, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/647/64746682008.pdf>.
- [64] UNESCO y WWAP, *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. No dejar a nadie atrás*. 2019.
- [65] instituto mexicano de Tecnología, «El agua y su importancia para la vida». <https://www.iagua.es/noticias/imta/importancia-agua-planeta-y-como-cuidarla> (accedido jul. 03, 2022).
- [66] «Sistemas de abastecimiento de agua para instalaciones sanitarias interiores - Noticias de Arquitectura - Buscador de Arquitectura». <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/15703.html#.YsHaYGCZPIW> (accedido jul. 03, 2022).
- [67] D. BERRU LOPEZ, «AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE TALANEO, DISTRITO DE EL CARMEN DE LA FRONTERA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA – PIURA-

- JUNIO 2019», Universidad catolica los angeles chimbote, 2019.
- [68] MINAM, «Ley General del Ambiente», *Minist. Del Ambient.*, vol. 53, n.º 9, pp. 45-45, 2005, [En línea]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-Nº-28611.pdf>.
- [69] E. PERUANO, «Plan Nacional de Educación Ambiental 2017 - 2022 (PLANEA)», p. 101, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/12/plan-nacional-educacion-ambiental-2017-2022.pdf>.
- [70] «Informe anual sobre el medio ambiente y los recursos naturales 1998 | Publications». <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Informe-anual-sobre-el-medio-ambiente-y-los-recursos-naturales-1998.pdf> (accedido jun. 26, 2022).
- [71] Babbie, «Diseño de la investigación», 2014. <http://resumenes-comunicacion-uba.blogspot.com/2012/07/babbie-diseno-de-la-investigacion.html> (accedido jun. 18, 2022).
- [72] MINISTERIO DE SALUD, *NTS N°144-MINSA/2018/DIGESA*. 2018.